



Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии,
эпидемиологии, вирусологии и микробиологии
государственного учреждения «Республиканский центр
гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»

Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда»

**27–28 ноября 2025 года,
г. Минск**

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ, ТОКСИКОЛОГИИ,
ЭПИДЕМИОЛОГИИ, ВИРУСОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ, ЭПИДЕМИОЛОГИИ
И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ» (НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ)

ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ГИГИЕНИСТОВ» (ОО «НОГ»)

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»**

27–28 ноября 2025 года, г. Минск

Гомель
Редакция газеты «Гомельская праўда»
2025

Рекомендовано

*Научно-техническим советом государственного учреждения «Республиканский центр гигиены,
эпидемиологии и общественного здоровья»
(протокол № 10 от 11 ноября 2025 г.)*

*Под общей редакцией директора НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ канд. мед. наук, доц. С. И. Сычика,
главного врача РЦГЭиОЗ А. Л. Скуранович*

Редакционная коллегия:

разделы 1–8: канд. мед. наук, доц. С. И. Сычик (гл. ред.); канд. мед. наук, доц. С. Л. Итпаева-Людчик;
д-р мед. наук, проф. Е. О. Гузик; д-р биол. наук, проф. Н. В. Дудчик; д-р мед. наук, проф. В. В. Шевляков;
канд. мед. наук, доц. А. Р. Аветисов; И. В. Арбузов; Л. Л. Бельшева; канд. мед. наук, доц. Р. В. Богданов;
канд. мед. наук А. М. Бондарук; канд. мед. наук, доц. Т. С. Борисова; канд. мед. наук В. М. Василькевич;
Н. А. Грекова; канд. мед. наук, доц. В. А. Грынчак; канд. мед. наук Е. А. Гутич; канд. биол. наук Н. А. Долгина;
канд. мед. наук, доц. Е. В. Дроздова; канд. биол. наук Л. Н. Журихина; канд. мед. наук А. В. Зеленко;
канд. биол. наук Н. А. Ивко; канд. мед. наук И. И. Ильюкова; канд. мед. наук А. В. Кравцов; канд. биол.
наук А. А. Кузовкова; канд. мед. наук Е. В. Николаенко; канд. мед. наук С. Ю. Петрова; канд. хим. наук
А. Г. Полоневич; канд. хим. наук Е. И. Полянских; канд. мед. наук Т. Н. Пронина; канд. мед. наук, доц.
И. П. Семенов; В. В. Соловьев; канд. мед. наук Н. В. Цемборевич; канд. мед. наук, доц. В. Г. Цыганков;
раздел «Конкурс работ молодых ученых»: д-р мед. наук, проф. Т. В. Амвросьева; д-р мед. наук,
доц. Е. И. Бореко; д-р мед. наук В. Л. Колодкина; д-р мед. наук, проф. Н. Н. Полещук; д-р мед. наук, проф.
В. В. Шевляков; И. В. Арбузов; канд. мед. наук, доц. Р. В. Богданов; канд. мед. наук В. М. Василькевич;
канд. мед. наук, доц. В. А. Горбунов; канд. мед. наук, доц. В. А. Грынчак; канд. мед. наук А. В. Зеленко;
канд. мед. наук И. И. Ильюкова; канд. мед. наук, доц. С. Л. Итпаева-Людчик; канд. биол. наук А. А. Кузовкова;
канд. мед. наук С. Ю. Петрова; канд. хим. наук Е. И. Полянских; В. В. Соловьев; д-р биол. наук Е. Г. Фомина;
канд. мед. наук Н. П. Шмелева; канд. биол. наук О. О. Янович.

Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье
С23 и окружающая среда», 27–28 ноября 2025 года, Минск / редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.) [и др.]. – Гомель :
Редакция газеты «Гомельская праўда», 2025. – 524 с.: ил.
ISBN 978-985-7331-83-3.

В сборнике освещены актуальные проблемы профилактической медицины, в том числе по гигиенической оценке воздействия факторов среды обитания человека и анализу рисков здоровью, радиационной безопасности, медицине труда и профессиональной патологии, гигиене детей и подростков, профилактической, экологической и промышленной токсикологии, мониторингу факторов среды обитания человека и методам аналитического лабораторного контроля, а также актуальные вопросы теории и практики государственного санитарного надзора.

Отдельный раздел сборника посвящен работам молодых ученых, представленным на конкурс по направлениям «гигиена, токсикология и профилактическая медицина» и «эпидемиология, вирусология и микробиология».

Издание рассчитано на врачей-гигиенистов, врачей-токсикологов, врачей-профпатологов, врачей-эпидемиологов, врачей-лаборантов, руководителей (заместителей руководителя), врачей-специалистов медико-профилактического и медико-диагностического профилей организаций здравоохранения, научных работников и специалистов медицинских научных организаций, профессорско-преподавательский состав, аспирантов, докторантов, врачей-интернов, клинических ординаторов, студентов учреждений образования медицинского и фармацевтического профилей, других специалистов.

УДК [613/614+502/504](082)
ББК 51.2я43

ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ. СТАТЬИ

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ У ПАЦИЕНТОВ МЕЖРАЙОННОГО УРОЛОГИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ УЗ «НЕСВИЖСКАЯ ЦЕНТРАЛЬНАЯ РАЙОННАЯ БОЛЬНИЦА»

Безушко Д. С., dim.bezushko@yandex.ru,

Дороженкова Т. Е., к. б. н., доцент, dorojenkova@yandex.by

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Мочекаменная болезнь (далее – МКБ) – это хроническое рецидивирующее заболевание, сопровождающееся образованием камней в органах мочевыделительной системы. МКБ занимает одно из ведущих мест среди урологических заболеваний и характеризуется высокой распространенностью и значительными социально-экономическими последствиями. По данным эпидемиологических исследований, в развитых странах МКБ поражает от 5 до 10 % взрослого населения. Высокая частота рецидивов, болезненные приступы почечной колики и необходимость оперативного вмешательства делают проблему особенно актуальной. Изучение факторов риска имеет первостепенное значение для формирования эффективных профилактических программ.

Цель данного исследования заключается в определении ведущих факторов риска мочекаменной болезни среди пациентов межрайонного урологического отделения УЗ «Несвижская центральная районная больница» на основе социологического опроса.

Для анализа факторов риска было проведено анкетирование 30 пациентов с подтвержденным диагнозом мочекаменной болезни. Анкета включала вопросы о наличии сопутствующих заболеваний, семейной предрасположенности, пищевых привычках, потреблении жидкости, уровне физической активности и соблюдении врачебных рекомендаций. Полученные данные были обобщены, проанализированы и представлены в виде диаграмм.

Результаты анкетирования показали, что 72 % респондентов имеют сопутствующие заболевания мочевыделительной системы, в том числе пиелонефрит и цистит. 59 % участников сообщили о случаях мочекаменной болезни среди ближайших родственников, что подтверждает важность наследственного фактора. Что касается пищевых привычек, 68 % респондентов регулярно употребляют жирную, соленую и острую пищу, а 45 % – мясо не менее 2–3 раз в неделю.

Особое внимание уделено качеству питьевой воды – 59 % пациентов используют воду из-под крана, которая, как правило, отличается высокой жесткостью. Регулярное потребление такой воды способствует накоплению солей кальция в организме, повышая риск формирования конкрементов. Также было выявлено, что 74 % опрошенных ведут малоподвижный образ жизни. Низкий уровень физической активности замедляет метаболизм и способствует застойным процессам, что также является предрасполагающим фактором для МКБ.

Существенным является и несоблюдение врачебных рекомендаций. 45 % респондентов признались в нарушении режима лечения: 30 % – не соблюдают диету, 15 % – не принимают назначенные препараты. Кроме того, более 60 % участников отметили частые рецидивы заболевания, что указывает на хронический и прогрессирующий характер патологии (рисунок 1).

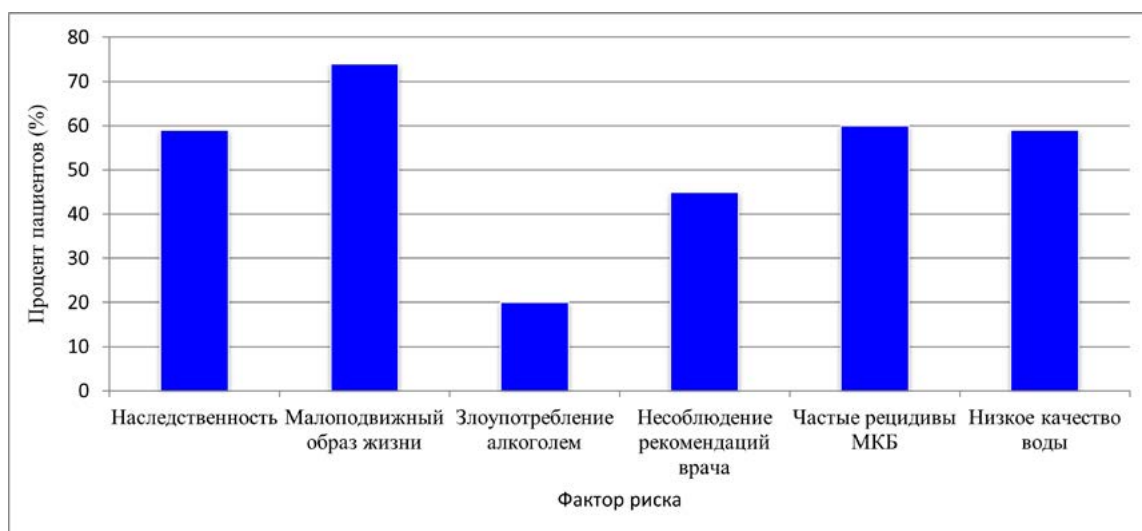


Рисунок 1 – Основные факторы риска МКБ по результатам анкетирования

На вопрос «Страдает ли кто-либо из ваших родственников мочекаменной болезнью?» 59 % ответили положительно, 38 % – отрицательно, «затрудняюсь ответить» – 3 % (рисунок 2).

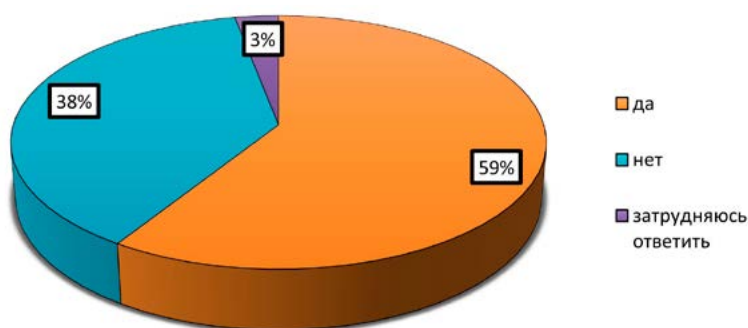


Рисунок 2 – Наследственность при мочекаменной болезни, %

Исходя из данных опроса, мочекаменная болезнь в основной своей массе носит наследственный характер, что говорит о необходимости проведения профилактических мероприятий у лиц, входящих в группу риска.

Употребляют алкоголь в умеренном количестве 53 % опрошенных, не употребляют 27 %, злоупотребляют алкоголем 20 % пациентов (рисунок 3).

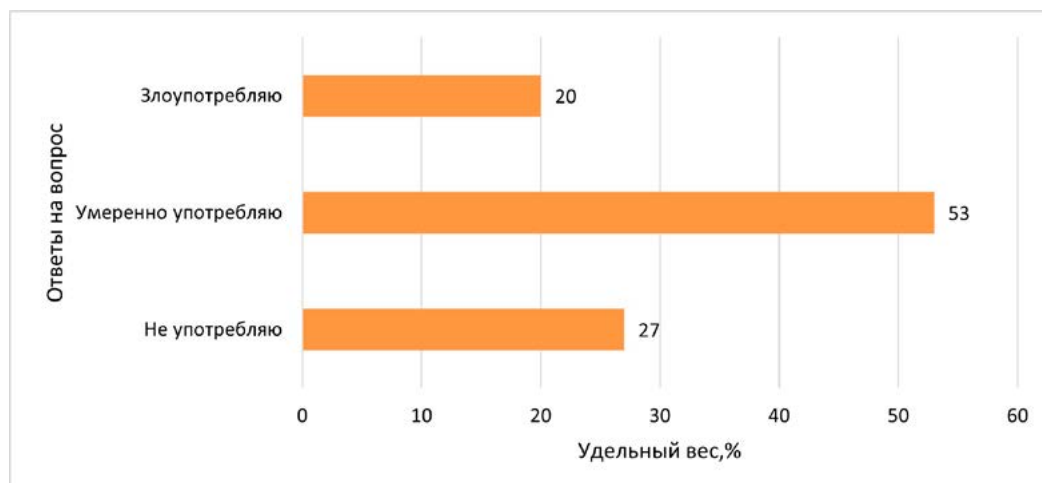


Рисунок 3 – Результаты исследования респондентов в отношении потребления алкоголя, %

Было установлено, что из 30 опрошенных пациентов каждый день употребляют жирную, соленую, острую пищу 27 %, 2–3 раза в неделю – 46 %, редко – 17 % и не употребляют – 10 % (рисунок 4).

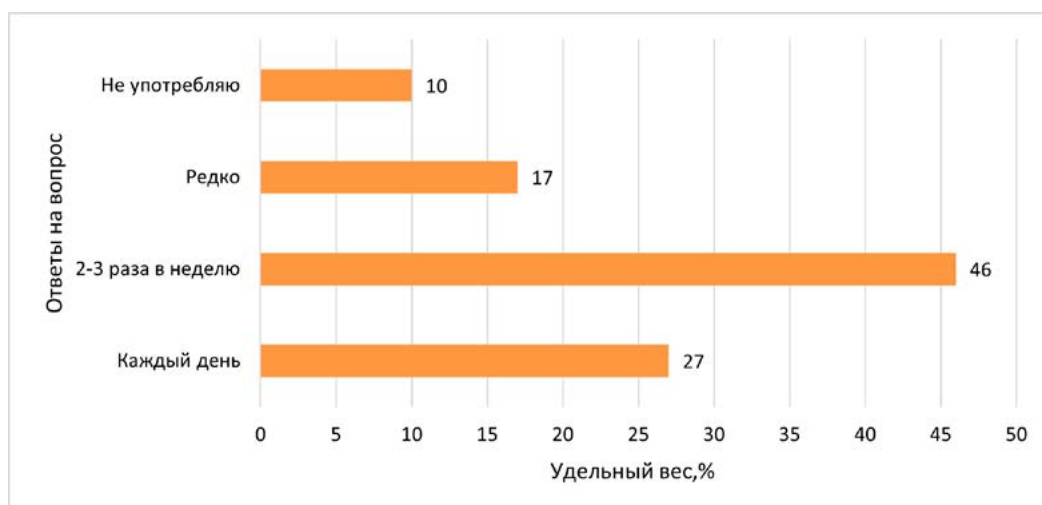


Рисунок 4 – Частота употребление жирной, соленой, острой пищи, %

Таким образом, полученные данные указывают на важность раннего выявления и коррекции факторов риска мочекаменной болезни. Учитывая преобладание модифицируемых факторов – питание, водный режим, физическую активность и соблюдение врачебных рекомендаций, особое внимание следует уделить формированию здорового образа жизни у пациентов, входящих в группу риска. Необходимо также проводить информационные кампании и профилактические осмотры среди населения с наследственной предрасположенностью к заболеванию.

Поступила 29.08.2025

КУЛЬТУРА ДОСУГА – НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Булай А. А., obl@mcge.by,
Петерсон Н. Л., zoz.obl@mcge.by,
Богданова М. А., zoz.obl@mcge.by

Учреждение здравоохранения «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Могилев, Республика Беларусь

Научно-технический прогресс и ускорение ритма жизни в современном обществе создали предпосылки для расширения возможностей досуга и формирования его новых, качественно более высоких форм. Однако многие люди вместо занятий, способствующих социокультурному росту или укреплению здоровья, выбирают времяпрепровождение, останавливающее или даже разрушающее этот рост. Массовая культура, завладевшая современным обществом, не требует интеллектуального напряжения и разборчивости при потреблении ее продукта. Следствием данного процесса является становление «массового» образа жизни, в основе которого лежат модели деятельности, противоречащие принципам физического и духовного здоровья. Более того, не соответствует не только гармоническому развитию личности, но даже пассивному отдыху [1].

С целью изучения особенностей проведения досуга как фактора, влияющего на здоровье населения, в Могилевской области специалистами УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» проведено социологическое исследование методом анкетного опроса на тему «Здоровый досуг – залог долголетия». Участие в анкетировании приняли 1100 респондентов в возрасте от 18 до 69 лет.

Как показало исследование, каждый второй респондент ежедневно имеет достаточно мало свободного времени после работы (учебы) и решения различных бытовых вопросов: 15,5 % указали, что практически

не имеют свободного времени; 7,6 % – менее 1 часа; 25,9 % – около 1–2 часов. От 2 до 3 свободных часов в день имеют 26,1 % опрошенных, более 3 часов – 24,9 %. При оценке свободного времени определено, что в среднем у мужчин ежедневно остается 2,5 часа личного времени, у женщин – 2,3 часа.

В будние дни наиболее популярными видами досуга являются: просмотр социальных сетей, видео, общение через интернет (37,8 %); общение в кругу семьи (36,9 %); просмотр телевизора (28,2 %); занятия любимым делом (хобби) (23,3 %); общение с друзьями вне дома (19,2 %); общение по телефону (18,3 %); сон (12,5 %); спорт (12 %); чтение (11,9 %) и др. Тройка лидеров досуга у мужчин и женщин одинаковая. Установлено, что мужчины в среднем уделяют больше времени активному отдыху (хобби, спорт), тогда как женщины – спокойным занятиям, таким как общение в социальных сетях и по телефону. Кроме того, зафиксированы различия в продолжительности сна: мужчины в среднем спят дольше, чем женщины.

Досуг в выходные дни у населения обычно такой: общение в кругу семьи (44,5 %); просмотр социальных сетей, видео, общение через интернет (32,5 %), занятия любимым делом (28,3 %), общение с друзьями вне дома (27,4 %), отдых на природе (26 %), просмотр телепередач (23,8 %), сон (21,8 %), общение по телефону (17 %), активный отдых (рыбалка, охота, путешествия) (13,4 %), спорт (10,5 %), чтение (10,5 %), посещение культурных заведений (8,1 %), посещение церкви (6,2 %) и др.

В ходе исследования были выявлены возрастные особенности в структуре досуга респондентов. Участники были распределены по трем возрастным группам: 18–30 лет, 31–50 лет и старше 50 лет. Анализ показал, что, несмотря на универсальную популярность времяпрепровождения в кругу семьи, дальнейшие предпочтения различаются. Так, респонденты младшей группы отдают предпочтение социальным сетям и общению с друзьями; средней группы – социальным сетям и отдыху на природе; старшей группы – просмотру телепередач и занятиям хобби.

В данном исследовании досуг населения рассматривался с точки зрения его влияния на здоровье человека. Анализируя структуру и разнообразие досуга респондентов, отметим, что более $\frac{2}{3}$ выбирают достаточно пассивный образ времяпрепровождения, как в будни, так и в выходные дни: домашнее общение, социальные сети, телефонные разговоры. Активный отдых и спорт предпочитает лишь каждый десятый респондент.

Согласно данным опроса, ключевым фактором организации досуга респонденты считают наличие хорошей компании (64,4 %). Проводить свободное время жители Могилевской области предпочитают чаще всего с семьей (61,1 %), с друзьями (21,5 %), с любимым человеком (8,2 %). Каждый десятый (9,2 %) проводит свой досуг в одиночестве.

Ранжирование факторов, определяющих успешность досуга, по мнению респондентов, выглядит следующим образом (помимо наличия хорошей компании): вкусная еда (40,0 %), посещение живописных мест (35,4 %), приятное музыкальное сопровождение (28,5 %), комфортная обстановка (26,5 %), активные и спортивные развлечения (16,6 %), интеллектуальные или творческие мероприятия (12,3 %), а также различные формы аддиктивного поведения (10,6 %).

Анализ предпочтений выявил гендерно-обусловленные различия в структуре праздничного досуга. Мужчины определяют идеальный праздник через три ключевых элемента: коммуникацию (общение в компании), гастрономию (вкусная еда) и музыкальный фон. Для женщин, помимо общения и гастрономии, значимым элементом выступает эстетически насыщенная пространственная среда, подразумевающая посещение красивых мест.

Результаты исследования демонстрируют, что для подавляющего большинства респондентов праздник неразрывно связан с застольем в кругу близких. Вместе с тем выявлены значимые различия в предпочитаемых форматах празднования. Наиболее популярными являются домашнее застолье с родными или друзьями (34,9 %) и отдых на природе (35,6 %). Менее распространены посещение заведений общественного питания (10,5 %) и активные формы досуга (9,1 %). При этом 9,9 % опрошенных указали, что не отмечают праздники. Стоит обозначить, что молодежь в два раза чаще представителей других возрастных групп отдает предпочтение празднованию вне дома.

С одной стороны, большинство рассмотренных видов досуга можно охарактеризовать как способствующие укреплению здоровья, поскольку праздничная активность и позитивное социальное взаимодействие снижают уровень стресса и риск связанных с ним заболеваний, оказывая положительное влияние на психофизиологическое состояние человека.

С другой стороны, такое времяпрепровождение может нести и ряд негативных последствий, если важное место в нем занимает алкоголь. По данным исследования 22,9 % респондентов на вопрос «Как Вы можете охарактеризовать свое отношение к потреблению алкоголя во время празднования значимых для Вас событий (и/или во время важных встреч с близкими, проведения досуга с друзьями)?» отметили, что не употребляют алкоголь. Более половины респондентов (59,4 %) выбрали следующую характеристику: «могу позволить себе небольшое количество алкоголя по праздничному поводу, после которого испытываю состояние легкого опьянения»; «выпиваю среднюю дозу алкоголя, после чего ощущаю себя в состоянии

алкогольного опьянения» – такое определение выбрали 15,5 % опрошенных; «выпиваю достаточно много алкоголя, после чего ощущаю себя сильно пьяным» – 2,2 %.

Каждый второй мужчина выбирает так называемую «легкую дозу» алкоголя, каждый четвертый – «среднюю или крепкую». Среди женщин $\frac{2}{3}$ предпочитают выпить небольшое количество спиртного «по поводу», каждая десятая – дозу побольше. Молодежь до 30 лет чаще респондентов среднего возраста отмечала, что предпочитает небольшую дозу алкоголя. Люди в возрасте 41–50 лет по данным анкетирования оказались самыми пьющими среди прочих возрастных категорий.

Еще одной проблемой современного времяпрепровождения является интернет-зависимость. И актуальна эта проблема не только для подрастающего поколения. Как было описано выше, «зависание» в сети, общение в социальных сетях, просмотр видео, компьютерные игры и т. д. – все это является одним из основных способов провести свободное время в будни и в выходные дни. По данным исследования, только 8,6 % респондентов не пользуются (или пользуются крайне редко, не каждый день) интернетом. Менее часа в сутки там проводят 21,2 % респондентов, 1–2 часа – 34,8 %, 2–3 часа – 18,5 %, 3–4 часа – 9,5 %, более 4 часов – 7,4 % (респонденты не учитывали время проведения в Сети по рабочим вопросам).

Как было описано выше, в среднем взрослый житель имеет 2,5 часа свободного времени в будний день. Таким образом, большинство проводят его именно в своем телефоне или компьютере. Особые опасения вызывает молодежь. Так, в возрасте 18–30 лет около половины опрошенных (47 %) проводят свой досуг в интернете более 3 часов в сутки.

Отдельный блок вопросов касался изучения активного досуга населения. 84 % респондентов (81,9 % мужчин и 86,1 % женщин) соблюдают рекомендуемый Всемирной организацией здравоохранения минимум двигательной активности (20 минут ежедневно). Самая высокая двигательная активность отмечается у молодежи в возрасте от 18 до 30 лет.

На первый взгляд, 84 % физически активного населения – достаточно хороший показатель. Но, к сожалению, в большинстве случаев эта активность достигается за счет обычной бытовой деятельности человека, а не целенаправленных занятий спортом. Так, на вопрос «Занимаетесь ли Вы каким-либо видом спорта?» более половины респондентов (57,8 %) выбрали вариант ответа «нет, занимаюсь обычной повседневной активностью (походы на работу, в магазин, работа по дому), никаких дополнительных спортивных нагрузок не имею». О том, что регулярно делают зарядку и/или пробежки и/или упражнения на уличных тренажерах и/или дыхательные упражнения, сказали 15,5 % опрошенных. Еще 21,5 % занимаются спортом время от времени (иногда ходят в тренажерный зал и/или бассейн и/или посещают спортивные тренировки). Профессиональным спортом и/или регулярными тренировками занимаются лишь 4,5 % населения.

Как показало исследование, в абсолютном большинстве населенных пунктов созданы условия для занятий физической культурой и спортом, а также зоны для семейного отдыха. Благоустроенные дворовые площадки для детей есть по месту жительства 77,2 % респондентов, стадионы и/или беговые дорожки – 73,4 %, физкультурно-оздоровительные учреждения – 73,5 %, велосипедные дорожки – 58,4 %, спортивные секции для детей – 63,3 %, зоны отдыха для детей, семей с детьми (в парках, скверах) – 71,3 %. К сожалению, регулярно пользуются всей этой инфраструктурой лишь около четверти населения.

Таким образом, возможности увеличивать свою физическую активность, улучшая тем самым свое самочувствие, есть у большинства населения Могилевской области. Однако, как показало исследование, желание есть лишь у трети респондентов (36,4 % хотели бы увеличить физическую активность). Нынешняя физическая активность устраивает 58,3 % опрошенных, а 5,3 % хотели бы ее уменьшить. Помимо того, что большинство устраивает их физическая активность, многих устраивает и в целом их образ жизни: 23,6 % называют его «здоровым», еще 55,8 % – «скорее здоровым». «Скорее не здоровый» он у 18,5 %, а «совершенно не здоровый» – у 2,1 %.

Тем не менее, респондентов попросили порассуждать над тем, какие перемены в их образе жизни смогли бы улучшить состояние здоровья. Только 15,9 % указали, что ничего менять не надо. Остальные гипотетически готовы к переменам. Вот список желаемых изменений: избегание стрессовых ситуаций (44,5 %), полноценный сон и соблюдение режима дня (36,5 %), увеличение двигательной активности (30,4 %), коррекция питания (24,1 %), отказ от курения (15,1 %); выполнение рекомендаций врача (9,5 %), отказ от алкоголя (7 %) и др.

В рамках исследования, респонденты также выделили те приоритетные сферы, перемены в которых создали бы в их населенном пункте условия, способствующие ведению здорового образа жизни: создание мест для активного досуга населения (33,2 %), возведение спортивных объектов (24,7 %), строительство качественных детских площадок и зон семейного отдыха (22,8 %), улучшение экологии города (19,7 %), финансовая доступность спортивных объектов (16,6 %), ограничение продажи алкоголя и табака (14,2 %), усиление профилактической работы (11,6 %). При этом 25,8 % респондентов отметили, что все условия созданы, главное желание самих людей вести здоровый образ жизни.

Культура досуга – неотъемлемая, важная и формообразующая составляющая здорового образа жизни. В выборе видов досуговой деятельности особенно ярко отражается уровень развития личности, ее направленность, степень формирования жизненной позиции. Здоровый образ жизни подразумевает выбор грамотных, эффективных форм досуга. Досуг же в свою очередь является формообразующей составляющей для выбора поведенческих моделей и социализации личности, т. е. формирует личность [2]. Очень важно развивать оба явления одновременно. Важно качественно улучшить профилактическую работу с населением, объясняя им важность выбора здорового досуга, а также развивать досуговую инфраструктуру в населенных пунктах, делая ее более доступной, как территориально, так и финансово.

Литература

1. Кутузовская, А. С. Культура досуга – необходимый элемент формирования здорового образа жизни / А. С. Кутузовская // Актуальные вопросы общественных наук: социология, политология, философия, история : сб. ст. по матер. XLVIII междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 22 апр. 2015 г. ; редкол.: В. Е. Карпенко [и др.]. – Новосибирск, 2015. – № 4 (45). – С. 36–44.
2. Воробьев, В. И. Слагаемые здоровья / В. И. Воробьев. – Минск : Вышэйшая школа, 2003. – 223 с.

Поступила 15.09.2025

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА СБРАСЫВАЕМЫХ СТОЧНЫХ ВОД МЕГАПОЛИСА ЗА 2014–2024 ГГ.

^{1,2}Краскевич Д. А., dkraskevich@gmail.com,

¹Белова Е. В., belova_e_v@staff.sechenov.ru,

¹Шубина А. В., alisa17112003@gmail.com,

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва, Российская Федерация;

²Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Российская Федерация

Рост антропогенной нагрузки на водные экосистемы мегаполисов обусловлен увеличением численности населения, урбанизацией и развитием промышленности. В результате значительные объемы сточных вод, содержащих широкий спектр химических и биологических загрязнителей, поступают в поверхностные водные объекты. По данным исследований, городские сточные воды представляют собой один из основных факторов ухудшения качества поверхностных вод и распространения биологических рисков, включая патогенные микроорганизмы и резистентные штаммы [1–3].

Москва является крупнейшим мегаполисом России и одним из ведущих городов по объемам образующихся сточных вод, которые в среднем достигают более 1 млрд тонн в год. Основными объектами очистки являются Курьяновские и Люберецкие очистные сооружения (далее – ОС), входящие в число крупнейших в Европе, а также Зеленоградские и Южнобутовские ОС. Сброс сточных вод после очистки осуществляется в реку Москву и ее притоки р. Пехорка и р. Десна. Эффективность очистки сточных вод в г. Москве имеет не только региональное, но и федеральное значение в контексте санитарно-эпидемиологической безопасности и охраны водных ресурсов.

Городские сточные воды отличаются высоким уровнем variability состава и содержат органические вещества, биогенные элементы (азот, фосфор), тяжелые металлы, поверхностно-активные вещества, нефтепродукты, а также широкий спектр микробиологических и паразитологических загрязнителей [4]. При недостаточной эффективности очистки и обеззараживания они становятся источником биологической и химической опасности, способной оказывать негативное воздействие как на экосистемы, так и на здоровье населения. В мировой практике доказана высокая значимость заключительных стадий обработки сточных вод, включая ультрафиолетовое обеззараживание, которое обеспечивает снижение микробиологической контаминации без образования токсичных побочных продуктов, характерных для хлорирования [1].

В период 2014–2024 гг. в г. Москве был реализован комплекс мероприятий по реконструкции ОС, включающий модернизацию блоков, биологической очистки, установку ультрафиолетового обеззараживания,

а также оптимизацию процессов механической и химической обработки стоков. Одновременно в России происходили изменения нормативно-правовой базы: с 2021 г. введены в действие санитарные правила СанПиН 1.2.3685-21, предусматривающие новые подходы к нормированию качества сточных вод.

Целью исследования является анализ многолетнего мониторинга качества сточных вод на ОС г. Москвы за 2014–2024 гг., оценка динамики санитарно-химических, микробиологических, паразитологических и вирусологических показателей, а также определение эффективности реализованных природоохранных и санитарно-эпидемиологических мероприятий.

Анализ качества сточных вод ОС г. Москвы, сбрасываемых в поверхностные водоемы, проводился по результатам инструментальных исследований проб испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», которые были выполнены по поручению Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по г. Москве за период 2014–2024 гг. [4]. Лабораторные исследования сточной воды на водовыпусках включали определение органолептических и санитарно-химических показателей (окраска, запах, концентрация взвешенных веществ, биологическое потребление кислорода (далее – БПК₅), нефтепродукты, растворенный кислород, pH, поверхностно-активные вещества, аммиак, нитриты, нитраты, цианиды, хлориды, химическое потребление кислорода (далее – ХПК), железо, общий хром, марганец, никель, медь, цинк, мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, фосфор, дигидросульфид); микробиологических показателей (до января 2022 г. – обобщенные колиформные бактерии, колифаги, а термотолерантные колиформные бактерии, с января 2022 г. – энтерококки и *Escherichia coli*); паразитологических показателей (цисты патогенных кишечных простейших и яйца гельминтов). С января 2020 г. в программу исследований были добавлены вирусологические показатели: антигены ротавируса, РНК энтеровирусов, РНК астровирусов, РНК вируса гепатита А и РНК норовируса II типа.

В период с 2014 по 2024 г. на водовыпусках ОС г. Москвы было отобрано 4476 проб, проведено 27 783 санитарно-химических, 5575 микробиологических, 2530 паразитологических и 1691 вирусологических исследований.

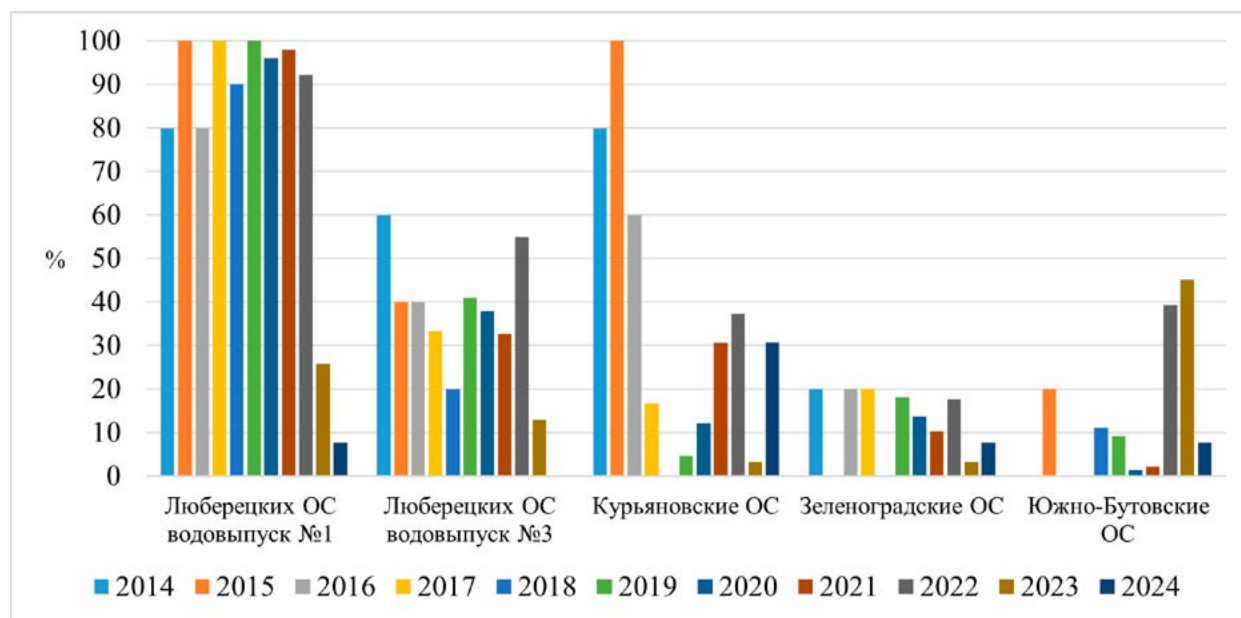


Рисунок 1 – Доля неудовлетворительных проб по микробиологическим показателям на водовыпусках ОС г. Москвы за 2014–2024 гг.

На Люберецких ОС на водовыпуске № 1 фиксировалась наибольшая доля неудовлетворительных проб, что было связано с отсутствием блока ультрафиолетового обеззараживания. После завершения реконструкции и ввода УФ-блока в 2023 г. наблюдалось существенное улучшение качества сбрасываемых сточных вод – доля неудовлетворительных проб снизилась до единичных случаев. На водовыпуске № 3 Люберецких ОС сохранялись эпизодические превышения, вероятно обусловленные недостаточной эффективностью работы отстойников и аэротенков. В 2021–2024 гг. на Курьяновских ОС и в 2022–2023 гг. на Южно-Бутовских ОС наблюдалось увеличение доли неудовлетворительных проб. В целом, результаты указывают на высокую эффективность внедрения УФ-обеззараживания как ключевого фактора стабилизации микробиологического качества сточных вод.

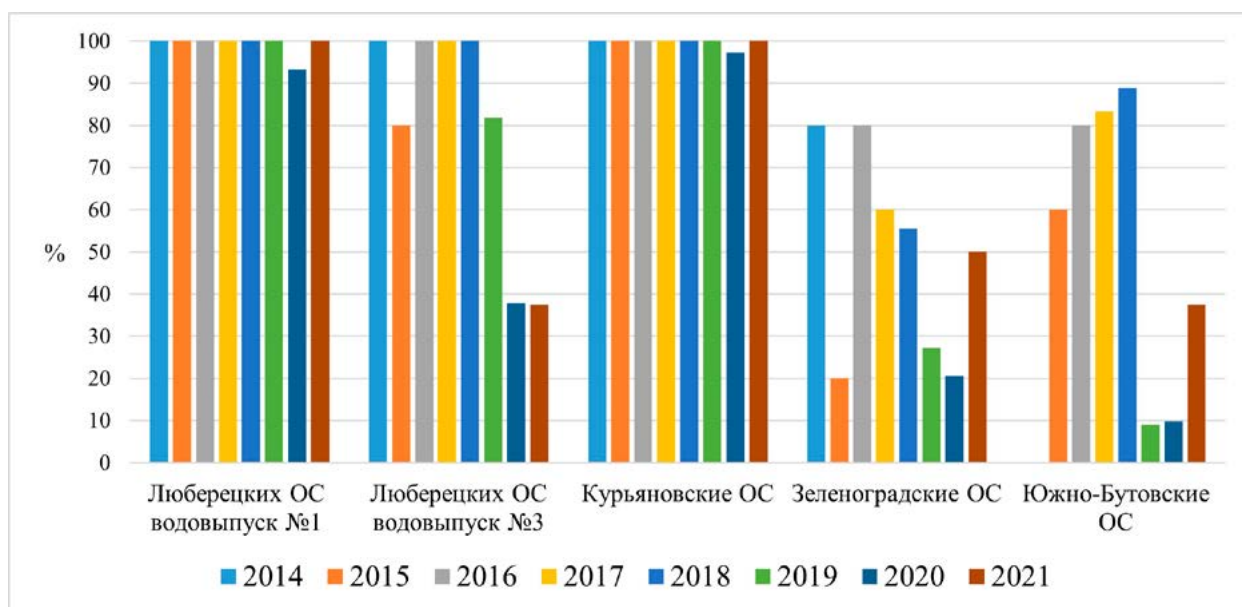


Рисунок 2 – Доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям на водовыпусках ОС г. Москвы за 2014–2021 гг.

В период 2014–2021 гг. отмечался стабильно высокий процент неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям. Основными показателями, превышавшими гигиенические нормативы, были БПК₅, ХПК, аммиак и железо. В связи с вступлением в силу СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» санитарно-химические показатели в сточной воде на водовыпусках ОС не нормируются, однако по результатам исследований в 2021–2023 гг. также отмечались стабильно высокие уровни значений концентраций взвешенных веществ, железа и аммиака на водовыпусках Курьяновских и Люберецких ОС.

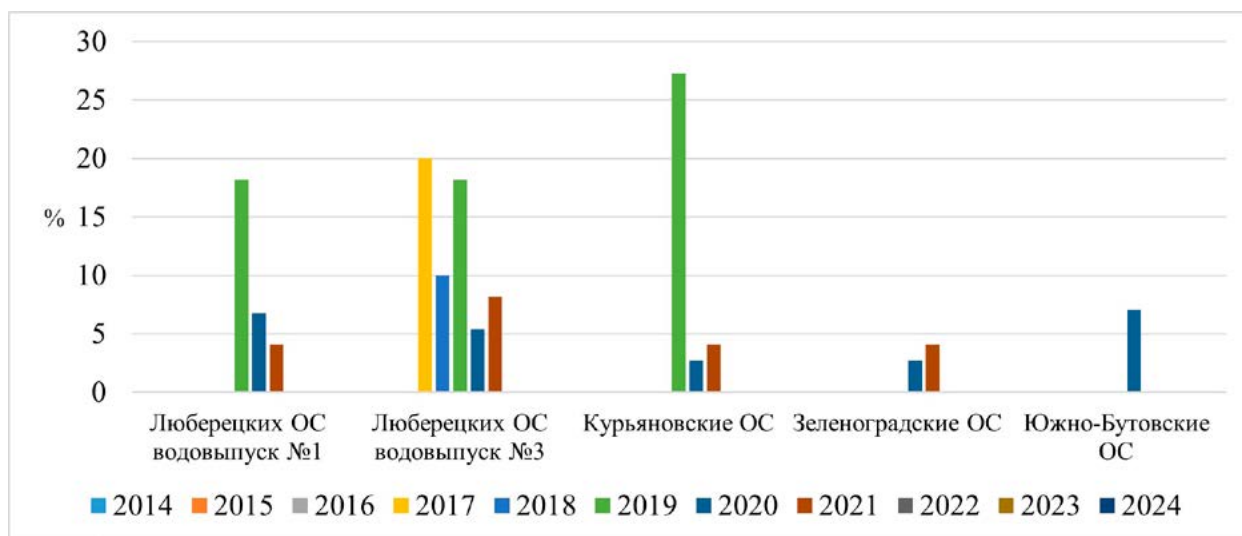


Рисунок 3 – Доля неудовлетворительных проб по паразитологическим показателям на водовыпусках Люберецких ОС за 2014–2024 гг.

По паразитологическим показателям были выявлены единичные неудовлетворительные пробы при обнаружении жизнеспособных яиц токсокар и жизнеспособные цисты лямблий. Так, процент неудовлетворительных проб на Люберецких ОС водовыпуск № 1 составил в 2017 г. – 20 %, в 2018 г. – 10 %, в 2019 г. – 18 %, в 2020 г. – 8,1 %, в 2021 г. – 8,16 %, на Люберецких ОС водовыпуск № 3 составил в 2019 г. – 18 %, в 2020 г. – 5,4 %, в 2021 г. – 4,08 %, в 2022 – 1,96 %, на Курьяновских ОС составил в 2019 г. – 27 %, в 2020 г. – 2,7 %, в 2021 г. – 4 %, Зеленоградских ОС составил в 2020 г. – 2,7 %, в 2021 г. – 4 %, Южно-Бутовских ОС составил в 2020 г. – 7 % (рисунок 3).

По результатам исследований в рамках проведенного мониторинга в 2020–2024 гг. пробы сточной воды по вирусологическим показателям на всех водовыпусках ОС соответствовали установленным нормативам. Это свидетельствует о высокой эффективности вирусологического обеззараживания.

На основании изложенного, а также в рамках работы, направленной на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия, недопущения завоза и распространения на территории г. Москвы опасных инфекционных заболеваний Управлением Роспотребнадзора по г. Москве совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в 2023 г. была организована работа по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности объектов АО «Мосводоканал», в том числе его ОС:

разработан и согласован План мероприятий АО «Мосводоканал» при угрозе распространения особо опасного инфекционного заболевания с водным путем передачи, в котором определены порядок, сроки реагирования, ответственные лица, форма передачи информации, перечень контролируемых показателей и алгоритмы действий по усилению режима усиления санитарно-эпидемиологической безопасности;

разработан и согласован Алгоритм действий Управления Роспотребнадзора по г. Москве и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» по обеспечению контроля за факторами среды обитания и предотвращению распространения возбудителя особо опасного инфекционного заболевания водным путем;

по каждому факту несоответствий действующим нормативам по микробиологическим показателям Управлением Роспотребнадзора по г. Москве выдавались предписания АО «Мосводоканал» о проведении дополнительных санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на ОС.

Проведенный десятилетний мониторинг показал, что реконструкция ОС Москвы, включающая внедрение блоков ультрафиолетового обеззараживания и модернизацию стадий механической и биологической очистки, оказала выраженный положительный эффект в отношении микробиологической и паразитологической безопасности сточных вод. Вместе с тем сохраняются высокие уровни отдельных санитарно-химических показателей, что определяет необходимость дальнейшего развития технологий удаления биогенных элементов и микроэлементов.

Таким образом, комплексный подход к модернизации ОС и систематический санитарно-гигиенический мониторинг позволяют существенно снижать эпидемиологические и экологические риски, однако требуют продолжения работы по оптимизации технологических процессов и адаптации нормативной базы к современным условиям мегаполиса.

Литература

1. Gibson, J. UV Disinfection of Wastewater and Combined Sewer Overflows / J. Gibson, J. Drake, B. Karney // *Ultraviolet Light in Human Health, Diseases and Environment* ; ed. by S. I. Ahmad. – Cham, 2017. – Ch. UV Light in Sterilization. – P. 267–275. – (Series «Advances in Experimental Medicine and Biology», vol. 996).
2. Гигиеническая оценка сбрасываемых сточных вод на Люберецких очистных сооружениях города Москвы / Д. А. Краскевич, А. И. Худобородов, Д. В. Щербаков [и др.] // *Российский журнал экологической и восстановительной медицины*. – 2025. – № 2. – С. 59–65.
3. Comparison of low- and medium-pressure ultraviolet lamps: Photoreactivation of *Escherichia coli* and total coliforms in secondary effluents of municipal wastewater treatment plants / M. Guo, H. Hu, J. R. Bolton, M. G. El-Din // *Water Research*. – 2009. – Vol. 43, iss. 3. – P. 815–821. – DOI: 10.1016/j.watres.2008.11.028.
4. Оптимизация методов санитарно-микробиологического и санитарно-паразитологического контроля сточных вод / А. В. Загайнова, М. М. Асланова, И. В. Курбатова [и др.] // *Гигиена и санитария*. – 2022. – Т. 101, № 5. – С. 545–555.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2024 году : Государственный доклад // Управление Роспотребнадзора по г. Москве. – URL: https://77.rospotrebnadzor.ru/images/GZ_2024.pdf (дата обращения: 30.09.2025).

Поступила 30.09.2025

КУРЕНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА ТРОМБОТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ ТРОМБОЦИТЕМИЕЙ

Мартинков В. Н., к. б. н., доцент, martinkov@rcrm.by,

Новик Д. К., novikdk@mail.ru,

Силин А. Е., к. б. н., доцент, arksil@mail.ru

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Республика Беларусь

Тромбозы и геморрагии относятся к наиболее распространенным осложнениям и частым причинам смертности при Rh-негативных хронических миелопролиферативных заболеваниях (далее – МПЗ). Тромботические события с разной частотой возникают среди подтипов МПЗ, чаще встречаются у пациентов с истинной полицитемией (30–41 %) и эссенциальной тромбоцитемией (далее – ЭТ) (19–32 %), менее часты у пациентов с первичным миелофиброзом (7–15 %) [1].

Шкала IPSET-thrombosis – международная прогностическая шкала риска тромбозов, разработана в 2012 г. для стратификации риска тромботических осложнений у пациентов с впервые диагностированной ЭТ и применяется в клинической практике для выбора оптимальной тактики лечения [2].

В соответствии со шкалой IPSET-thrombosis, наряду с возрастом старше 60 лет, присутствием тромбозов в анамнезе и наличием мутации JAK2V617F, к числу прогностических факторов относят сердечно-сосудистые факторы риска (сахарный диабет, курение, артериальная гипертензия) [3].

Перечисленные факторы относятся к эндогенным, так как они являются неотъемлемыми характеристиками пациента, тогда как курение можно рассматривать как экзогенный фактор вследствие того, что табачный дым поступает в организм извне. В отличие от других факторов риска, данный фактор возможно устранить при отказе от курения, тем самым можно повлиять на риск развития осложнений.

В то время как негативная роль курения в формировании сердечно-сосудистых нарушений не вызывает сомнения, вопрос о том, насколько существенным является повышение риска развития тромбозов у курящих пациентов с ЭТ, не до конца изучен. В большинстве исследований проанализирована частота тромбозов в зависимости от наличия сердечно-сосудистых факторов риска как единой категории, между тем есть сведения, что самостоятельное значение курения в отношении формируемого риска может быть менее выраженным в сопоставлении с наличием у пациента артериальной гипертензии или сахарного диабета. По этой причине актуальным является определение взаимосвязи между курением табака и тромботическими осложнениями у пациентов с ЭТ.

Цель – определить частоту тромботических событий в анамнезе у пациентов с ЭТ в зависимости от статуса курения.

В группу исследования были включены 174 пациента с ЭТ, состоящих на диспансерном учете в ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» (г. Гомель) в 2023–2024 гг. Возраст пациентов составил 60,5 [48; 69] лет. Диагностику ЭТ выполняли в соответствии с критериями ВОЗ (2008 и 2016 гг.). Пациентов женского пола было в 2,6 раза больше (125; 71,8 %), чем мужского (49; 28,2 %), при этом не выявлено различий по возрасту в зависимости от пола ($p = 0,896$). Статус курения определяли путем личного анкетирования пациентов. Наличие тромботических осложнений в анамнезе определяли из медицинской документации пациентов.

Время от даты установления диагноза ЭТ до регистрации исходов составило 49 [8; 79] месяцев. Так как указанный период времени относительно небольшой, анализировали общую частоту развития тромбозов как до установления диагноза, так и после.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием Statistica 6.1. Наличие различий между группами по качественным показателям определяли на основе критерия χ^2 , по количественным показателям – на основе критерия Манна – Уитни. Критическим считали значение уровня значимости $p = 0,05$.

Регулярно курящими на момент проведения исследования были 12,1 % пациентов (21/174). Медиана стажа курения составила 30 лет (минимум – 3 года, максимум – 57 лет), медиана количества выкуриваемых сигарет в сутки была равна 17,5 шт. (минимум – 2, максимум – 30 сигарет).

Группы курящих и некурящих пациентов значимо не отличались по возрасту на момент включения в исследование: 59 лет и 61 год, уровень значимости различий $p = 0,163$. Среди пациентов старше 60 лет на момент включения в исследование курящими были 9,2 % (8/87), среди пациентов возраста менее 60 лет – 14,9 % пациентов (13/87), $p = 0,245$.

Курение среди пациентов мужского пола – 32,7 % (16/49) регистрировалось в 8 раз чаще, чем среди пациентов женского пола – 4,0 % (5/120), $p < 0,001$. Среди курящих было 76,2 % пациентов мужского пола и 23,8 % женского.

Тромботические осложнения в анамнезе определены у 31 пациента (17,8 %), в том числе среди лиц мужского пола – у 11 (22,4 %), среди лиц женского пола – у 20 пациентов (16,0 %), $p = 0,317$.

Доля пациентов с тромботическими событиями среди курящих составила 19,0 % (4/21), среди некурящих – 17,1 % (26/152), ОШ 1,1 (95% ДИ: 0,3–3,5), различия между группами статистически незначимы $p = 0,875$. В группе курящих пациентов зарегистрировано 6 тромботических событий у 4 пациентов мужского пола (100 %). В группе некурящих пациентов определено 31 тромботическое событие у 26 пациентов, из которых 7 были мужского пола (27 %).

В то же время частота присутствия артериальных тромбозов в анамнезе в группе курящих пациентов 19,0 % (4/21) была несколько больше, чем среди некурящих 11,1 % (17/153), ОШ 1,9 (95% ДИ: 0,6–6,3), но различия также были статистически незначимыми $p = 0,295$. Эти сведения согласуются с данными публикации Alvarez-Larran et al., 2023, о том, что шкала IPSET более подходит для определения риска артериальных тромбозов [4].

У всех 4 курящих пациентов с тромботическими осложнениями были определены артериальные тромбозы: у одного из пациентов зарегистрирован острый инфаркт миокарда, у одного – острое нарушение мозгового кровообращения (ишемический инсульт), у одного – оба данные события в течение одного года. Еще у одного из пациентов в анамнезе был ишемический инсульт, а также тромбоз вен нижних конечностей. У трех из курящих пациентов тромботические осложнения впервые возникли до даты постановки диагноза ЭТ, у одного – после постановки диагноза, но все они были курящими на момент возникновения тромботических событий.

Следует отметить, что исключение фактора курения при расчете риска по шкале IPSET-thrombosis привело к изменению прогнозируемого риска лишь для одного пациента из 174: риск для него изменился с промежуточного на низкий. У данного пациента не было тромбозов в анамнезе, в то время как стаж курения для него составил 57 лет с выкуриванием около 30 сигарет в сутки.

Установлено, что в группе курящих пациентов с ЭТ чаще определялся повышенный уровень гемоглобина крови (более 160/165 г/л) – 19,0 % случаев (4/21), тогда как среди некурящих – лишь в 3,9 % случаев (6/147), $p = 0,005$, аналогично чаще определялось и повышенное значение гематокрита (более 48/49 %) – 61,9 % (13/21) и 21,7 % (33/152) соответственно, $p = 0,0001$. Однако различия между группами в зависимости от статуса курения были не значимыми по частоте превышения количества тромбоцитов (более $450 \times 10^9/\text{л}$) – 71,4 % и 64,1 %, $p = 0,507$, а также превышения количества лейкоцитов (более $11 \times 10^9/\text{л}$) – 14,3 % и 5,9 %, $p = 0,154$.

Гипергомоцистеинемия (уровень гомоцистеина более 15 мкмоль/л) выявлялась в группах курящих и некурящих пациентов с близкой частотой: 33,3 % и 27,0 %, $p = 0,542$.

Не выявлено значимых различий по частоте отклонения от нормы показателей биохимического анализа крови и гемостазиограммы в зависимости от статуса курения, $p > 0,05$.

Как отмечено в литературе для общей популяции, повышение показателей общего анализа крови, таких как гематокрит, количество лейкоцитов и тромбоцитов, гипергомоцистеинемия и повышение уровней провоспалительных интерлейкинов могут относиться к тем факторам, посредством которых курение связано с увеличением риска развития артериальной гипертензии и инсульта [5]. Между тем по данным исследований при МПЗ взаимосвязь курения, как самостоятельного прогностического фактора, с риском тромботических событий определяется преимущественно как слабая или статистически незначимая [5].

Таким образом, при проведении исследования определена доля курящих лиц среди пациентов с ЭТ, она составила 12,1 %. Среди пациентов курение было значительно более распространено среди мужчин, но не зависело от возраста. Нами не установлено существенного изменения риска развития тромботических осложнений в зависимости от статуса курения при ЭТ. Однако с учетом несколько большей частоты артериальных тромбозов (в 1,7 раза больше, $p = 0,295$) среди курящих пациентов с ЭТ особое внимание целесообразно уделить профилактике инфаркта миокарда и острого нарушения мозгового кровообращения для указанной категории пациентов.

Литература

1. Griesshammer, M. Thromboembolic events in polycythemia vera / M. Griesshammer, J. J. Kiladjian, C. Besses // *Annals of Hematology*. – 2019. – Vol. 98. – P. 1071–1082.
2. Development and validation of an International Prognostic Score of thrombosis in World Health Organization-essential thrombocythemia (IPSET-thrombosis) / T. Barbui, G. Finazzi, A. Carobbio [et al.] // *Blood*. – 2012. – Vol. 120, iss. 26. – P. 5128–5133.

3. Practice-relevant revision of IPSET-thrombosis based on 1019 patients with WHO-defined essential thrombocythemia / T. Barbui, A. M. Vannucchi, V. Buxhofer-Ausch [et al.] // Blood Cancer Journal. – 2015. – Vol. 5. – Art. № e369.

4. Application of IPSET-thrombosis in 1366 Patients Prospectively Followed From the Spanish Registry of Essential Thrombocythemia / A. Alvarez-Larran, B. Cuevas, P. Velez [et al.] // HemaSphere. – 2023. – Vol. 7, iss. 8. – Art. № e936.

5. Hasselbalch, H. C. Smoking as a contributing factor for development of polycythemia vera and related neoplasms / H. C. Hasselbalch // Leukemia Research. – 2015. – Vol. 39, iss. 11. – P. 1137–1145.

Поступила 10.09.2025

СВЯЗЬ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА С РАЗЛИЧНЫМИ БИОХИМИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОСТАВА КРОВИ У ЛИЦ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА

Реджепова А. С., redzhepovaalena@mail.ru,

Долич В. Н., vndolich@mail.ru,

Заикина И. В., innaza2@mail.ru,

Осунгов Н. О., 20injustice02@gmail.com

Саратовский медицинский научный центр гигиены Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Саратов, Российская Федерация

Метаболический синдром (далее – МС) является одним из важнейших факторов риска развития социально-значимых хронических неинфекционных заболеваний, таких как болезни системы кровообращения, ряд онкологических заболеваний, сахарный диабет 2-го типа, выступающих в качестве ведущих причин преждевременной смертности [1]. Результаты многочисленных исследований указывают на широкое многообразие факторов риска, в числе которых высокий интерес представляет изучение биохимического состава показателей крови. В научной литературе присутствует достаточное количество установленных связей между МС и целым рядом биохимических показателей (общий холестерин, триглицериды, липопротеины низкой плотности, витамин группы D), которые на основании глубокого изучения патогенетической связи стали типичными маркерами, ассоциированными с метаболическим синдромом [2]. При этом в последние годы происходит активное изучение прочих биохимических показателей, которые также могут иметь потенциальную опосредованную связь с риском развития МС [3]. В настоящее время среди многообразного биохимического состава крови остается достаточно широкий перечень показателей, связь с МС которых менее очевидна, что требует их дальнейшего изучения с целью получения новых знаний о риске развития данной патологии.

Цель настоящего исследования – изучить связь метаболического синдрома с различными биохимическими показателями состава крови у лиц трудоспособного возраста.

На базе Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено одномоментное исследование, в рамках которого изучена связь между распространенностью МС и биохимическим составом крови у работающего населения Саратовской области. В исследовании приняли участие 258 человек в возрасте 45–55 лет.

Критерии включения: условно здоровые мужчины и женщины трудоспособного возраста.

Критерии исключения: лица с наличием острых и хронических заболеваний, в том числе эндокринной системы, а также лица, не подписавшие согласие на обработку данных.

Оценка МС проводилась с учетом пола в соответствии с программой Adult Treatment Panel III (далее – АТР III). В соответствии с пересмотренными критериями АТР III 2005 г. учитывали наличие трех или более из пяти критериев: абдоминальное ожирение (окружность талии 102 см и более для мужчин и 88 см и более для женщин; при наличии наследственной предрасположенности к сердечно-сосудистым заболеваниям или сахарному диабету 2-го типа пограничное значение окружности талии снижается до 94 см у мужчин); гипергликемия натощак (уровень глюкозы натощак 5,6 ммоль/л и выше); гипертриглицеридемия (уровень триглицеридов плазмы крови 1,7 ммоль/л и более); низкий уровень холестерина липопротеинов высокой плотности (менее 1,04 ммоль/л для мужчин и менее 1,3 ммоль/л для женщин); артериальное давление от 130/85 мм рт. ст. и более.

Биохимический состав крови оценивался с помощью клиничко-лабораторного исследования на базе лаборатории Саратовского медицинского научного центра гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Среди биохимических показателей оценивались такие показатели, как С-реактивный белок, кортизол, моноцитарный хемотаксический фактор-1 (далее – MCP-1), сосудистый эндотелиальный фактор роста (далее – VEGF), альфа-1 антитрипсин, альфа-ФНО, серотонин, а также витамины группы С, В9. Для статистического анализа применяли пакет прикладных программ Statistica 10 (StatSoftInc., США), рассчитывали критерий Пирсона. Исследование проводилось в соответствии с требованиями биоэтики после подписания информированного согласия участниками исследования. На проведение исследования получено разрешение локального этического комитета.

Среди всех участников исследования наличие МС отмечается у 36 (14,0 %) человек.

Результаты сравнительного анализа распространенности превышений биохимических показателей в крови участников исследования с учетом метаболического синдрома представлены на рисунке 1.

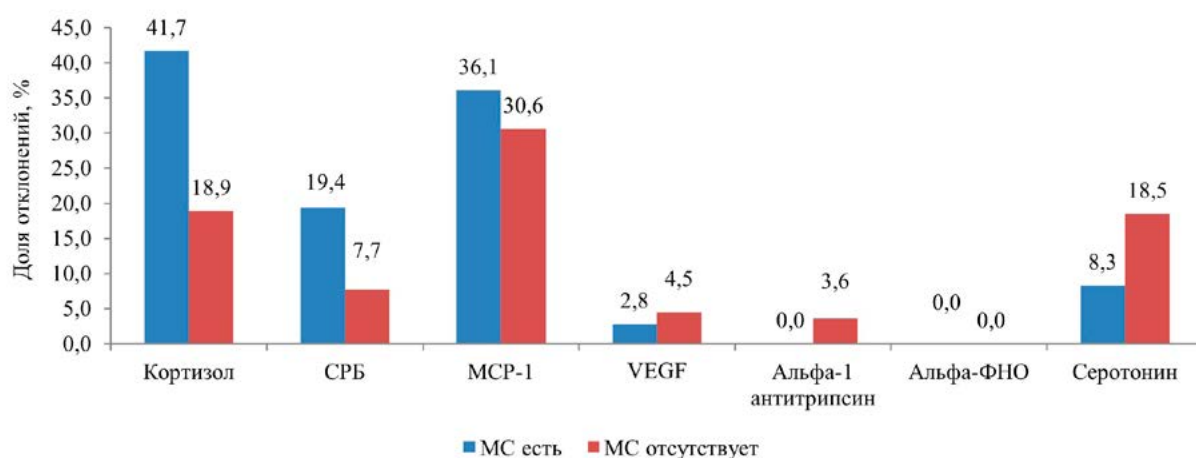


Рисунок 1 – Сравнительный анализ распространенности превышений биохимических показателей в крови участников исследования с учетом метаболического синдрома

Среди участников исследования с наличием метаболического синдрома статистически значимо чаще встречается повышенный уровень С-реактивного белка: 7 (19,4 %) и 17 (7,7 %) соответственно; $\chi^2 = 5,101$; $p = 0,024$. Также в крови обследованных лиц с метаболическим синдромом статистически значимо чаще встречается повышенный уровень кортизола в сравнении с группой лиц без метаболического синдрома: 15 (41,7 %) и 42 (18,9 %); $\chi^2 = 9,313$; $p = 0,003$. Повышенный уровень С-реактивного белка и кортизола при метаболическом синдроме очевидно связан с наличием окислительного стресса и системного воспаления, являющегося главной причиной возникновения метаболических нарушений, ведущих к развитию висцерального накопления жировой ткани, инсулинорезистентности, нарушению липидного и углеводного обмена, ведущих к формированию хронических неинфекционных заболеваний и их осложнений [2].

На рисунке 1 видно, что повышенное содержание серотонина встречается чаще среди участников исследования без МС: 42 (18,5 %) и 3 (8,3 %) соответственно. В то же время повышение уровня MCP-1 чаще наблюдается у лиц с МС: 13 (36,1 %) и 68 (30,6 %) соответственно. Однако результаты статистического анализа не показали статистически значимой разницы: для серотонина ($\chi^2 = 2,411$; $p = 0,121$) и для MCP-1 ($\chi^2 = 0,432$; $p = 0,512$). Тем не менее полученные данные показывают характерную тенденцию, согласно которой наличие метаболического синдрома может сопровождаться повышенным содержанием в крови MCP-1 и серотонина, что можно объяснить их провоспалительной активностью [4].

Результаты сравнительного анализа содержания в крови прочих биохимических показателей с учетом наличия метаболического синдрома у обследованных лиц не показали статистически значимых различий, что имеет расхождение с результатами других исследований, отражающих связь таких биохимических показателей, как MCP-1, VEGF с системным воспалением [4]. Расхождения в полученных результатах могут быть обусловлены различной степенью выраженности метаболических нарушений, а также разным количеством сопутствующих патологических состояний и прочими медико-социальными особенностями изучаемых выборок.

Результаты сравнительного анализа распространенности дефицита витамина С и В9 в крови участников исследования с учетом метаболического синдрома представлены на рисунке 2.

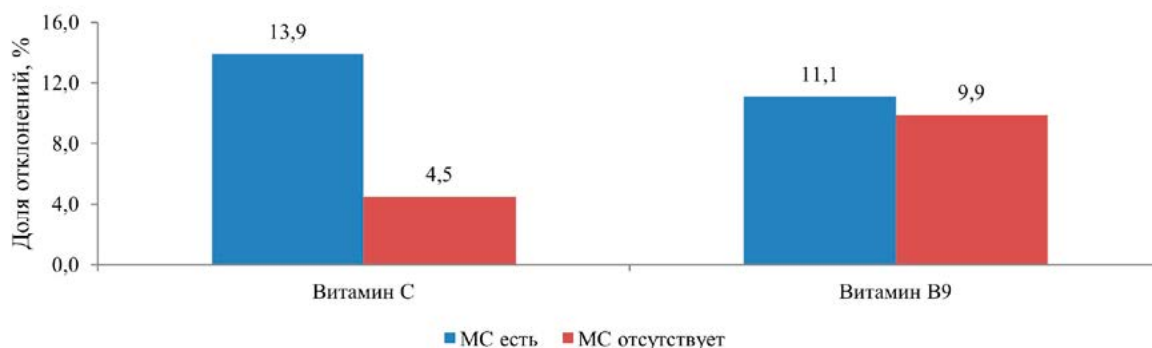


Рисунок 2 – Сравнительный анализ распространенности дефицита витамина С и В9 в крови участников исследования с учетом метаболического синдрома

Отмечается, что у лиц с наличием метаболического синдрома статистически значимо чаще встречается пониженное содержание в крови витамина С в сравнении группой лиц без МС: 5 (13,9 %) и 10 (4,5 %) соответственно; $\chi^2 = 4,982$; $p = 0,026$, что вполне соотносится и с результатами других исследований. Предположительным механизмом данной связи может являться снижение иммунной активности на фоне дефицита витаминного состава в организме, что в свою очередь ускоряет процесс окислительного стресса и системного воспаления [5]. Сравнительный анализ содержания в крови витамина В9 с учетом наличия МС среди обследованных лиц не показал статистически значимых различий.

Таким образом, в ходе работы выявлены следующие ключевые моменты:

1. Выявленная распространенность МС (14,0 %) подтверждает актуальность данной проблемы среди трудоспособного населения Саратовской области;

2. Установлена статистически значимая ассоциированная связь МС с повышенными значениями С-реактивного белка, кортизола, с дефицитом витамина С, что может быть обусловлено системным воспалением, сопровождающим данную патологию, и лежащим в основе развития хронических неинфекционных заболеваний и их осложнений.

Для выявления расширенного перечня биохимических маркеров риска, связанных с МС, требуется проведение дальнейших исследований, в дизайн которых целесообразно включить ряд дополнительных медико-социальных факторов (пол, возраст, антропометрические показатели, наличие установленных хронических неинфекционных заболеваний), учет которых позволит дать более точную характеристику изменения значений биохимического состава крови при наличии МС.

Литература

1. Распространенность и биомаркеры метаболического синдрома / О. Ю. Кытикова, М. В. Антонюк, Т. А. Кантур [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2021. – Т. 18, № 3. – С. 302–312.
2. Оценка эффективности применения комплексных фитоадаптогенов в лечении метаболического синдрома / Ф. С. Датиева, Ж. В. Дзампаева, Е. А. Такоева, М. И. Нартикеева // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2023. – Т. 9, Вып. 2. – С. 206–221.
3. The Prognostic Role of Metabolic and Endocrine Parameters for the Clinical Severity of COVID-19 / S. Bonakdaran, P. Layegh, S. Hasani [et al.] // Disease Markers. – 2022. – Art. № 5106342. – DOI: 10.1155/2022/5106342.
4. Батюшин, М. М. Взаимосвязь суммарной экспрессии трансформирующего фактора роста $\beta 1$, моноцитарного хемоаттрактного протеина-1, сосудистого эндотелиального фактора роста-А в почечной ткани с клинко-морфологическими проявлениями при гломерулонефритах / М. М. Батюшин, А. В. Мухтарова, Е. А. Синельник // Южно-Российский журнал терапевтической практики. – 2022. – Т. 3, № 4. – С. 77–83.
5. Витамины в питании пациентов с метаболическим синдромом / В. М. Коденцова, Д. В. Рисник, Х. Х. Шарафетдинов, Д. Б. Никитюк // Терапевтический архив. – 2019. – Т. 91, № 2. – С. 118–125.

Поступила 18.09.2025

ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ ПО ДАННЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ

¹Рязанова Е. А., к. м. н., доцент, lisaveta08@mail.ru,

¹Жихарева М. А., seamarina2000@mail.ru,

²Савинова М. В., mary_savin@mail.ru

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пермь, Российская Федерация;

²Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», г. Пермь, Российская Федерация

Плавание является одним из самых распространенных и рекомендуемых видов спорта, который можно совместить с отдыхом [1]. Плавательные бассейны – это сложные гидротехнические сооружения, при эксплуатации которых могут возникать проблемы, обусловленные как конструкцией сооружений, так и изменением состава воды [2]. Вода в бассейнах является биологически активной, отсутствие или нарушение технологии очистки снижают ее качество, усугубляют бактериальное загрязнение [3]. Бактериальные загрязнения представляют серьезную опасность при эксплуатации бассейнов: так, от одного пловца поступает 300–400 млн. бактерий. Уменьшение обеззараживающего агента приводит к образованию биопленок на поверхностях и конструкциях бассейнов [4]. Соответственно, посещение бассейнов может угрожать здоровью человека. Необходим постоянный контроль качества воды в плавательных бассейнах.

В рамках производственного контроля в 2024 г. была отобрана 6151 проба воды плавательных бассейнов г. Перми и Пермского края на микробиологические и паразитологические показатели. Оценку проводили в разные сезоны года на соответствие требованиям СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Гигиенический анализ полученных данных осуществляли по относительным величинам (рассчитывали процент нестандартных проб от общего количества неудовлетворительных проб по показателю).

В зимние месяцы количество неудовлетворительных проб составило 176 (таблица 1). Основные нарушения регистрировались по *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, общим колиформным бактериям (далее – ОКБ) и энтерококкам. По *E. coli* и энтерококкам наблюдалось некоторое снижение, а *P. aeruginosa*, *S. aureus* и ОКБ оставались на высоком уровне. Наличие данных микроорганизмов в воде бассейнов может свидетельствовать о потенциальной опасности заражения.

Весной было зарегистрировано 196 неудовлетворительных проб (таблица 1). Состояние воды плавательных бассейнов в данный период можно охарактеризовать как неудовлетворительное, нарушения регистрировались по *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, ОКБ и энтерококкам.

В летний период было зафиксировано наименьшее количество неудовлетворительных проб – 112, что может быть обусловлено снижением посещаемости плавательных бассейнов (таблица 1). Тем не менее полученные результаты были сопоставимы с предыдущими сезонами.

В осенние месяцы наблюдалось максимальное количество неудовлетворительных проб (296), что связано с увеличением нагрузки на плавательные бассейны (таблица 1).

Таблица 1 – Микробиологическая оценка качества воды плавательных бассейнов (% неудовлетворительных проб)

Показатели	Зима			Весна			Лето			Осень		
	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
<i>E. coli</i>	17,3	14,2	9,3	13,6	20,2	11,3	9,6	7,4	18,1	9,3	19,1	18,9
<i>P. aeruginosa</i>	13,5	22,4	20,0	16,9	19,0	18,9	19,2	22,0	15,1	16,7	18,3	17,1
<i>S. aureus</i>	13,5	24,5	21,3	16,9	20,2	24,5	21,1	25,9	15,1	18,5	19,1	18,9
ОКБ	17,3	24,5	21,3	16,9	20,2	24,5	21,1	25,9	15,1	18,5	19,1	18,9
энтерококки	17,3	14,2	9,3	13,6	20,2	11,3	9,6	7,4	18,1	9,3	19,1	18,9

Сравнительная оценка качества воды плавательных бассейнов по сезонам не выявила достоверных отклонений в содержании *P. aeruginosa*, *S. aureus* и ОКБ – значения регистрировались на высоком уровне вне зависимости от периода года. Особенность *P. aeruginosa* – устойчивость к дезинфицирующим средствам, она создает колонии на станках, размножается на швах и других труднодоступных местах, образуя биопленку. Ее присутствие в воде бассейнов может быть опасным для человека и является основанием для

замены содержимого резервуара. *S. aureus* – санитарно-показательный микроорганизм, обнаружение которого свидетельствует о неудовлетворительном состоянии водного объекта рекреации и нарушении технологии водоподготовки. Повышенные значения ОКБ могут свидетельствовать о фекальном загрязнении и необходимости эффективной очистки.

Оценка динамики *E. coli* показала, что максимальные уровни (17,2 %) наблюдались осенью, минимальные (11,6 %) – летом. Аналогичные изменения были характерны и для энтерококков. *E. coli* в воде бассейнов служит индикатором фекального загрязнения, может сигнализировать о неполадках в работе канализационных и фильтрующих систем. Энтерококки – представители нормальной микрофлоры кишечника человека и теплокровных животных. Могут попадать в воду при неправильно выбранном способе обеззараживания воды, а также несоблюдении личной гигиены сотрудниками и посетителями бассейна.

Оценка содержания яиц и личинок гельминтов не выявила серьезных нарушений (таблица 2). Максимальные значения отмечались в летние месяцы – 5,4 %. Аналогичные уровни наблюдались и для яиц гельминтов. Личинки и яйца гельминтов в воде бассейнов могут указывать на загрязнение фекалиями зараженных людей. Увеличение их содержания в летние месяцы может быть обусловлено созданием благоприятных условий для их размножения: теплая и влажная среда идеальна для выживания и распространения яиц и личинок гельминтов.

Определение цист лямблий в воде бассейнов не выявило выраженных колебаний (таблица 2). Их наличие может быть опасным, так как может привести к заражению лямблиозом. Они обладают высокой устойчивостью к дезинфицирующим средствам.

Анализ содержания цист патогенных кишечных простейших показал, что максимальные значения также регистрировались летом (таблица 2). Цисты патогенных кишечных простейших в воде бассейнов могут указывать на загрязнение объекта фекалиями инвазированных людей. Устойчивость к факторам окружающей среды позволяет им длительное время сохраняться в воде.

Таблица 2 – Паразитологическая оценка качества воды плавательных бассейнов (% неудовлетворительных проб)

Показатели	Зима			Весна			Лето			Осень		
	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Личинки гельминтов	5,8	0	5,8	6,8	0	1,9	5,8	3,7	7,4	5,6	0,76	2,7
Яйца гельминтов	5,8	0	5,3	6,8	0	3,8	5,8	3,7	7,4	5,6	0,76	2,7
Цисты лямблий	0	0	1,7	1,7	0	3,8	0	3,7	0	3,7	0	0,9
Цисты патогенных кишечных простейших	5,8	0	2,3	5,1	0	0	5,8	0	6,06	1,9	0,76	0,9

Таким образом, проведенный микробиологический и паразитологический контроль качества воды плавательных бассейнов Пермского края выявил их неудовлетворительное состояние. Присутствие в воде *P. aeruginosa* и *S. aureus* свидетельствует о нарушении технологии водоподготовки и требует не только полной смены воды, но и своевременного ремонта или замены оборудования. Наличие санитарно-показательных микроорганизмов, а также цист и личинок гельминтов обуславливает необходимость тщательного соблюдения правил личной гигиены как посетителями, так и сотрудниками.

Литература

1. Шмыглев, Т. В. Вопросы очистки воды в общественных плавательных бассейнах / Т. В. Шмыглев, А. В. Плетнев // Молодежный инновационный вестник. – 2019. – Т. 8, № 2. – С. 444–445.
2. Попов, Н. В. Проблемы эксплуатации плавательных бассейнов и методы их решения / Н. В. Попов, И. В. Журавлева, В. В. Помогаева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2023. – № 4 (27). – С. 90–101.
3. Петухова, Е. О. Методы обеззараживания воды в плавательном бассейне / Е. О. Петухова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8, № 2. – С. 36–51.
4. Кофман, В. Я. Токсичные побочные продукты обеззараживания воды в плавательных бассейнах: пути образования и санитарные риски (обзор) / В. Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника. – 2017. – № 7. – С. 38–47.

Поступила 26.08.2025

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ ВИБРОУСКОРЕНИЯ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ, АДМИНИСТРАТИВНЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Соловьева И. В., к. т. н., *physical.factors@rspch.by*,
Кравцов А. В., к. м. н., *physical.factors@rspch.by*,
Баслык А. Ю., *physical.factors@rspch.by*,
Арбузов И. В., *physical.factors@rspch.by*,
Агеев Е. П., *physical.factors@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Современное строительство характеризуется возведением каркасных и монолитных зданий повышенной этажности с заглубленным фундаментом, что способствует росту уровня общей вибрации в них и увеличению распространения по вертикали, в сравнении с бескаркасными зданиями [1].

Общая вибрация в условиях жилой среды может действовать продолжительное время в течение суток (в том числе круглосуточно), вызывая раздражение, нарушая отдых и сон человека. При длительном проживании людей в зоне воздействия общей вибрации, уровень которой превышает гигиенические нормативы, отмечается ее неблагоприятное влияние на самочувствие, функциональное состояние центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повышение уровня неспецифической заболеваемости [2]. Общая вибрация малой интенсивности увеличивает риск предпатологических неспецифических изменений в организме человека, что на практике проявляется повышением общей неспецифической заболеваемости населения [3].

Измерения общей вибрации в условиях проживания населения на территории Республики Беларусь проводятся в соответствии с ГОСТ 31191.1-2004 и ГОСТ 31191.2-2004. Указанные документы содержат общие требования проведения измерений и имеют ряд положений, не отвечающих подходам, применяемым при гигиеническом нормировании вибрации в Республике Беларусь. Разночтения в документах не позволяют достоверно выполнять гигиеническую оценку вибрации в помещении, и в случае рассмотрения обращений населения на неблагоприятные условия проживания, связанные с действием вибрации, измерения, проведенные разными лабораториями в соответствии с данными документами, могут иметь различные результаты. Варианты толкования ГОСТ 31191.1-2004 и ГОСТ 31191.2-2004, а также отсутствие единого методического подхода к измерениям общей вибрации в условиях проживания населения определяют актуальность унификации подходов к измерению уровней общей вибрации в помещениях жилых и общественных зданий, проводимых органами и учреждениями государственного санитарного надзора республики, которые соответствовали бы гигиеническому нормированию вибрации в Республике Беларусь и положениям действующих государственных стандартов.

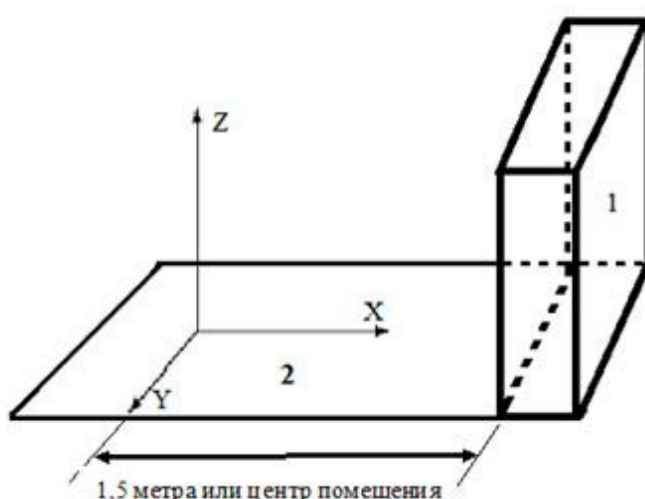
Специалистами научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» в рамках выполнения задания Министерства здравоохранения Республики Беларусь разработана и метрологически аттестована АМИ.МН 0194-2024 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Уровни виброускорения общей вибрации в помещениях. Методика измерений» (далее – методика измерений), которая устанавливает алгоритм инструментальных измерений уровней виброускорения общей вибрации в диапазонах измерений (при исходном значении виброускорения $a_0 = 1 \text{ мкм/с}^2$) 54–90 дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2,0; 4,0; 8,0 Гц и 56–102 дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 16,0; 31,5; 63,0 Гц для последующей гигиенической оценки условий проживания населения Республики Беларусь. Методика измерений предназначена для организаций здравоохранения, в том числе учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, государственных медицинских, научных организаций, учреждений здравоохранения и учреждений образования, имеющих кафедры по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов в области гигиены и профилактической медицины, и иных учреждений (организаций), выполняющих измерения уровней виброускорения общей вибрации в помещениях, выполняющих исследования воздействия общей вибрации в помещениях жилых, административных и общественных зданий.

Методика измерений разработана в соответствии с правилами разработки и применения методик (методов) измерений и методическими рекомендациями по оформлению методик (методов) измерений в Республике Беларусь. При разработке методики измерений учтены требования гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37 [4], применяемого в деятельности

государственного санитарного надзора при определении и гигиенической оценке общей вибрации в условиях проживания населения.

Инструментальные измерения проводятся при использовании шумомера-виброметра, анализатора спектра с вибропреобразователем, который крепится с помощью резьбовой шпильки либо магнита (мастики) к платформе напольной для измерений вибрации на полу, и допустимым диапазоном измерений от 54 (56) до 102 дБ. Для определения высоты и расстояний следует использовать измерительную рулетку класса точности 3. Для контроля условий измерений необходимо использовать средства измерения контроля параметров воздушной среды с абсолютной погрешностью для температуры воздуха $\pm 0,2$ °С, для относительной влажности воздуха – $\pm 3,0$ %. Допускается применение других средств измерений и вспомогательных устройств с аналогичными или лучшими метрологическими и техническими характеристиками. Средства измерений, применяемые при проведении измерений, должны быть поверены и/или калиброваны, иметь действующие свидетельства о поверке (калибровке) и/или знак поверки (калибровки). Методика измерений допускает применение 1-компонентного и 3-компонентного вибропреобразователей. 1-компонентный вибропреобразователь позволяет измерять уровни виброускорения общей вибрации только на одной оси ортогональной системы координат. Для измерения по трем осям X_o , Y_o , Z_o 1-компонентный вибропреобразователь требуется последовательно устанавливать во взаимно перпендикулярных направлениях.

Точки измерения уровней виброускорения рекомендуется располагать в центре помещения и на центральной нормали в 1,5 м от ближайшей к источнику общей вибрации несущей стены, колонны или иных типов вертикальных несущих конструкций помещения, при этом допускается определять иные места расположения точек измерения и их количество при обязательном расчете неопределенности измерений. Привязка системы координат осуществляется к конструкции здания таким образом, чтобы оси координат лежали преимущественно в плоскостях, параллельных основным несущим элементам здания наиболее близко расположенных к источнику общей вибрации (рисунок 1).



1 – несущая конструкция, наиболее близко расположенная к источнику общей вибрации;

2 – пол помещения

Рисунок 1 – Схема расположения вибропреобразователя относительно несущих конструкций помещения, наиболее близких к источнику общей вибрации

При подготовке к проведению измерений необходимо учитывать временные характеристики общей вибрации в помещении (постоянная или непостоянная), которые определяют порядок выполнения измерений, обязательно провести предварительные измерения длительностью не менее 3×10^2 секунд, после чего обнулить (сбросить) предварительные результаты и начать выполнение измерения с фиксацией результата.

Измерения общей вибрации в помещениях в каждой точке измерений проводят не менее трех раз, продолжительность одного измерения постоянной общей вибрации в помещениях должна составлять не менее 5 мин с регистрацией эквивалентных и/или максимальных среднеквадратических уровней виброускорения общей вибрации. Непостоянная общая вибрация, представляющая собой последовательность повторяющихся единичных событий, количество которых за время измерения составляет не менее 5, измеряется аналогично постоянной общей вибрации. Непостоянная общая вибрация, создаваемая редко повторяющимися единичными вибрационными событиями (например, прохождение железнодорожного

состава), измеряется не менее пяти раз за период контроля при продолжительности одного измерения не менее 5 минут. При этом каждое из 5 измерений должно включать исследуемое единичное событие. В случае отсутствия в течение 5 мин единичного события время измерений следует начать с обнуления полученных результатов. Полученные результаты регистрируются по форме, определенной в организации, которая проводить измерения.

Рабочие характеристики методики измерений включают показатели расширенной неопределенности результатов измерений уровней виброускорения общей вибрации при $P = 0,95$, которые соответствуют для оси X_0 ортогональной системы координат 2,43 дБ, для оси Y_0 – 2,51 дБ, для оси Z_0 – 2,79 дБ.

Таким образом, на основании проведенных исследований разработана методика измерений, обеспечивающая достоверность полученных результатов инструментальных измерений виброускорения общей вибрации в помещениях жилых, административных и общественных зданий с вероятностью $P = 95 \%$, что позволяет проводить гигиеническую оценку общей вибрации в соответствии с действующим санитарно-эпидемиологическим законодательством Республики Беларусь.

Литература

1. Мондрус, В. Л. Распределение амплитуд виброускорений в многоэтажном административном здании от источников техногенного происхождения / В. Л. Мондрус, Л. Т. Хуэн, Д. К. Сизов // Вестник МГСУ. – 2010. – № 1. – С. 113–116.

2. Трушкина, Л. Ю. Гигиена и экология человека : учеб. пособие / Л. Ю. Трушкина, А. Г. Трушкин, Л. М. Демьянова ; под общ. ред. Р. Ф. Морозовой, А. Г. Трушкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 448 с.

3. Худницкий, С. С. Актуальные проблемы гигиены физических факторов в Республике Беларусь / С. С. Худницкий, Л. А. Олешкевич // Предпатология: проблемы и решения : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. санитар.-гигиен. ин-т ; под ред. С. М. Соколова [и др.]. – Минск, 2000. – С. 564–573.

4. Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 : в ред. от 5 дек. 2024 г. № 904 // iLex : информ. правовая система (дата обращения: 03.09.2025).

Поступила 15.09.2025

АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА Г. МИНСКА В 2014–2023 ГГ.

Ченелева Е. Н., drhelen1993@gmail.com,
Жуковский В. В., lenin@minsksanepid.by,
Заяц Н. А., lenin@minsksanepid.by,
Ченелев С. Н., drserge1991@gmail.com

Государственное учреждение «Центр гигиены и эпидемиологии Ленинского района г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время болезни органов дыхания (далее – БОД) представляют глобальную медико-социальную и экономическую проблему во всем мире, в том числе и в Республике Беларусь [1]. Актуальность проблемы заболеваний органов дыхания состоит в том, что они формируют весьма высокие уровни заболеваемости, инвалидности и смертности населения. Высокая распространенность среди всех возрастных категорий населения БОД связана с тем, что респираторная система относится к первичным защитным барьерам организма и прямо реагирует на воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды [1, 2]. При этом чрезвычайно важно, что частота возникновения болезней органов дыхания зависит не только от степени загрязнения воздуха, но и от других природных, социально-экономических и социально-гигиенических условий [3]. По данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), вклад влияния факторов окружающей среды на здоровье человека может составлять от 24 до 60 % в зависимости от региона проживания [4].

В соответствии с докладом Европейского регионального бюро ВОЗ и Европейского респираторного общества (Копенгаген, июнь 2025 г.), хронические респираторные заболевания, которыми страдают

81,7 млн человек в Европе, значительно недооцениваются с точки зрения диагностики, лечения и воздействия на системы здравоохранения. Несмотря на то что хронические респираторные заболевания часто поддаются профилактике и лечению, они являются одной из основных причин инвалидности и смертности в Европейском регионе, а в условиях старения населения прогнозируется рост числа случаев на 23 % во всем мире к 2050 г. [5].

Целью исследования явился анализ первичной заболеваемости болезнями органов дыхания населения Ленинского района г. Минска в 2014–2023 гг.

Материалами исследования послужили данные официального учета и регистрации первичной заболеваемости населения г. Минска болезнями органов дыхания (без острых респираторных вирусных инфекций (далее – ОРВИ) и гриппа) за 2014–2023 гг. В работе применялись аналитические приемы эпидемиологической диагностики (ретроспективный эпидемиологический анализ) и описательно-оценочные методы. Базы данных создавались и обрабатывались с помощью Microsoft Excel 2023.

Анализ данных, характеризующих уровни первичной заболеваемости населения БОД (без гриппа и ОРВИ) Ленинского района г. Минска, проводился на основе данных информационного бюллетеня «Заболеваемость населения г. Минска болезнями органов дыхания», подготовленного отделением социально-гигиенического мониторинга отдела гигиены ГУ «Минский городской центр гигиены и эпидемиологии». Среднемноголетние показатели заболеваемости населения по Ленинскому району приведены в сравнении со среднемноголетним среднерайонным показателем (2014–2023 гг.).

Анализ средней многолетней заболеваемости населения по классу БОД (без гриппа и ОРВИ) в разрезе Ленинского района г. Минска показал, что уровень заболеваемости всего населения составил 4843,8 на 100 тыс., что выше среднерайонного среднемноголетнего показателя на 1,0 %. Среднегодовой темп прироста составил 1,3 %. Среднемноголетний показатель заболеваемости детского населения по классу БОД (без гриппа и ОРВИ) в разрезе Ленинского района г. Минска составил 6571,6 на 100 тыс., что ниже среднерайонного среднемноголетнего показателя на 27,0 %. Среднегодовой темп убыли составил -2,1 %. Уровень заболеваемости взрослого населения Ленинского района г. Минска по классу БОД составил 4560,8 на 100 тыс., что выше среднерайонного среднемноголетнего показателя на 15,5 %. Среднегодовой темп прироста составил 2,1 % (рисунок 1).



Рисунок 1 – Среднемноголетние показатели заболеваемости населения Ленинского района г. Минска по классу БОД (без гриппа и ОРВИ) за период 2014–2023 гг.

В структуре первичной заболеваемости населения г. Минска БОД (без ОРВИ и гриппа) в 2014–2023 гг. преобладали пневмония, хронические болезни миндалин и аденоидов, а также хронический ринит, назофарингит, фарингит, синусит.

Среднемноголетний уровень заболеваемости всего населения пневмонией в Ленинском районе г. Минска за период 2014–2023 гг. составил 922,5 на 100 тыс., что выше среднерайонного среднемноголетнего показателя на 23,2 %. Среднегодовой темп прироста составил 2,2 %. Среднемноголетний показатель заболеваемости детского населения пневмонией в Ленинском районе г. Минска составил 1356,8 на 100 тыс., что выше среднерайонного среднемноголетнего показателя на 12,3 %. Среднегодовой темп убыли составил -0,8 %. Уровень заболеваемости пневмонией взрослого населения Ленинского района г. Минска составил 851,5 на 100 тыс., что выше среднерайонного среднемноголетнего показателя на 15,5 %. Среднегодовой темп прироста составил 33,2 % (рисунок 2).

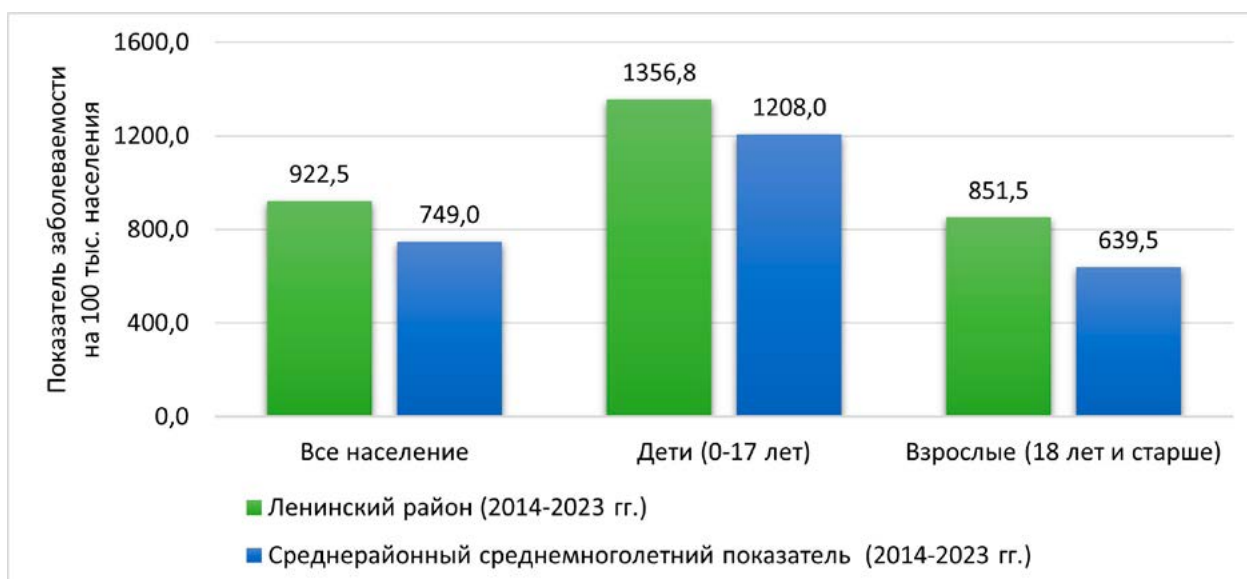


Рисунок 2 – Среднеголетние показатели заболеваемости пневмонией населения Ленинского района г. Минска за период 2014–2023 гг.

Среднеголетний уровень заболеваемости всего населения хроническим ринитом, назофарингитом, фарингитом, синуситом в Ленинском районе г. Минска за период 2014–2023 гг. составил 210,0 на 100 тыс., что ниже среднерайонного среднеголетнего показателя на 9,9 %. Среднегодовой темп прироста составил 12 %. Среднеголетний показатель заболеваемости детского населения хроническим ринитом, назофарингитом, фарингитом, синуситом в Ленинском районе г. Минска составил 12,0 на 100 тыс., что ниже среднерайонного среднеголетнего показателя на 57,5 %. Среднегодовой темп прироста составил 4,9 %. Уровень заболеваемости хроническим ринитом, назофарингитом, фарингитом, синуситом взрослого населения Ленинского района г. Минска составил 242,4 на 100 тыс., что ниже среднерайонного среднеголетнего показателя на 16,1 %. Среднегодовой темп прироста составил 11,9 % (рисунок 3).

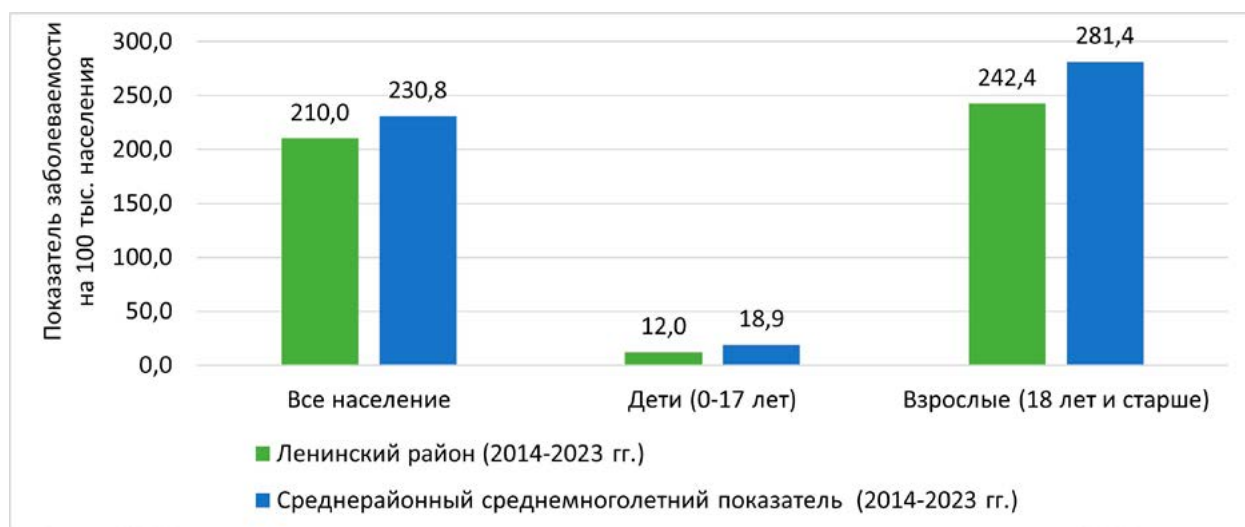


Рисунок 3 – Среднеголетние показатели заболеваемости хроническим ринитом, назофарингитом, фарингитом, синуситом населения Ленинского района г. Минска за период 2014–2023 гг.

Среднеголетний уровень заболеваемости всего населения по классу «Хронические болезни миндалин и аденоидов» в Ленинском районе г. Минска за период 2014–2023 гг. составил 343,4 на 100 тыс., что ниже среднерайонного среднеголетнего показателя на 52,6 %. Среднегодовой темп прироста составил 9,3 %. Среднеголетний показатель заболеваемости детского населения по классу «Хронические болезни миндалин и аденоидов» в Ленинском районе г. Минска составил 696,8 на 100 тыс., что ниже среднерайонного среднеголетнего показателя на 139,1 %. Среднегодовой темп прироста составил 0,4 %. Уровень заболеваемости по классу «Хронические болезни миндалин и аденоидов» взрослого населения Ленинского

района г. Минска составил 285,5 на 100 тыс., что выше среднерайонного среднемноголетнего показателя на 13,4 %. Среднегодовой темп прироста составил 12,9 % (рисунок 4).

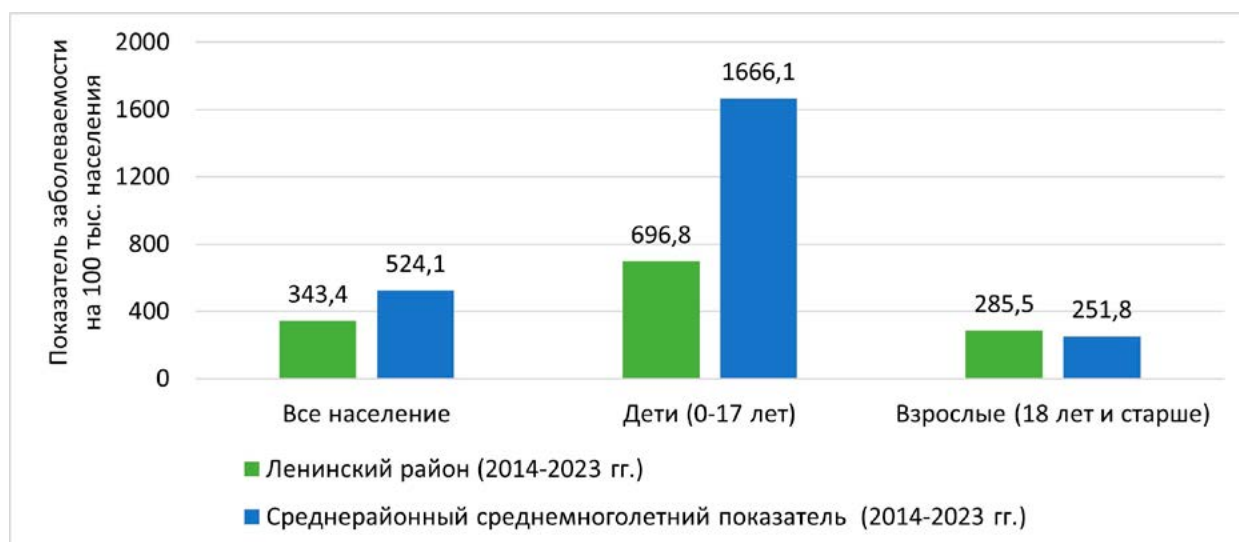


Рисунок 4 – Среднемноголетние показатели заболеваемости по классу «Хронические болезни миндалин и аденоидов» населения Ленинского района г. Минска за период 2014–2023 гг.

Полученные данные свидетельствуют о том, что среднемноголетняя заболеваемость в различных возрастных группах населения по классу БОД (без гриппа и ОРИ) за период 2014–2023 гг. в Ленинском районе г. Минска характеризуется относительно высоким уровнем среднемноголетней заболеваемости, превышающим среднемноголетний среднерайонный показатель за период 2014–2023 гг., пневмонией как среди детского, так и взрослого населения; неблагоприятной тенденцией роста уровня заболеваемости хроническим ринитом, назофарингитом, фарингитом, синуситом, а также хроническими болезнями миндалин и аденоидов за период 2014–2023 гг. как среди детского, так и среди взрослого населения.

Таким образом, возрастание распространенности хронических форм патологии со стороны системы среди дыхания среди жителей г. Минска говорят об актуальности вопросов оптимизации профилактических мероприятий, а также активного выявления заболеваний дыхательной системы, потребности активной диспансеризации с целью ранней диагностики и лечения бронхолегочных заболеваний.

Литература

1. Заболеваемость болезнями органов дыхания населения Республики Беларусь в возрасте старше трудоспособного / Т. Н. Глинская, М. В. Щавелева, Е. И. Давидовская, Л. С. Богуш // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. – 2022. – № 3. – С. 18–31.
2. Кузин, А. А. Использование медико-экономического подхода в оценке социально-эпидемиологической значимости болезней органов дыхания / А. А. Кузин, В. Н. Емельянов, А. П. Губанов // Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 74–76.
3. Кураева, В. М. Анализ показателей заболеваемости по классу болезней органов дыхания взрослого населения города Москвы и Российской Федерации / В. М. Кураева, С. И. Фейгинова, А. М. Подчернина // Здоровье мегаполиса. – 2022. – Т. 3, № 1. – С. 6–15.
4. Аэрополлютанты и заболеваемость населения Санкт-Петербурга болезнями органов дыхания в различных возрастных группах / С. В. Демидова, Г. П. Орлова, Т. Е. Лим, Н. А. Шкляревич // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – № 2. – С. 90–92.
5. Chronic respiratory diseases and health equity by 2050: a spotlight on chronic obstructive pulmonary disease and asthma in the WHO European Region / World Health Org. Regional office for Europe. – Copenhagen : WHO, 2025. – 151 p. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/f6a2549c-c44b-4421-a8b8-03cbc7b05bef/content> (date of access: 11.09.2025).

Поступила 15.09.2025

АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ Г. МИНСКА БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В 2019–2023 ГГ.

*Чепелева Е. Н., drhelen1993@gmail.com,
Жуковский В. В., lenin@minsksanepid.by,
Заяц Н. А., lenin@minsksanepid.by,
Чепелев С. Н., drserge1991@gmail.com*

Государственное учреждение «Центр гигиены и эпидемиологии Ленинского района г. Минска»,
г. Минск, Республика Беларусь

Проблема болезней органов дыхания (далее – БОД) является актуальной как медицинской, так и социальной во всем мире и имеет важное социально-экономическое значение. БОД занимают лидирующую позицию в структуре первичной заболеваемости населения, характеризуются высоким уровнем распространенности и инвалидизации пациентов, снижением качества и продолжительности жизни населения. Терапия БОД представляет собой тяжелое экономическое бремя и для самих пациентов, и для системы здравоохранения в целом [1]. Согласно данным Европейского респираторного общества (далее – ERS) в Европейском союзе около 6 % общего бюджета здравоохранения составляют прямые затраты на БОД [2].

Дыхательной системе, помимо респираторной функции, присущи также нереспираторные функции, в том числе защитная, поэтому система дыхания относится к первичным защитным барьерам организма и способна отвечать одной из первых на действие неблагоприятных факторов окружающей среды. К факторам риска и условиям, способствующим развитию БОД, относятся курение, загрязнение воздуха (действие пыли, дыма, чистящих средств, микрочастиц различных материалов и др.), производственные факторы (пыль, пары кислот, щелочей), неблагоприятные климатические факторы [3].

В докладе Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения и ERS (12 июня 2025 г., Копенгаген) отмечается, что хронические респираторные заболевания, которыми страдают 81,7 млн человек в Европе, значительно недооцениваются с точки зрения диагностики, лечения и воздействия на системы здравоохранения. Несмотря на то что хронические респираторные заболевания часто поддаются профилактике и лечению, они являются одной из основных причин инвалидности и смертности в Европейском регионе, а в условиях старения населения прогнозируется рост числа случаев на 23 % во всем мире к 2050 г. [4].

Болезни органов дыхания в 2023 г. в структуре общей заболеваемости населения г. Минска составляли 28,9 %, в структуре первичной – 49,2 %. Патология органов дыхания в 2023 г. была причиной первичной инвалидности в 1,4 % случаев среди лиц трудоспособного возраста и в 0,4 % случаев среди лиц молодого возраста (до 18 лет) [5].

Доступность первичной и специализированной медицинской помощи, ранняя диагностика и активное диспансерное наблюдение пациентов с хроническими заболеваниями системы дыхания, своевременная госпитализация в случае тяжелого течения и последующая реабилитация, вакцинация против респираторных инфекций способствуют снижению заболеваемости и смертности населения от БОД, повышению качества жизни [1].

Целью исследования явился анализ первичной заболеваемости населения г. Минска болезнями органов дыхания в 2019–2023 гг.

Материалами исследования послужили данные официального учета и регистрации первичной заболеваемости населения г. Минска болезнями органов дыхания (без острых респираторных вирусных инфекций (далее – ОРВИ) и гриппа) за 2019–2023 гг. В работе применялись аналитические приемы эпидемиологической диагностики (ретроспективный эпидемиологический анализ) и описательно-оценочные методы. Базы данных создавались и обрабатывались с помощью Microsoft Excel 2023.

Динамика первичной заболеваемости населения г. Минска БОД (без ОРВИ и гриппа) в 2019–2023 гг. характеризуется тенденцией к снижению со среднегодовым темпом снижения -0,91 %. Наибольшие показатели первичной заболеваемости БОД (без ОРВИ и гриппа) в исследуемом периоде приходились на 2020 и 2021 гг. (5957,5 и 6218,6 на 100 тыс. населения соответственно), что связано с пандемией коронавирусной инфекции, вызванной вирусом SARS-CoV-2 (рисунок 1).

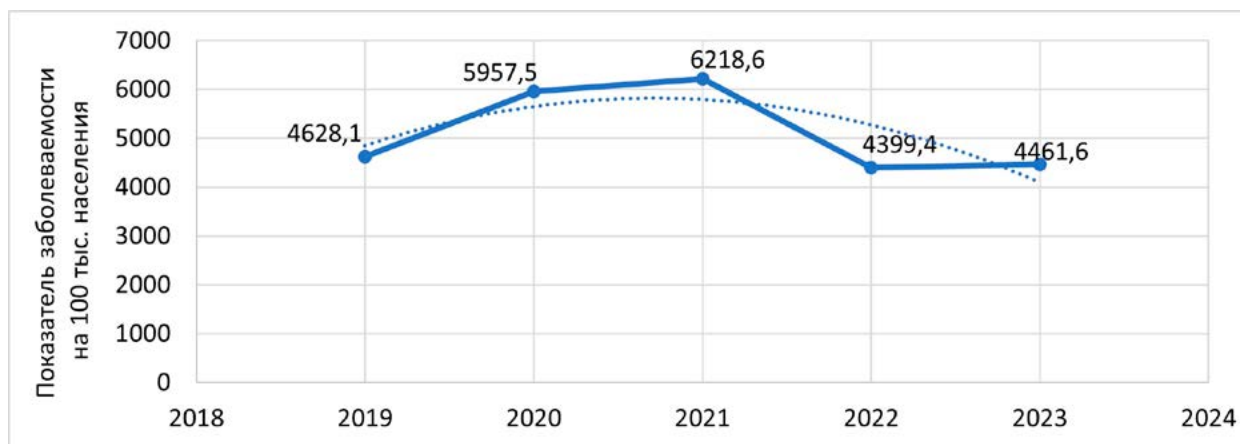


Рисунок 1 – Динамика первичной заболеваемости болезнями органов дыхания (без ОРВИ и гриппа) населения г. Минска в 2019–2023 гг.

Ведущие места в структуре первичной заболеваемости населения г. Минска БОД (без ОРВИ и гриппа) в 2019–2023 гг. были неизменны на протяжении всего периода исследования: лидирующая позиция принадлежала пневмонии, вторая и третья – хроническим болезням миндалин и аденоидов и группе «хронический ринит, назофарингит, фарингит, синусит» соответственно (рисунок 2).

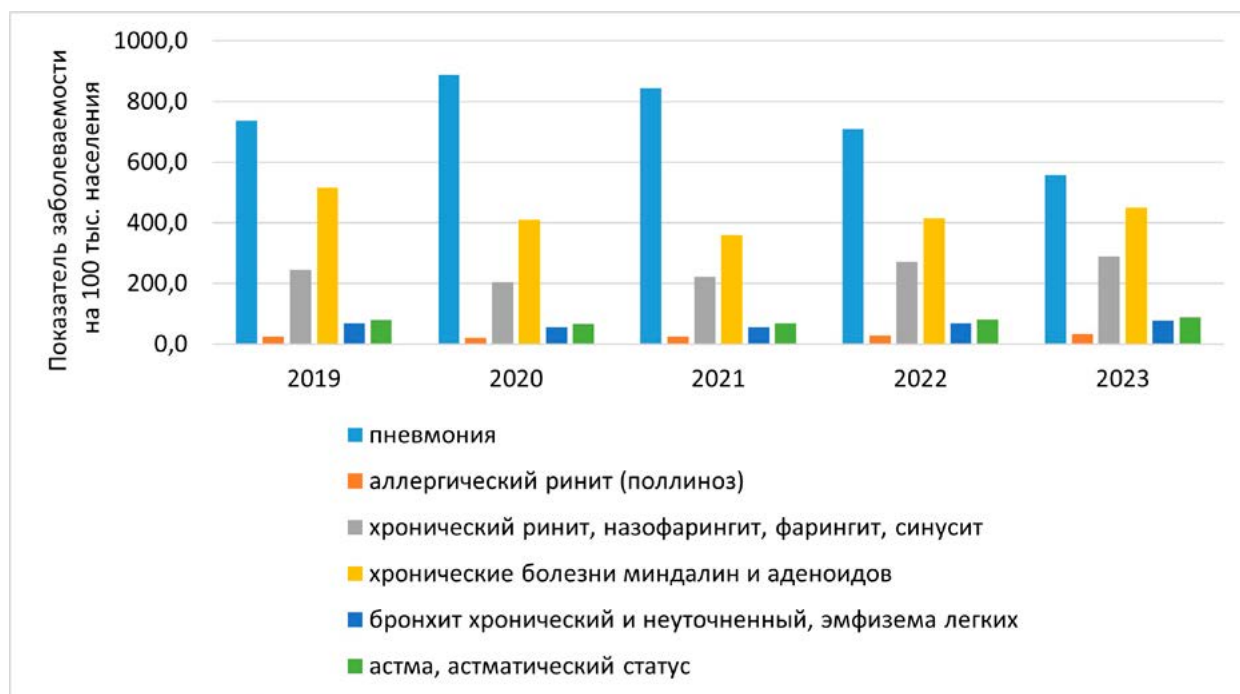


Рисунок 2 – Структура первичной заболеваемости БОД (без ОРВИ и гриппа) населения г. Минска в 2019–2023 гг.

Таким образом, динамика первичной заболеваемости населения г. Минска БОД (без ОРВИ и гриппа) в 2019–2023 гг. характеризуется тенденцией к снижению со среднегодовым темпом снижения -0,91 %. В структуре первичной заболеваемости населения г. Минска БОД (без ОРВИ и гриппа) в 2019–2023 гг. преобладали пневмония, хронические болезни миндалин и аденоидов, а также хронический ринит, назофарингит, фарингит, синусит. Существующий уровень заболеваемости среди населения г. Минска по перечисленным нозологическим формам требует пристального внимания со стороны организаций, решающих вопросы охраны здоровья населения, с целью мониторинга показателей заболеваемости, выяснения возможных причин и условий роста показателей заболеваемости и последующего осуществления мероприятий по профилактике возникновения БОД.

Литература

1. Быстрицкая, Е. В. Заболеваемость, инвалидность и смертность от болезней органов дыхания в Российской Федерации (2015–2019) / Е. В. Быстрицкая, Т. Н. Биличенко // Пульмонология. – 2021. – Т. 31, № 5. – С. 551–561.
2. Respiratory health and disease in Europe: the new European Lung White Book / G. J. Gibson, R. Loddenkemper, B. Lundbäck, Y. Sibille // European Respiratory Journal. – 2013. – Vol. 42, iss. 3. – P. 559–563. – DOI: doi: 10.1183/09031936.00105513.
3. Burden of chronic respiratory diseases and their attributable risk factors in 204 countries and territories, 1990–2021: Results from the global burden of disease study 2021 / Z. Cao, L. He, Y. Luo [et al.] // Chinese Medical Journal Pulmonary and Critical Care Medicine. – 2025. – Vol. 3, iss. 2. – P. 100–110. – DOI: 10.1016/j.pccm.2025.05.005.
4. Chronic respiratory diseases and health equity by 2050: a spotlight on chronic obstructive pulmonary disease and asthma in the WHO European Region / World Health Org. Regional office for Europe. – Copenhagen : WHO, 2025. – 151 p. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/f6a2549c-c44b-4421-a8b8-03cbc7b05bef/content> (date of access: 24.08.2025).
5. Заболеваемость населения г. Минска болезнями органов дыхания : информационный бюллетень / Минский городской центр гигиены и эпидемиологии. – Минск : [б. и.], 2025. – 42 с.

Поступила 15.09.2025

Раздел 1

ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ. ТЕЗИСЫ

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ СУБЪЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ НАСЕЛЕНИЕМ РИСКА ЗДОРОВЬЮ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Азимова М. Б., *azimova.9319@mail.ru*,
Исакова Л. И., *lolaisakova86@gmail.com*,
Элмуродова Д. Б., *dilya7362514@gmail.com*

Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний
Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Исследования региональных эмиссий загрязняющих веществ показывают, что уровень загрязнения атмосферного воздуха существенно варьируется в зависимости от степени индустриализации, климатических условий и структуры хозяйственной деятельности. В промышленных регионах наибольшие концентрации выбросов фиксируются вблизи крупных производственных центров, тогда как на аграрных территориях загрязнение имеет преимущественно локальный характер. Основными источниками эмиссий остаются транспортный сектор, энергогенерирующие предприятия и промышленные комплексы, формирующие значительные объемы твердых частиц (PM10 и PM2.5), оксидов азота и сернистого газа.

Наибольший риск здоровью населения представляют мелкодисперсные частицы, способные вызывать хронические воспалительные процессы и увеличивать частоту респираторных заболеваний. Восприятие населением риска, связанного с воздействием загрязненного атмосферного воздуха, формируется под влиянием объективных экологических факторов, основанных на самочувствии человека – донозологических состояний. Определение субъективных оценок населения позволяет выявлять дополнительные факторы риска и корректировать стратегию профилактических мероприятий.

Целью исследования явилось проведение гигиенической оценки особенностей субъективного восприятия населением риска, обусловленного воздействием факторов окружающей среды, в том числе загрязнением атмосферного воздуха, с учетом донозологических состояний организма и необходимости их учета при разработке профилактических мероприятий.

Методика исследования предусматривала применение специально разработанной анкеты, составленной на основе классификации болезней МКБ-10 и включавшей 127 вопросов, охватывающих 19 классов заболеваний, с акцентом на выявление донозологических состояний организма респондентов и хронических патологий, включая болезни пылевой этиологии, с учетом внешних причин. Полученные данные анализировались по удельному весу выявленных групп болезней в разрезе классов с расчетом экстенсивных показателей, обработка и визуализация результатов осуществлялись с использованием программы Microsoft Excel.

Анализ опроса 502 жителей г. Термеза (Сурхандарьинская область, Республика Узбекистан) выявил 3568 случаев заболеваний. Наибольшая доля выявленных случаев пришлась на болезни органов дыхания – (15,40 ± 2,24) % случаев, среди которых чаще отмечались грипп – (44,80 ± 3,22) %, бронхит – (16,30 ± 2,30) % и аллергический ринит – (14,10 ± 2,14) %. Болезни органов пищеварения составили (14,00 ± 2,13) % случаев, в том числе кариес зубов – (31,50 ± 2,99) %, гастрит – (21,50 ± 2,60) %, грыжи – (10,40 ± 1,81) % и панкреатит – (8,20 ± 1,57) %.

Инфекционные и паразитарные болезни регистрировались у (7,40 ± 1,47) % случаев, включая вирусный гепатит – (15,90 ± 2,27) %, дизентерию – (12,70 ± 2,03) %, герпес – (10,40 ± 1,81) % и гельминтозы – (5,20 ± 1,13) %. Болезни системы кровообращения составили (6,20 ± 1,30) % случаев, среди которых отмечались гипертоническая болезнь – (13,30 ± 2,08) % и варикозное расширение вен/геморрой – (10,40 ± 1,81) %. Заболеваемость мочеполовой системы составила (6,70 ± 1,37) % случаев, в том числе цистит – (16,90 ± 2,34) %, пиелонефрит – (12,70 ± 2,03) % и мочекаменная болезнь – (10,20 ± 1,79) %.

С целью определения субъективных представлений населения о приоритетных внешних факторах, оказывающих влияние на здоровье, в анкету был включен вопрос о предполагаемых причинах заболеваний.

Полученные данные свидетельствуют, что ведущим фактором, по мнению респондентов, выступают изменения погодных условий – $(49,60 \pm 3,24)$ % случаев. Вторую позицию в структуре субъективных оценок занимает загазованность и запыленность атмосферного воздуха – $(15,10 \pm 2,22)$ %, что отражает высокую значимость экологических условий для восприятия риска. На третьем месте оказалось перегревание или тепловой удар – $(10,80 \pm 1,85)$ %, что подчеркивает роль климато-метеорологических воздействий в формировании донозологических состояний и повышении риска здоровью населения.

На основании проведенного анализа особенностей субъективного восприятия риска населением г. Термеза установлено, что наибольшее значение в структуре воспринимаемых внешних факторов риска здоровью имеют климато-метеорологические условия и качество атмосферного воздуха; при этом проводимые в стране профилактические и экологические мероприятия требуют дальнейшего совершенствования комплексного учета экологических и климатических воздействий.

Поступила 11.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

¹Аманиязова Р. А., *arauschana@gmail.com*,

¹Мамажонов С. Ш., *shokirovich.7447@gmail.com*,

²Атаханова Д. О., *dilbar.atahanova@mail.ru*

¹Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

²Медицинский институт Каракалпакстана, г. Нукус, Республика Узбекистан

Здоровье населения во многом зависит от состояния окружающей среды, одним из наиболее значимых факторов которой является качество атмосферного воздуха. Интенсивная антропогенная нагрузка приводит к нарушению экологического равновесия и оказывает негативное влияние на здоровье и качество жизни.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (2022), к числу приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха относятся взвешенные частицы (PM_{10} и $PM_{2,5}$), оксиды азота (NO_x), диоксид серы (SO_2) и приземный озон (O_3). Особое внимание уделяется пылевому загрязнению, поскольку частицы пыли – взвешенные вещества могут быть причиной заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой, эндокринной и репродуктивной систем, а также злокачественных новообразований.

Ранее проведенный нами анализ выбросов в Республике Каракалпакстан за 2018–2022 гг. позволил установить, что основным источником загрязнения остается автотранспорт, при этом прослеживается тенденция к уменьшению его доли в структуре эмиссий. Наряду с этим, результаты проведенного нами опроса населения региона позволили установить, что загрязнение атмосферного воздуха отмечено жителями в числе ведущих детерминант здоровья ($82,5 \pm 2,4$ %).

Совокупность вышеописанных данных свидетельствует о высокой значимости гигиенической оценки качества атмосферного воздуха как приоритетного направления профилактической медицины и охраны здоровья населения. В связи с чем целью настоящего исследования явилась гигиеническая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Нукусе за 2023 год на основе анализа материалов государственного мониторинга.

Исследование выполнено на основе анализа показателей загрязнения атмосферного воздуха в г. Нукусе за 2023 год. В качестве исходных данных использовались результаты государственного мониторинга, проводимого Агентством гидрометеорологической службы Республики Узбекистан. Мониторинг проводился на двух стационарных пунктах наблюдений в пределах городской черты с кратностью отбора проб трижды в сутки в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Оценка уровня загрязнения осуществлялась путем сопоставления фактических среднесуточных концентраций загрязняющих веществ с предельно допустимыми концентрациями (далее – ПДКсс), регламентированными СанПиН Республики Узбекистан № 0053-23. Контролю подлежали взвешенные частицы, SO_2 , NO_2 и NO .

Анализ среднесуточных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Нукуса за 2023 год выявил выраженные колебания уровней пыли, SO_2 , NO_2 и NO . Наибольшее превышение ПДКсс ($0,15 \text{ мг/м}^3$) установлено по пыли: в течение 7 месяцев года ее концентрации превышали норматив, достигая

максимальных значений в апреле ($0,23 \text{ мг/м}^3$) и сентябре ($0,22 \text{ мг/м}^3$). Подобная динамика, вероятно, связана с сезонными ветровыми процессами, низкой влажностью почвенного покрова и высокой интенсивностью автомобильного движения в весенне-летний период, что указывает на комплексное воздействие природно-климатических и антропогенных факторов. Среднесуточные концентрации SO_2 варьировали в пределах $0,012\text{--}0,014 \text{ мг/м}^3$ (24–28 % от ПДКсс = $0,05 \text{ мг/м}^3$), что отражает отсутствие существенной сернистой нагрузки на атмосферный воздух. Уровни NO_2 находились в диапазоне $0,02\text{--}0,03 \text{ мг/м}^3$ (до 50 % от ПДКсс = $0,06 \text{ мг/м}^3$), демонстрируя тенденцию к повышению в весенне-летние месяцы, что подтверждает влияние автотранспорта и стационарных источников выбросов. Концентрации NO в течение года оставались стабильными – $0,02\text{--}0,03 \text{ мг/м}^3$ (8–12 % от ПДКсс = $0,25 \text{ мг/м}^3$), не превышая нормативных значений и не формируя существенного гигиенического риска. Совокупность выявленных данных указывает на доминирующую роль пылевого фактора в загрязнении атмосферного воздуха г. Нукуса и его приоритетное значение для профилактической оценки риска воздействия на здоровье населения.

Таким образом, результаты исследования показали, что приоритетным и наиболее значимым с экологической и гигиенической точек зрения компонентом загрязнения атмосферного воздуха является пыль. В течение 7 месяцев года ее среднесуточная концентрация превышала предельно допустимую среднесуточную концентрацию ($0,15 \text{ мг/м}^3$), установленную СанПиН Республики Узбекистан № 0053-23. Данный уровень загрязнения представляет потенциальную угрозу для здоровья населения, особенно для лиц с хроническими заболеваниями органов дыхания и других уязвимых групп.

Поступила 11.09.2025

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНУТРИДОМОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

*Атаниязова Р. А., arashchana@gmail.com,
Бозаров Л. А., lazizbozarov8@gmail.com*

Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний
Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Для проведения гигиенической оценки санитарно-гигиенических условий внутридомовых пространств в Мирзо-Улугбекском районе г. Ташкента в исследование были включены современные жилые комплексы (далее – ЖК), а также в качестве контрольной группы – жилые здания части микрорайона, являющегося первичной структурной единицей жилой территории. Так, были обследованы 2 современных жилых комплекса, составившие основную группу, и 4 четырехэтажных жилых здания постройки 1989–1990 гг., выделенные в контрольную группу.

Анализ полученных данных показал, что ЖК основной группы и жилые здания части микрорайона контрольной группы характеризовались преимущественно периметральной системой застройки. Современные жилые комплексы (ЖК № 1 и ЖК № 2), введенные в 2018–2022 гг. и имеющие этажность 8–9 этажей, демонстрируют более высокую плотность заселения по сравнению с малоэтажной застройкой контрольной группы. Так, при 182 и 156 квартирах численность жильцов при полном заселении достигала 545 и 442 человека, тогда как в контрольной группе при 136 квартирах – 564 человека. При этом общая площадь участков новостроек составила 0,5 и 0,86 га против 3,02 га в контрольной группе, что указывает на существенно более интенсивное использование территории. Наибольший коэффициент застройки был зафиксирован в ЖК № 1 (63,2 %), тогда как для ЖК № 2 он составил 16,2 %, а для контрольной группы – лишь 10,2 %.

Коэффициент плотности застройки – это показатель интенсивности использования земельного участка, который показывает, сколько квадратных метров жилой площади зданий приходится на один квадратный метр площади участка. Коэффициент плотности застройки также наиболее высоким оказался в ЖК № 1 (3,21 %), что связано с многоэтажностью зданий. В ЖК № 2 данный показатель был ниже (1,38 %), а в контрольной группе он составил всего 0,41 %, что отражает низкую интенсивность вертикальной застройки.

Существенные различия коэффициентов плотности застройки (от 0,41 до 3,21 %) указывают на неоднородность градостроительных решений в пределах современной периметральной застройки, но одновременно отражают тенденцию к интенсификации использования городской территории, сопровождающуюся

рисками ухудшения санитарно-гигиенических условий внутридворовой среды за счет сокращения площадей озеленения и рекреационных зон.

Анализ обеспеченности зелеными насаждениями подтвердил данную тенденцию, так площадь озелененности внутридворовых территорий, рассчитанная по суммарной площади участков, предназначенных для озеленения (газоны, цветники, кустарники и деревья), выявил существенные различия между современными жилыми комплексами и жилой застройкой контрольной группы. Общая площадь озеленения составила 312 м² в ЖК № 1 и 532 м² в ЖК № 2, тогда как в исследуемой части микрорайона контрольной группы данный показатель достигал 2825 м².

Процент озеленения территории в современных ЖК оказался значительно ниже санитарно-гигиенических нормативов и составил 6,24 % в ЖК № 1 и 6,19 % в ЖК № 2 при относительном преимуществе контрольной группы – 9,34 %.

Суммарная площадь крон деревьев в современных ЖК составила 2 и 679 м² соответственно, а в контрольной группе достигала 965 м². Полученные данные позволили заключить, что внутридворовые территории современных ЖК характеризуются низкой обеспеченностью зелеными насаждениями, что свидетельствует о недостаточности природных факторов для формирования благоприятных санитарно-гигиенических условий проживания.

Из вышеизложенного следует заключить, что современные ЖК характеризуются более высокой плотностью застройки (0,41–3,21 %), что отражает тенденцию к интенсификации использования городской территории, однако сопровождается снижением обеспеченности зелеными насаждениями. Среди установленных особенностей внутридворовой среды следует выделить меньшую площадь озеленения (312–532 м² против 2825 м² в контрольной группе) и более низкий удельный показатель озелененной территории (6,19–6,24 % против 9,34 %). Выявленные различия в плотности застройки и обеспеченности зелеными насаждениями свидетельствуют о том, что интенсификация использования городской территории в современных ЖК сопровождается рисками снижения роли природных факторов в формировании благоприятной среды. Это указывает на важность интеграции принципов экологически ориентированного градостроительства для поддержания здоровья населения.

Поступила 11.09.2025

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБЪЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ И ОЦЕНКИ РЕСПОНДЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ИХ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

*Баслык А. Ю., physical.factors@rspch.by,
Импнаева-Людчик С. Л., к. м. н., доцент, ssecretary@rspch.by,
Арбузов И. В., physical.factors@rspch.by,
Кравцов А. В., к. м. н., physical.factors@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

С биологической точки зрения понятие «свет» рассматривается как адекватная реакция зрительно-го анализатора человека, формирующая визуальное ощущение и восприятие окружающего пространства и объектов в нем в ответ на воздействие электромагнитного излучения с длинами волн примерно от 380 до 780 нм (видимое излучение). При этом восприятие света является одним из основных средств коммуникации человека с окружающим миром. Таким образом, световая среда, с одной стороны, характеризуется набором таких физико-оптических свойств и параметров видимого излучения, как спектральный состав, энергия светового потока и ее изменение во времени, способность отражения (поглощения) света поверхностью, а с другой – как раздражитель, влияющий на зрительное восприятие человеком окружающей обстановки, что позволяет в определенной степени сформировать представление о субъективном восприятии человеком световой среды с разными светотехническими параметрами и характеристиками.

С целью исследования влияния световой среды, формируемой электрическими источниками света с разным спектральным составом воздействия на человека, проведено изучение восприятия световой среды и субъективной оценки своего функционального состояния работающими, находящимися в определенных условиях искусственной световой среды в течение суток, а также стереотипов поведения, потенциально обусловленных факторами искусственной и естественной световой среды (в частности,

предпочтения при покупке электрических источников света, при формировании световой среды в местах проживания, режим сна и бодрствования).

Результаты исследования, представленные в публикации, получены методом интервьюирования респондентов при помощи разработанной анкеты. Анкета содержала несколько разделов: 1) общие сведения (Ф. И. О., место работы, должность, возраст, пол); 2) раздел, касающийся функционального состояния респондента на момент анкетирования (рост, масса тела, артериальное давление, пульс, наличие нарушений зрения); 3) раздел о системах освещения рабочих мест (наличие естественного освещения, тип применяемых электрических источников света, удовлетворенность освещением рабочего места и др.); 4) раздел, затрагивающий режим дня (включал вопросы о времени пробуждения и отхода ко сну, применении будильника, времени начала и окончания рабочего дня, работе в ночное время суток, длительности пути на работу и обратно, периодов наибольшей работоспособности в течение дня и года); 5) раздел, посвященный предпочтениям выбора электрических источников света для формирования световой среды в местах проживания (содержал вопросы о применяемых и приобретаемых для применения в домашних условиях типах электрических источников света и их светотехнических характеристиках (цветность, цветопередача и др.)).

В анкетном опросе принимали участие работающие ($n = 103$) разных сфер экономической деятельности (промышленность, торговля, услуги, информационные технологии, финансы, образование и наука, здравоохранение и др.) в возрасте 18–58 лет (женщины) и 18–63 лет (мужчины), рабочие места которых находились в помещениях как производственных, так и общественных зданий с разными параметрами световой среды, отличающейся по типу систем освещения и применяемым в них электрическим источником света.

По данным анкетного опроса субъективная оценка респондентами своего функционального состояния показала, что $(65,0 \pm 4,7) \%$ опрошенных определяют время своей наибольшей работоспособности с 9 до 12 часов, $(34,0 \pm 4,7) \%$ – с 12 до 15 часов, $(24,3 \pm 4,7) \%$ – с 15 до 18 часов. Анализ ответов показал, что наивысшую работоспособность респонденты отмечают летом $(30,1 \pm 4,5) \%$ и весной $(29,1 \pm 4,5) \%$. Наименьшая работоспособность, по их мнению, характерна для зимы. При этом почти треть опрошенных затруднилась определить зависимость своей работоспособности от времени года.

Изучение данных анкетирования выявило, что $(4,9 \pm 2,1) \%$ рабочих мест опрошенных работников организованы в помещениях, в которых отсутствует естественное освещение. Кроме того, $(16,5 \pm 3,7) \%$ участников опроса хотели бы большее количество естественного света на своем рабочем месте. Одновременно с этим $(82,6 \pm 3,7) \%$ респондентов считают искусственную освещенность, создаваемую системой общего освещения помещения, в котором расположены их рабочие места, достаточной, а искусственную световую среду комфортной.

Изучение ответов респондентов по поводу изменений зрительного восприятия пространства помещения, в котором находится их рабочее место, при замене ранее установленных электрических источников света (ламп накаливания, люминесцентных, металлогалогеновых и др.) на светодиодные, показало, что $(26,2 \pm 4,3) \%$ опрошенных не заметило существенных отличий и изменений качества световой среды, одновременно с этим $(14,6 \pm 3,5) \%$ воспринимают свет, создаваемый светодиодными источниками, как более комфортный, а $(7,8 \pm 3,5) \%$ находят его дискомфортным.

Результаты анкетирования показали, что около половины респондентов $(48,5 \pm 4,9) \%$ для освещения квартиры (дома), где они проживают, применяют светодиодные источники света.

Оценка восприятия цветности (оттенка света) искусственного освещения помещения, в котором находится рабочее место респондентов, показала, что $(30,1 \pm 4,5) \%$ опрошенных работников воспринимают свет «теплым», $(22,3 \pm 4,1) \%$ – «холодным», при этом обе группы работников находят существующую цветность световой среды помещений приемлемой, тогда как $(16,5 \pm 3,7) \%$ из числа опрошенных работников считают свет, создаваемый электрическим освещением, чрезмерно «холодным» и предпочли бы находиться в условиях более «теплого» освещения. Изучение предпочтений респондентов относительно оттенков белого света выявило, что $(45,6 \pm 4,9) \%$ опрошенных определяют «теплый» оттенок белого наиболее комфортным, $(10,7 \pm 3,1) \%$ – «холодный», $(30,1 \pm 4,5) \%$ – предпочитают «нейтральную» цветность света. При этом оценка поведения респондентов как потребителей светотехнической продукции при выборе и приобретении ламп и светильников для личного пользования показала, что $(33,0 \pm 4,6) \%$ опрошенных не принимают во внимание и $(20,4 \pm 4,0) \%$ вовсе не знакомы с такими светотехническими параметрами, как коррелированная цветовая температура и индексы цветопередачи. Одновременно с этим для $(45,6 \pm 4,9) \%$ респондентов светотехнические характеристики, существенно влияющие на цветность и качество цветопередачи света, генерируемого лампами, являются определяющим критерием выбора при их покупке.

Таким образом, полученные в рамках анкетного опроса результаты позволили сформировать предварительное представление о восприятии респондентами световой среды и особенностях ощущений, связанных с их пребыванием в определенных условиях световой среды. Отмечено, что подавляющее число опрошенных отметило достаточность искусственной освещенности вне зависимости от применяемых в системах освещения помещений типов электрических источников света, при этом преобладающая доля

респондентов отдает предпочтение световой среде помещений с «теплой» и «нейтральной» цветностью. Данные результаты явились одним из элементов, указывающих направление последующих исследований, ориентированных на изучение влияния искусственной световой среды на функциональное состояние организма человека.

Поступила 24.09.2025

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕБЛАГОПОЛУЧИЕ И ОНКОГЕМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ В МОНОПРОФИЛЬНЫХ ГОРОДАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

¹Гарипова В. В., к. э. н., доцент, mihailova_venera@mail.ru,

²Власов А. В., study@demontroyal.com

¹Частное образовательное учреждение высшего образования «Казанский инновационный университет им. В. Г. Тимирязева», г. Казань, Российская Федерация;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва, Российская Федерация

Монопрофильность городского хозяйства представляет собой зависимость экономического благополучия населенного пункта от функционирования единственного предприятия или группы предприятий одной отрасли. Такие города особенно уязвимы перед экономическими кризисами и структурными изменениями рынка труда. К числу факторов риска также относятся экологические проблемы, вызванные деятельностью градообразующих предприятий, низкая доступность медицинских услуг и отсутствие условий для здорового образа жизни.

Заболевания системы крови, включая лейкомии, лимфомы и миелодиспластический синдром, являются одними из наиболее распространенных форм злокачественных новообразований. Высокий уровень заболеваемости раком крови оказывает значительное влияние на здоровье населения и экономику региона. Причины повышенной заболеваемости включают воздействие канцерогенов окружающей среды, профессиональные риски работников крупных промышленных предприятий, недостаточное медицинское обслуживание и низкий уровень профилактической медицины.

Сведения о заболеваемости злокачественными новообразованиями лимфатической и кроветворной ткани (коды МКБ-10: C81-C96) были извлечены из ежегодных статистических сборников «Злокачественные новообразования в России», издаваемых Московским научно-исследовательским онкологическим институтом имени П. А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России за 2010–2023 гг. Ввиду того, что данные в сборниках представлены на уровне субъектов федерации, для анализа использовались агрегированные данные по регионам с высокой концентрацией моногородов (целевая группа) и регионам с низкой концентрацией (контрольная группа).

Анализ показал устойчивую положительную связь между низким уровнем социально-экономического развития монопрофильного города и высоким уровнем заболеваемости онкологическими заболеваниями системы крови. Ключевыми факторами риска были выявлены загрязнение воздуха промышленными выбросами, проживание вблизи производственных объектов, вредные условия труда и ограниченный доступ к качественной медицинской помощи.

Исследования подтвердили наличие специфического кластера монопрофильных городов с высокими показателями заболеваемости, расположенных преимущественно в индустриальных районах Сибири и Урала. Например, г. Ачинск Красноярского края характеризуется значительной концентрацией тяжелых металлов в воздухе, вызванной работой алюминиевого завода, что создает высокий риск развития рака крови у местного населения.

Полученные данные свидетельствуют о наличии серьезных проблем в области охраны здоровья населения монопрофильных городов России. Необходимо принятие комплексных мер, направленных на улучшение экологической обстановки, повышение доступности медицинского обслуживания и создание благоприятных условий для профилактики онкологических заболеваний.

Среди предложений по улучшению ситуации выделяются следующие меры:

разработка специальных программ мониторинга загрязнения окружающей среды и контроля качества питьевой воды в монопрофильных городах;

повышение квалификации врачей общей практики и онкологов, работающих в условиях моно-профильной городской среды;
проведение регулярных скрининговых мероприятий среди групп высокого риска, включая работников вредных производств;
информирование населения о мерах профилактики онкологических заболеваний, способствующих снижению риска заболевания.

Поступила 30.09.2025

**ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ
ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,
АССОЦИИРОВАННОМ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ
РАССЕИВАНИЯ ВЫБРОСОВ**

*Гриценко Т. Д., к. б. н., risk.factors@rspch.by,
Соловьев В. В., risk.factors@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В атмосферный воздух территорий населенных пунктов с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта поступают ежегодно сотни тысяч тонн различных загрязняющих веществ. Поступающие в атмосферу примеси подвергаются разнообразным процессам, метеоусловия оказывают существенное влияние на их проявление. В зависимости от качественного и количественного состава выбросов, их периодичности, параметров источников и изменчивости ряда метеорологических условий, определяющих перенос и рассеивание выбросов в атмосферном воздухе, формируется уровень риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния источников выбросов. Вышеизложенное подтверждает актуальность учета определенного набора метеопараметров в формировании рисков здоровью населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха.

Целью настоящего исследования являлась оценка риска здоровью населения от комбинированного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов. Исследования выполнялись в рамках задания 01.14. «Научно обосновать и разработать метод оценки риска здоровью населения от комбинированного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы. В рамках задания подготовлена инструкция по применению № 022–1224 «Метод оценки риска здоровью населения от комбинированного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов» (утверждена заместителем Министра – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 16.12.2024).

Применение данной инструкции позволило рассчитать уровни риска здоровью населения, проживающего в зонах влияния источников выбросов объектов (как по отдельным природопользователям, так и по городским территориям в целом); провести комплексную гигиеническую оценку степени загрязнения атмосферного воздуха территорий населенных пунктов с учетом комбинированного воздействия загрязнения атмосферного воздуха в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов загрязняющих веществ. Установлено, что основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха территорий населенных пунктов вносят: твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), твердые частицы, фракции размером до 10 микрон и до 2,5 микрон, сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ), углерод оксид (окись углерода, угарный газ), азот (IV) оксид (азота диоксид), формальдегид (метаналь), аммиак, фенол (гидроксibenзол), сероводород, сероуглерод, свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец), кадмий и его соединения (в пересчете на кадмий), бенз(а)пирен, приземный озон. Для определения уровней риска здоровью был принят условный сценарий воздействия промышленного объекта на экспонируемую популяцию с учетом качественно-количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ и вариабельности метеорологических показателей (ведущие критерийные параметры – высокие источники выбросов (высота 30 м), температура отходящей газовоздушной

смеси 20 °С; скорость выброса 4 м/с; неустойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, скорость ветра 2 м/с; основные выбрасываемые загрязняющие вещества: азота (IV) оксид (азота диоксид), твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), твердые частицы и фракции размером до 10 мкм и до 2,5 мкм, сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ), углерод оксид (окись углерода, угарный газ), фенол (гидроксibenзол)).

В рамках проведения оценки риска здоровью населения анализируемой жилой территории при комбинированном действии загрязняющих веществ при неблагоприятных метеорологических условиях рассеивания выбросов произведены расчеты потенциальных рисков немедленного (рефлекторного) действия и длительного (хронического) воздействия для поступления отдельных химических веществ и от комбинированного воздействия химических веществ, коэффициентов и индексов опасности для провести расчет рисков здоровью населения при комбинированном воздействии веществ, входящих в состав выбросов объекта, с учетом неблагоприятных метеорологических показателей для рассеивания выбросов для уточнения уровней рисков здоровью населения, проживающего на территории, находящейся в зоне влияния выбросов данного объекта.

По результатам расчетов рисков комбинированного действия для экспонируемой популяции при заданном сценарии экспозиции было установлено, что потенциальные суммарный риск немедленного (рефлекторного) действия и риск длительного (хронического) воздействия загрязняющих веществ, входящих в состав выбросов объекта, оценивались как «приемлемые (минимальные)». При кратковременном и хроническом ингаляционном воздействии загрязняющих веществ, входящих в состав выбросов объекта, индексы опасности развития неблагоприятных эффектов со стороны органов дыхания оцениваются как «средние», сердечно-сосудистой системы, процессов развития организма, включая эмбриотоксическое и тератогенное действие, нарушения интеллектуального развития и способности к обучению, органов зрения характеризуются «низким» уровнем.

Установлено, что при оценке, проведенной для комбинированного действия загрязняющих веществ при метеорологических условиях рассеивания выбросов (термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, скорость ветра), неблагоприятных для определенного преобладающего типа источников с соответствующими параметрами, наиболее информативным показателем, характеризующим уровень риска здоровью экспонируемой популяции при заданном сценарии экспозиции, является индекс опасности для критических органов/систем организма при кратковременном (рефлекторном) и длительном (резорбтивном) типах воздействия. Таким образом, данный комплексный показатель приобретает особую роль при оценке рисков посредством описываемого метода в сравнении со стандартной процедурой оценки риска в условиях ингаляционного пути поступления в организм химических веществ с выраженными токсическими свойствами.

Разработанная инновация позволяет получать более точную и достоверную информацию о степени и характере загрязнения атмосферного воздуха территорий населенных пунктов от воздействия источников промышленных и иных объектов, условиях экспозиции для проживающего населения, может применяться как при проведении так называемой «объектной» оценке риска здоровью с целью уточнения уровней рисков, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, по принципу определения наихудшего сценария воздействия в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов, так и при проведении исследований качества атмосферного воздуха территорий населенных пунктов и мест массового отдыха населения в рамках осуществления социально-гигиенического мониторинга.

Применение результатов выполнения задания 01.14. позволит повысить обоснованность результатов гигиенической оценки качества атмосферного воздуха территорий населенных пунктов, достоверность и точность оценки рисков здоровью населения, ассоциированных с промышленным загрязнением атмосферного воздуха, в части определения степени угроз при наихудших сценариях комбинированного воздействия загрязняющих веществ, что в свою очередь будет способствовать принятию управленческих решений для минимизации риска развития неинфекционных заболеваний.

Поступила 24.09.2025

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ ПРИ ПИТЬЕВОМ И РЕКРЕАЦИОННОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ЦВЕТЕНИЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Дроздова Е. В., к. м. н., доцент, rspch@rspch.by,
Суровец Т. З., risk.factors@rspch.by,
Фираго А. В., risk.factors@rspch.by,
Полоневич А. Г., к. х. н., chf@rspch.by,
Булгакова О. А., chf@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность проблемы цветения водных объектов для Республики Беларусь подтверждается данными государственного санитарного надзора за поверхностными источниками питьевого водоснабжения и рекреационными водными объектами. До настоящего времени в нашей стране проблема цветения водных объектов с позиций влияния на здоровье не изучалась, гигиеническое нормирование цианотоксинов в питьевой воде, воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и рекреационных водах отсутствует, что при питьевом и рекреационном водопользовании может обуславливать существенные риски здоровью населения.

Целью исследования являлась оценка рисков здоровью при питьевом и рекреационном водопользовании, ассоциированных с цветением водных объектов. Исследования выполнялись в рамках задания 01.11. подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

В рамках задания на основании анализа многолетних метеорологических показателей, химического состава воды водных объектов, количественного и качественного состава сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, обоснован список приоритетных, характерных для отдельных регионов Республики Беларусь показателей, определяющих условия цветения водных объектов. На основании отобранных с учетом сезонности явления цветения водных объектов проб воды согласно разработанной Программе лабораторных исследований в контрольных точках (из поверхностного источника водоснабжения, на выходе со станции водоподготовки, из разводящей сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также из зон рекреации) выполнена комплексная гигиеническая оценка загрязнения питьевой воды и воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования, в т. ч. цианотоксинами (цилиндроспермопсин и микроцистин-LR). По результатам лабораторных исследований установлено, что в целом увеличение концентрации цилиндроспермопсина коррелировало с ростом температуры воздуха и воды в водном объекте и результатами санитарно-химических исследований. С конца июля наряду с ростом температуры воздуха и воды отмечалось увеличение концентрации цилиндроспермопсина. Динамика концентраций микроцистина-LR не коррелировала с ростом температуры воздуха и воды.

В рамках выполнения задания разработана методика измерений микроцистина-LR в воде водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования, formalизована в АМИ.МН 0160-2024 «Массовая концентрация микроцистина-LR в воде водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования. Методика измерений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» (свидетельство об аттестации № 036/2024 от 19.06.2024).

По результатам проведенных исследований установлена дозовая нагрузка на экспонируемое население, обусловленная содержанием приоритетных групп цианотоксинов в питьевой воде и рекреационных водах. Основной вклад в формирование дозы при реалистичных сценариях вносит хозяйственно-питьевое водопользование, пероральный путь поступления. Референтная доза при пероральном поступлении ни при одном пути поступления при наихудшем сценарии поступления цилиндроспермопсина и микроцистина-LR для различных возрастных групп превышена не была.

На основании обобщения сформированной доказательной базы, изучения наилучшего международного опыта, результатов собственных исследований по комплексной гигиенической оценке загрязнения питьевой воды и воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования (в т. ч. цианотоксинами) разработан метод оценки риска здоровью населения, обусловленного содержанием цианотоксинов в питьевой воде и рекреационных водах, formalизованный в инструкции по применению № 020-1124 «Метод оценки рисков здоровью при питьевом и рекреационном водопользовании, ассоциированных с цветением водных объектов» (утверждена заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 16.12.2024). Изложенный

в Инструкции метод базируется на классических подходах к оценке риска здоровью от воздействия химических веществ и определяет особенности проведения оценки рисков здоровью, ассоциированных с присутствием в воде цианотоксинов.

Положения инструкции по применению могут использоваться для обоснования выбора наиболее эффективных технологий водоподготовки с позиции достижения заданной степени очистки питьевой воды, а также с учетом баланса рисков микробиологической и химической природы; обоснования приоритетных мероприятий, направленных на устранение (снижение) уровня риска для здоровья населения, достижение целевого уровня риска; обеспечения объективной информацией об установленных уровнях риска лиц, участвующих в принятии управленческих решений, населения и иных заинтересованных организаций; обоснования нормативных требований при разработке нормативных правовых актов по обеспечению безопасности питьевого водоснабжения.

На основании результатов оценки риска здоровью населения, отечественных и зарубежных литературных данных о токсичности и опасности цианотоксинов, данных об отдаленных последствиях, полученных как в экспериментальных, так и в эпидемиологических исследованиях, выполнено научное обоснование величины предельно допустимой концентрации цианотоксинов (микроцистина-LR и цилиндропермопсина) в воде водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования (предложены как дополнение гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна», утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37).

Применение результатов выполнения задания 01.11. позволит обеспечить проведение оценки рисков здоровью и контроль за безопасностью питьевого и рекреационного водопользования в периоды цветения водных объектов. Повышение надежности и полноты проводимых оценок позволит в итоге снизить риск развития неинфекционных заболеваний, ассоциированных с влиянием негативных факторов среды обитания (цветение водных объектов).

Поступила 08.09.2025

ПЕРВИЧНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ВРОЖДЕННЫМИ АНОМАЛИЯМИ ЯЗЫКА И ПОЛОСТИ РТА И КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Кирилкин Г. Э., germankirilkin@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Врожденные пороки развития челюстно-лицевой области остаются важной проблемой общественного здравоохранения. Однако данная группа заболеваний является неоднородной. Рубрика Q38 в Международной классификации болезней 10 пересмотра (далее – МКБ-10) включает врожденные пороки развития языка и полости рта (в частности, слюнных желез). Анкилоглоссия является малым врожденным пороком развития челюстно-лицевой области и представляет укорочение уздечки языка разной степени. По данным опубликованных мета-анализов, распространенность укороченной уздечки языка в популяции различна и составляет в среднем 5 %, однако разброс показателя варьирует от 0,2 до 20 % на разных территориях. Макроглоссия – врожденный порок развития, характеризующийся увеличением размеров языка. К врожденным аномалиям слюнных желез относят сужение или отсутствие выводных протоков желез, наличие добавочной слюнной железы или протока, а также врожденный свищ слюнной железы. В рубрику Q38 МКБ-10 входят такие врожденные аномалии языка, как аглоссия (отсутствие языка) и раздвоение языка (Q38.3), распространенность которых составляет 0,4 %. Тяжелые металлы способны оказывать мутагенное и тератогенное действие. Вместе с тем влияние тяжелых металлов на развитие врожденных пороков развития челюстно-лицевой области изучено недостаточно.

Целью исследования являлось изучение связи между концентрацией тяжелых металлов в почве крупных городов Архангельской области и уровнем первичной заболеваемости врожденными аномалиями языка и полости рта у детей (рубрика Q38 по МКБ-10).

Для достижения цели работы было проведено экологическое исследование. В исследование была включена рубрика Q38 по МБК-10 «Другие врожденные аномалии языка, рта и глотки», включающая такие врожденные пороки, как анкилоглоссия (Q38.1), макроглоссия (Q38.2), другие врожденные аномалии языка (Q38.3), врожденные аномалии слюнных желез и протоков (Q38.4) и врожденные аномалии нёба, не классифицированные в других рубриках (Q38.5). Расчет первичной заболеваемости за 2014–2023 гг. у детского населения (0–14 лет) был произведен по данным реестра счетов Территориального фонда обязательного медицинского страхования Архангельской области. Данные о загрязнении почвы тяжелыми металлами (медью, хромом, цинком, никелем, марганцем, свинцом, ртутью, кадмием и кобальтом) на уровне медианы и 90-го перцентиля были изучены на основе исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Архангельской области» за 2014–2023 гг.

Корреляционная связь изучалась с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Уровень статистической связи считался значимым на уровне $p < 0,05$. Расчет первичной заболеваемости и кумулятивной частоты был проведен в Microsoft Office Excel. Статистический анализ был проведен с помощью программного обеспечения STATA версии 14.0.

Уровень первичной заболеваемости врожденными аномалиями языка и полости рта (Q38) по данным обращаемости в пяти крупных монопромышленных городах Архангельской области отличался. Наибольший показатель первичной заболеваемости в 2014–2023 гг. наблюдался в г. Северодвинске и составлял 1,21 на 1000 населения. Далее следовали г. Архангельск (0,75 на 1000 населения), г. Коряжма (0,51 на 1000 населения), г. Новодвинск (0,31 на 1000 населения) и г. Котлас (0,19 на 1000 населения). Кумулятивная частота – показатель, отражающий частоту возникновения новых случаев в популяции на количество населения в начальный период наблюдения также был различным. Наибольшая кумулятивная частота была зарегистрирована в г. Северодвинск и составляла 12,56. На втором ранговом месте находился г. Архангельск (7,72), однако показатель был в 1,6 раз ниже. Далее в ранжированном ряду следовали: г. Коряжма (2,56), г. Новодвинск (2,00), г. Котлас (1,79).

Анализ связи концентрации тяжелых металлов за 2014–2023 гг. в почве на уровне медианы и средне-многолетней первичной заболеваемости патологией, отраженной в рубрике Q38, показал отсутствие значимой связи. На уровне 90-го перцентиля значимую сильную корреляционную связь между врожденными аномалиями языка и полости рта, включенными в рубрику Q38, и концентрацией тяжелых металлов в почве показал кобальт ($r = 0,9$, $p = 0,04$).

В заключение следует отметить, что наибольший уровень первичной заболеваемости и кумулятивной частоты врожденными аномалиями языка и полости рта был зарегистрирован в г. Северодвинске. Корреляционный анализ показал значимую сильную связь между развитием врожденных аномалий языка и полости рта и концентрацией кобальта в почве на уровне 90-го перцентиля. Дальнейшие лонгитюдные и регистровые исследования помогут уточнить влияние тяжелых металлов на развитие врожденных пороков челюстно-лицевой области.

Поступила 15.09.2025

ОЦЕНКА ИНГАЛЯЦИОННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

*Кислицына В. В., к. м. н., ecologia_nie@mail.ru,
Суржиков Д. В., д. б. н., доцент, ecologia_nie@mail.ru,
Ликонцева Ю. С., ecologia_nie@mail.ru,
Штайгер В. А., ecologia_nie@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк, Российская Федерация

Загрязнение атмосферного воздуха является основной экологической проблемой высокоурбанизированной Кузнецкой котловины, на территории которой расположена большая часть Кемеровской области – Кузбасс. В пределах котловины сосредоточены многие крупные города региона, в том числе г. Новокузнецк. В г. Новокузнецке функционируют крупнейшие промышленные предприятия черной и цветной металлургии, угледобычи, энергетики, машиностроения, строительства. Для города характерен резко континентальный климат, штиль составляет до 25 % в розе ветров, что способствует возникновению смога.

При рассмотрении формирования экологических проблем г. Новокузнецка в историческом аспекте показано, что природное равновесие в регионе стало нарушаться уже с началом индустриализации, когда началась интенсивная разработка месторождений полезных ископаемых и строительство промышленных предприятий. Природная среда в то время рассматривалась как ресурсная база и территория для размещения заводов, а ее эксплуатация осуществлялась без учета природно-климатических особенностей региона, отсутствовали природоохранные мероприятия и генеральный план развития города. В результате в настоящее время промышленные предприятия располагаются в черте города вблизи селитебных зон. Комплекс перечисленных факторов послужил причиной формирования напряженной экологической ситуации в городе.

Для характеристики состояния воздушной среды г. Новокузнецка и оценки риска для здоровья его жителей в работе были использованы данные по валовым выбросам в атмосферу города и среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ (бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ, фтористого водорода, диоксида азота, аммиака, углерода (сажи), оксида углерода, оксида азота, фенола, диоксида серы) за 2017–2022 гг., представленные в «Докладе о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса». Определение общего объема выбросов в атмосферу города производится Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов на основе анализа отчетов формы «2-ТП (воздух)», предоставляемых предприятиями города. Ежегодно обобщаются отчетные данные около 60 предприятий. Основной вклад в загрязнение воздушной среды города вносят предприятия металлургической отрасли (до 90 %). Для наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории Новокузнецка размещены 8 стационарных постов. Анализ полученных проб осуществляет комплексная лаборатория Новокузнецкой гидрометеорологической обсерватории. Предельно допустимые концентрации (далее – ПДК) атмосферных загрязнителей определялись по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Расчеты рисков для здоровья населения проводились в соответствии с положениями «Руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания» (Р 2.1.10.3968-23).

В исследовании выявлена динамика к снижению общего объема атмосферных выбросов с 313,3 тыс. т в 2017 г. до 263,2 тыс. т в 2022 г. Общее уменьшение валовых выбросов за изучаемый период составило 50,1 тыс. т, что соответствует около 16 % относительно общего объема выбросов в 2017 г.

Основным загрязняющим веществом, среднегодовые концентрации которого превышают гигиенический норматив в 3,5–11,2 раза, является бенз(а)пирен. Наибольшая его концентрация наблюдалась в 2022 г. (0,0000112 мг/м³, что составило 11,2 ПДК). Среднегодовые концентрации формальдегида были выше ПДК в 1,7 и 3,4 раза в 2021 и 2022 гг. (0,0051 и 0,0102 мг/м³ соответственно). Среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали ПДК в 1,6 и 2,0 раза также в 2021 и 2022 гг., составляя 0,12 и 0,15 мг/м³ соответственно. В 1,2 раза выявлено превышение ПДК фтористого водорода в атмосфере г. Новокузнецка в 2021 г. (0,006 мг/м³); в 1,6 раза – диоксида азота в 2022 г. (0,064 мг/м³). Среднегодовые концентрации остальных атмосферных загрязнителей находились в пределах нормы. В 2022 г. не проводились измерения концентраций углерода (сажи) в воздушной среде города.

Наиболее опасным веществом, имеющим высокие коэффициенты опасности (3,5–11,2), являлся бенз(а)пирен. Такие значения коэффициентов опасности (более 3,0) соответствуют высокому уровню неканцерогенного риска. В 2021 г. коэффициенты опасности формальдегида и взвешенных веществ соответствовали настораживающему уровню риска, находясь в диапазоне 1,1–3,0. В 2022 г. коэффициент опасности формальдегида составил 3,4 (высокий уровень риска), взвешенных веществ – 2,0 (настораживающий уровень риска), диоксида азота – 1,6 (также настораживающий уровень риска).

Выявлено, что основными критическими органами и системами, наиболее подверженными воздействию загрязняющих веществ, являлись иммунная система (индексы опасности по годам составили 4,0–14,1), развитие в детском возрасте (индексы опасности – 3,5–11,2), органы дыхания (индексы опасности – 3,0–8,6). Такие уровни риска находятся в диапазоне от настораживающего до высокого. Наибольшие индексы опасности по критическим органам и системам наблюдались в 2022 г.

Индивидуальный канцерогенный риск, обусловленный воздействием формальдегида, составил $1,3 \times 10^{-4}$ в 2022 г., что соответствует настораживающему уровню. В остальные годы значения индивидуального канцерогенного риска от влияния бенз(а)пирена, формальдегида и углерода (сажи) не превышали допустимый уровень. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск не превышал допустимый уровень (1×10^{-4}) в 2017–2020 гг. При этом в 2021–2022 гг. наблюдались превышения допустимого уровня канцерогенного риска. Наибольший суммарный индивидуальный канцерогенный риск ($1,6 \times 10^{-4}$) выявлен в 2021 г. и оценивался как настораживающий. В 2022 г. отсутствовали наблюдения по углероду (саже), но даже в отсутствие таких данных уровень риска превышал верхнюю границу допустимого риска и считался настораживающим. Наибольший вклад в формирование уровня суммарного индивидуального канцерогенного риска в 2017–2020 гг. вносил формальдегид (52,6–58,8 %), в 2021 г. наибольший удельный вес

имел углерод (сажа), составляя 50,6 %. В 2022 г. вклад формальдегида составил 91,5 %, но данный показатель нельзя считать корректным, так как в этом году отсутствуют данные по концентрации углерода (сажи).

Таким образом, за 6 исследованных лет выявлено снижение валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Новокузнецка на 16 % относительно показателей 2017 г. Вместе с тем наблюдались повышенные концентрации вредных атмосферных примесей (бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ, диоксида азота), определяющие настораживающие и высокие уровни рисков для здоровья жителей города. Исследование показало, что снижение общего объема атмосферных выбросов не обеспечивает значительного эффекта для улучшения экологической ситуации и здоровья населения. При реализации воздухоохраных мероприятий необходимо учитывать критерии риска.

Поступила 02.09.2025

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ СЛОВАРЯ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ СЕТИ МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ФМБА РОССИИ

*Мельников О. А., omelnikov@cspfmmba.ru,
Болехан В. Н., д. м. н, доцент, vbolekhan@cspfmmba.ru,
Краевой С. А., к. м. н, skraevoy@cspfmmba.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, Российская Федерация

Проблемы биологической безопасности, разработка мер по снижению уязвимости и предупреждению биологических угроз являются чрезвычайно важными для обеспечения здоровья граждан Российской Федерации. Сеть мониторинга биологических рисков (далее – МБР) на территориях и в организациях, обслуживаемых ФМБА России (далее – Сеть), представляет собой организационную систему, которая обеспечивает биологическую безопасность и охрану здоровья людей, занятых на предприятиях стратегически важных отраслей российской промышленности.

В деятельности Сети участвуют специалисты различной профессиональной направленности и квалификации из множества областей научных знаний и практических специальностей: медицинские работники, биологи, гигиенисты, аналитики, инженеры и программисты IT-индустрии и телекоммуникаций, диспетчеры, операторы оперативно-дежурных служб, консультанты, инструкторы профподготовки, методисты, сотрудники управленческого звена, взаимодействующие между собой на профессиональном языке с применением узкоспециализированной терминологии. Они обязаны четко и однозначно понимать друг друга, оперируя едиными терминами и понятиями, обеспечивая непрерывное функционирование Сети как единой слаженной эффективной развивающейся системы. Формирование терминологического аппарата является важной составляющей внутриведомственного и межведомственного взаимодействия и обеспечения коммуникативной культуры.

Для повышения качества внутрикорпоративных коммуникаций, а также в целях совершенствования методической базы мониторинга биологических рисков ФМБА России руководством ФГБУ «ЦСП» ФМБА России было принято решение о разработке Федеральным информационно-аналитическим центром мониторинга медико-биологических рисков ФМБА России словаря терминов и определений Сети мониторинга биологических рисков ФМБА России.

Первоначально был разработан алгоритм разработки и формирования глоссария тезаурусного типа Сети, предусматривающий создание не только глоссария (в виде словаря терминов и определений), но и соответствующего тезауруса в виде электронной базы данных с отображением внутриэлементных структурных связей. Алгоритм включает в себя следующие этапы комплексного исследования Сети:

- 1) изучение и анализ ее предметной области;
- 2) мониторинг и углубленное изучение терминосферы;
- 3) разработка и создание терминосистемы;
- 4) формирование словарных дефиниций и создание проекта словаря;
- 5) апробация и опубликование словаря.

В основе исследования лежало терминологическое структурирование предметной области. В разработанной типологии предметной области выделены четыре основные категории:

- 1) «мониторинг», включает объекты наблюдения, сбор данных, аналитику;

- 2) «структура Сети», где описываются субъекты Сети, связи, объекты обслуживания;
- 3) «информационно-аналитическая платформа» – технологии и программно-аппаратные средства АИС, обмен данными, формирование выходных данных;
- 4) «функциональная поддержка», включает профподготовку, методическое обеспечение и административно-диспетчерское сопровождение.

Анализ и структурирование предметной области позволили исследовать терминосферу Сети, включающую термины из различных областей знаний, соприкасающиеся с деятельностью Сети: медицина, биология, информационные технологии, информационно-аналитическая деятельность, диспетчерское обеспечение и др. Эти термины были объединены в тематические разделы терминосистемы. Терминологическая система Сети имеет гетерогенный характер. Она строилась на основе изучения российских и зарубежных нормативных правовых документов, имеющих отношение к формированию, функционированию и развитию Сети. Для ее разработки использовалась информационная платформа – специально созданные базы данных «Нормативные правовые акты радиационного, химического и биологического мониторинга» и «Нормативные правовые документы сети МБР».

Словарь состоит из более 500 расположенных в алфавитном порядке словарных статей с терминами и определениями, отражающими понятийно-терминологический лексикон, содержащийся в нормативно-правовых, методических и организационных документах, регулирующих функционирование Сети. Представленные дефиниции содержат ссылки на верифицированные компетентные источники: Федеральные законы и кодексы (17 документов); указы Президента Российской Федерации и постановления Правительства Российской Федерации (7), документы ФМБА Российской Федерации (7), документы Минздрава Российской Федерации (5); документы Роспотребнадзора Российской Федерации (8); межведомственные документы и документы других ведомств (14); стандарты Российской Федерации (14), документы международных организаций (6); энциклопедии, словари, пособия и научно-образовательные порталы (9); официальные сайты (6).

Таким образом, словарь представляет собой упорядоченный свод терминов и определений, используемых при проведении мониторинга биологических рисков, и призван помочь специалистам и заинтересованным лицам разобраться в применяемой терминологии, обеспечивая единую интерпретацию ключевых понятий.

Предполагается, что отраслевой тематический словарь терминов и определений послужит информационной основой для повышения эффективности коммуникационного взаимодействия специалистов Сети МБР на территориях и в организациях, обслуживаемых ФМБА России. В перспективе в процессе совершенствования и развития Сети будут появляться новые профессиональные реалии и, соответственно, новые коммуникационные потребности в формировании и освоении актуальной терминологии, где принципы, заложенные при создании словаря, будут являться не только информационной, но и методологической основой создания новых профессиональных глоссариев.

Поступила 27.08.2025

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СРЕДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОКРУЖЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Науменко С. А., *micro_sanitary@rspch.by*,
Дудчик Н. В., д. б. н., профессор, *micro_sanitary@rspch.by*,
Емельянова О. А., к. б. н., *micro_sanitary@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Безопасность пищевой продукции, включая контроль за микробной контаминацией объектов производственной среды пищевых производств, является необходимым условием обеспечения высокого качества продукции и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

В Республике Беларусь сальмонеллы и патогенные листерии не допускаются на поверхностях, контактирующих с готовыми к употреблению пищевыми продуктами, согласно гигиеническому нормативу «Допустимые уровни патогенных микроорганизмов на поверхностях, контактирующих с готовыми к употреблению пищевыми продуктами при их производстве» от 02.12.2016 № 121.

Для контроля данных показателей в смывах с нормируемой площади объектов технологического окружения пищевых производств в рамках задания 02.10. «Разработать молекулярно-генетические экспресс-методы микробиологического контроля патогенных микроорганизмов в среде технологического окружения пищевых производств» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, разработана инструкция по применению № 024-1124 «Молекулярно-генетические экспресс-методы выявления патогенных микроорганизмов в среде технологического окружения пищевых производств» (далее – Инструкция).

Молекулярно-генетические экспресс-методы выявления патогенных микроорганизмов рода *Salmonella* и вида *Listeria monocytogenes* в смывах с поверхностей объектов технологического окружения пищевых производств предусматривают взятие смывов с поверхностей объектов производственной среды пищевых производств, культивирование отобранных смывов в накопительных питательных средах, экстракцию ДНК из культуральной жидкости, амплификацию специфических участков ДНК целевых бактерий со специфичными праймерами и гибридизационно-флуоресцентную детекцию ампликонов, осуществляемую в режиме «реального времени» в ходе полимеразной цепной реакции.

Методы позволяют выявить последовательности (фрагменты) ДНК, строго специфические для геномов бактерий рода *Salmonella*, вида *L. monocytogenes* и оценить жизнеспособность присутствующих в исследуемом смыве целевых микроорганизмов путем сопоставления результатов ПЦР-анализа парных аликвот проб, прошедших культуральное обогащение в течение (2 ± 1) ч и (20 ± 2) ч в одном исследовании.

Апробация разработанных молекулярно-генетических экспресс-методов выявления бактерий вида *L. monocytogenes* и рода *Salmonella* в смывах с матриц, моделирующих (имитирующих) объекты технологического окружения пищевых производств, показали высокую повторяемость выявления целевых микроорганизмов ($\geq 95\%$). Предел обнаружения составил менее или равно 10 КОЕ/в смыве.

Апробация разработанных молекулярно-генетических экспресс-методов в условиях пищевых производств на 2 предприятиях г. Минска и Минской области показала 100 % относительную специфичность.

Внедрение Инструкции в практику будет способствовать повышению эффективности государственного санитарного надзора и производственного контроля в части выявления и идентификации патогенных биологических агентов из объектов среды технологического окружения пищевых производств, что обеспечит соблюдение требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, направленного на сохранение жизни и здоровья населения, снизит риск вероятности неблагоприятного воздействия на организм человека бактериальных патогенов.

Поступила 15.09.2025

ОЦЕНКА УРОВНЕЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Соловьева И. В., к. т. н., physical.factors@rspch.by,

Баслык А. Ю., physical.factors@rspch.by,

Арбузов И. В., physical.factors@rspch.by,

Кравцов А. В., к. м. н., physical.factors@rspch.by,

Агеев Е. П., physical.factors@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из важнейших параметров функционирования дорог, определяющих акустическую обстановку на прилегающих к магистралям территориях, является интенсивность движения (далее – Q) (количество автомобильных транспортных средств (далее – АТС), проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях в единицу времени). Интенсивность движения – величина, зависящая от многих факторов и характеризующаяся пространственной (распределение интенсивности движения по полосам проезжей части и по участкам дороги) и временной (характеризует циклические изменения интенсивности движения по месяцам и сезонам года, дням недели, часам суток и др.) неравномерностью, что существенно влияет на акустическую ситуацию на прилегающую территорию жилой застройки.

Исследования, представленные в публикации, выполнены в 2022–2024 гг. на республиканских автомобильных дорогах (далее – РАД). Измерения автотранспортного шума проведены в дневное время суток с учетом требований ГОСТ 20444-2014. Одновременно с измерением шума фиксировались скорость

и интенсивность движения АТС. Скорость движения АТС принималась равной скорости движения, установленной правилами дорожного движения и техническими средствами организации дорожного движения, на участке дороги, прилегающей к точке измерений. При разных значениях ограничений максимальной скорости для легкового, грузового или иных видов АТС за скорость движения автотранспортного потока принималось среднеарифметическое значение данных ограничений.

Оценка результатов измерений эквивалентных уровней звука выполнена с учетом прибавления расширенной неопределенности измерений, рассчитанной при уровне доверия $N = 95\%$ со значением коэффициента охвата, принятым равным 2. Для максимальных уровней звука расширенная неопределенность не рассчитывалась. Результаты измерений максимальных уровней представлены в виде среднего арифметического значения и ошибки репрезентативности при 95% доверительном интервале. Полученные в ходе исследования данные обрабатывались общепринятыми методами статистики. Фактическое распределение значений исследованных показателей соответствовало нормальному, поэтому при оценке различий между группами сравнения использовался параметрический t -критерий Стьюдента. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят критерий доверительной вероятности $p < 0,05$.

Изучение объема автомобильного трафика показало, что интенсивность движения АТС по РАД (в том числе на разных участках одной РАД) в период суток с 9 до 19 ч колеблется в широком диапазоне, составляя от 50 до 6000 ед./ч. Анализ массива данных определения интенсивности движения АТС по РАД позволил сформировать несколько групп исследования, классифицирующим признаком в которых являлись следующие значения Q АТС: группа № 1 – менее 1000 ед./ч; группа № 2 – 1000–1999 ед./ч; группа № 3 – 2000–3999 ед./ч; группа № 4 – 4000–6000 ед./ч.

Результаты оценки влияния автомобильного трафика на уровни автотранспортного шума при принятой средней скорости движения АТС 90 км/ч показали, что эквивалентные уровни звука составляют от 70,2 дБА при интенсивности автотранспортного потока менее 1000 ед./ч до более 80,0 дБА при интенсивности свыше 4000 ед./ч. Анализ результатов исследования изменения основных шумовых характеристик автотранспортного потока в зависимости от интенсивности движения АТС показал, что эквивалентные уровни звука статистически значимо ниже в группе № 1 в сравнении с группами № 2–4. В результате сравнительного анализа выявлено, что с увеличением интенсивности движения (свыше 1000 ед./ч) разница в эквивалентных уровнях звука автотранспортного шума между группами сравнения уменьшается. Так, например, если эквивалентные уровни звука при интенсивности потока до 1000 ед./ч статистически значимо на 7,6 дБА ниже, чем при интенсивности 1000–2000 ед./ч, то разница эквивалентных уровней звука между парами групп № 2, № 3 и № 2, № 4 составляет 2,2 и 2,5 дБА ($p < 0,05$) соответственно. При этом статистически значимых различий, эквивалентных уровней звука между группами № 3 и № 4 не выявлено.

Максимальные уровни звука, создаваемые при проезде АТС мимо точек измерения, составили от $(85,3 \pm 0,6)$ дБАС до $(87,7 \pm 1,1)$ дБАС, и, не смотря на большую разницу значений оцениваемой интенсивности движения на исследованных участках РАД, установлены незначительные (не имеющие статистической значимости) изменения усредненных максимальных уровней звука.

Таким образом, представленные результаты исследований указывают, что для выполнения гигиенической оценки автотранспортного шума, наиболее точно отражающей акустическую ситуацию в точке измерения на территории жилой застройки или в помещениях жилых и общественных зданий, необходимо учитывать динамику изменения интенсивности движения АТС в течение регламентируемых временных интервалов. При этом крайне важной представляется необходимость фиксирования значений интенсивности движения АТС непосредственно при проведении измерений автотранспортного шума, особенно при оценке эквивалентных уровней звука за временной интервал наблюдения.

Поступила 11.09.2025

МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗАПАХА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

*Соловьев В. В., risk.factors@rspch.by,
Гриценко Т. Д., к. б. н., risk.factors@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность проблемы присутствия в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, обладающих выраженным запахом, подтверждается тем, что на территории Республики Беларусь действует ряд объектов, функционирование которых связано с поступлением в атмосферу веществ, обладающих запахом. Это объекты целлюлозно-бумажной промышленности, производства кожевенно-сыромятные и кожевенно-дубильные, мясокомбинаты, производства табака, бытовой химии, сельскохозяйственные объекты, очистные сооружения хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод и т. д. До недавнего времени в нашей стране проблема загрязнения атмосферного воздуха веществами, обладающими запахом с позиции влияния на здоровье населения, предметно не изучалась, гигиеническое нормирование веществ, обладающих запахом, в атмосферном воздухе территорий населенных пунктов, отсутствует. Отсутствие системы нормирования и контроля таких веществ на относительно небольших территориях вблизи предприятий и других источников выделения запахов существенно осложняет предупреждение их вероятного негативного влияния на здоровье и условия проживания населения. В этой связи научное обоснование методологических подходов, разработка и внедрение метода, позволяющего проводить гигиеническую оценку и осуществлять контроль запаха в атмосферном воздухе на территории населенных пунктов, расположенных в зонах воздействия источников выбросов веществ, обладающих запахом, являлось актуальной и важной задачей для Республики Беларусь.

Целью исследования являлось научное обоснование и разработка метода гигиенической оценки, а также нормативного показателя запаха в атмосферном воздухе на территориях населенных пунктов, расположенных в зонах воздействия источников выбросов веществ, обладающих запахом.

Исследования выполнялись в рамках задания 01.13. «Научно обосновать и разработать метод гигиенического нормирования запаха в атмосферном воздухе территорий населенных пунктов» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы (далее – задание 01.13.).

В Республике Беларусь гигиенические нормативы для веществ, обладающих запахом, устанавливаются с учетом их рефлекторного воздействия на человека. Однако в большинстве случаев запах формируется не одним конкретным веществом, а сложной смесью веществ с переменным составом. Вещества, формирующие смесь, часто присутствуют в атмосферном воздухе в таких незначительных количествах, что при лабораторном контроле качества атмосферного воздуха, несмотря на наличие отчетливого запаха, превышение предельно допустимых концентраций, как правило, не наблюдается. Выделение из такого рода смеси отдельных веществ, обладающих запахом, и их нормирование является трудоемким и нецелесообразным. При формировании запаха не отдельным веществом, а смесью веществ неизвестного состава, целесообразно осуществлять контроль не за выбросами отдельных веществ, обладающими запахом, а контролировать запах в целом. При этом необходимо учитывать, что присутствие запахов в атмосферном воздухе фактически является наиболее субъективным фактором среды обитания, воздействующим на человека. Это обусловлено в первую очередь особенностью восприятия данного воздействия организмом и специфичностью ответных реакций, которые носят выраженный индивидуальный характер.

В этой связи для решения основной задачи – разработки инструмента контроля и управления ситуацией с максимально возможной объективизацией анализируемого фактора среды обитания – научное обоснование методологических подходов, разработка метода, позволяющего проводить гигиеническую оценку и контроль запаха в атмосферном воздухе на территории населенных пунктов, расположенных в зонах воздействия источников выбросов веществ, обладающих запахом, выполнено на основании полевых ольфактометрических исследований с качественной и количественной оценкой запаха посредством экспертной оценки с применением специального предусмотренного прибора – переносного ольфактометра, и последующим моделированием распространения выбросов запаха в атмосфере.

В ходе выполнения задания 01.13. обоснован метод гигиенической оценки и нормативный показатель запаха в атмосферном воздухе на территории населенных пунктов, расположенных в зонах воздействия источников выбросов веществ, обладающих запахом. Алгоритм гигиенической оценки включает этапы сбора и анализа первичной информации для обоснования проведения гигиенической оценки, включая полевые ольфактометрические исследования; обоснования программы и проведения полевых

ольфактометрических исследований на исследуемой территории; гигиенической оценки данных, полученных на предыдущих этапах, с определением приоритетности мер ситуационного реагирования для минимизации неблагоприятного влияния запаха на условия жизнедеятельности населения на исследуемой территории. В целях минимизации субъективного влияния анализируемого фактора предусмотрены, в том числе критерии необходимости проведения гигиенической оценки запаха. Разработана гибкая дифференцированная система степеней приоритетности мер ситуационного реагирования, включающая 4 степени, определяемые на основании набора определенных критериев.

Разработанный алгоритм формализован в инструкции по применению, содержащей метод гигиенической оценки запаха в атмосферном воздухе территорий населенных пунктов и мест массового отдыха населения (рег. № 021-1224), параллельно был разработан проект гигиенического норматива запаха – допустимого уровня интенсивности запаха в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения. В практической перспективе применение норматива после официального его утверждения планируется в связке с использованием метода гигиенической оценки.

Применение результатов выполнения задания 01.13. позволит обеспечить проведение оценки риска здоровью населения, проживающего в зоне воздействия выбросов предприятий, технологический процесс которых связан с поступлением в атмосферный воздух веществ, обладающих запахом. Установить вклад загрязняющих веществ, обладающих запахом, в формирование риска развития острых (рефлекторных) эффектов со стороны организма человека.

Повышение достоверности и точности оценки рисков здоровью населения, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, в части определения степени угроз при воздействии веществ, обладающих запахом, в атмосферном воздухе позволит в итоге повлиять на степень риска развития неинфекционных заболеваний и обосновать возможные меры реагирования для минимизации вероятности ухудшения условий жизнедеятельности населения.

Поступила 25.09.2025

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К НАЗЕМНЫМ УЧАСТКАМ ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

^{1,2}Ташпулатова Г. А., д. м. н., dok.ibadova@mail.ru,

^{1,2}Халмуратов Б. З., baxramziuatdinovich@gmail.com

¹Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

²Чирчикский филиал Ташкентского государственного медицинского университета, г. Чирчик, Республика Узбекистан

Активное развитие транспортной инфраструктуры мегаполисов, в том числе строительство наземных линий метрополитена, является важным фактором экономического и социального прогресса. Однако данный процесс сопровождается формированием ряда неблагоприятных экологических факторов, среди которых особую значимость приобретает акустическое загрязнение. Шумовое воздействие, возникающее при движении поездов на открытых участках метрополитена, представляет собой актуальную гигиеническую проблему для населения, проживающего в непосредственной близости от железнодорожных трасс. Уровни звука в таких зонах нередко значительно превышают установленные санитарно-гигиенические нормативы, что создает риск нарушения акустического комфорта и негативно влияет на здоровье человека.

В этой связи целью настоящего исследования явилась санитарно-гигиеническая оценка уровня акустического воздействия от движения поездов по наземным участкам Ташкентского метрополитена на прилегающие жилые территории, а также научное обоснование комплекса мероприятий, направленных на его снижение.

Исследование проведено с использованием инструментального метода, с применением сертифицированного шумомера-анализатора звука Testo 816 с классом точности 2. Фиксация эквивалентных и максимальных уровней звука (дБА) и звукового давления в октавных полосах частот (от 31,5 до 8000 Гц) проводились на различных расстояниях от оси рельсового пути (от 7,5 до 47,5 м) на открытом перегоне Новза – Миллий бог в Яшнабадском районе г. Ташкента. Для каждой дистанции было выполнено не менее 10 замеров при прохождении поезда. Дополнительные измерения выполнены на фасадах и внутри жилых

помещений домов, расположенных на прилегающей территории. Для оценки звукоизолирующей способности оконных конструкций внутри квартир регистрация шумовых характеристик проводилась с закрытыми и открытыми окнами. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета Statistica 10. Данные сопоставлялись с действующими гигиеническими нормативами (СанПиН РУз № 0267-09, СанПиН РУз 0008-20).

По результатам исследований было выявлено, что на минимальном расстоянии от пути (7,5 м), где предполагались нежилые постройки, эквивалентный уровень звука достигал 69 дБА, что на 14 дБА превышает норму (55 дБА) для селитебных территорий. Спектральный анализ показал, что шум носит широкополосный характер, однако наиболее выраженные пики и превышения нормативов были зафиксированы в средне- и высокочастотных диапазонах (250–4000 Гц) и достигали 10–13 дБ. Эти частоты воспринимаются человеком как наиболее раздражающие и могут вызывать субъективное ощущение дискомфорта, а при длительном воздействии приводить к развитию функциональных нарушений нервной и сердечно-сосудистой систем.

Установлено, что с увеличением расстояния от источника шума на каждые 5 м уровень звука снижался на 1–3 дБА. Достижение нормативных предельно допустимых уровней шума наблюдалось на расстоянии 50–60 м. Полученные данные указывают на необходимость формирования буферных зон или установки шумозащитных сооружений вблизи жилой застройки.

Особую обеспокоенность вызывают результаты измерений, проведенных нами в жилых помещениях. В домах, расположенных на расстоянии 18 м от линий метрополитена, уровни звука внутри жилых помещений достигали 60–67 дБА, что превышает допустимые значения (40 дБА) на 20–27 дБА. На фасадах этих зданий фиксировались уровни шума в диапазоне 66–73 дБА при предельно допустимом уровне 55 дБА для территорий жилой застройки. В многоквартирном доме, находящемся на расстоянии 30 м от путей, уровни шума при прохождении поезда, даже при закрытых окнах, оставались высокими – от 47 до 71 дБА, что свидетельствует о недостаточной звукоизоляции строительных конструкций.

В рамках исследования также было проведено анкетирование населения, проживающего в данных многоквартирных домах. По результатам опроса 58 респондентов установлено, что основная доля жалоб связана с воздействием шумового загрязнения. Большинство участников анкетирования отметили ухудшение состояния здоровья, что выражалось в следующих симптомах: частые головные боли – у 79 % опрошенных, нарушения сна – у 65 %, повышение артериального давления – у 65 %, повышенная раздражительность – у 59 %, снижение слуха – у 41 %, быстрая утомляемость – у 35 %, снижение умственной активности – у 28 % и снижение общей работоспособности – у 27 %. Полученные данные свидетельствуют о выраженном негативном влиянии шумового воздействия на физиологическое и психоэмоциональное состояние населения.

Таким образом, результаты проведенного анализа указывают на устойчивое и значительное превышение гигиенических нормативов уровней шума как на территории жилой застройки, прилегающей к наземным участкам метрополитена, так и внутри жилых помещений. Основными факторами, способствующими высокому уровню акустического воздействия, являются малая удаленность жилых зданий от источника шума, отсутствие эффективных шумозащитных мероприятий, а также спектральные характеристики шума, преимущественно в среднем и высокочастотном диапазоне.

Для обеспечения акустического благополучия населения необходимо внедрение комплекса организационно-технических и планировочных мероприятий, направленных на снижение уровней шумового воздействия:

- на уровне источника шума: рекомендуется эксплуатация современного малозумного подвижного состава, регулярное проведение технического обслуживания, применение вибродемпфирующих технологий на рельсовом пути. В зонах жилой застройки с критически высокими уровнями шума целесообразно рассмотреть возможность временного ограничения скорости движения поездов;

- на пути распространения шума: эффективными мерами являются установка акустических экранов (шумозащитных барьеров), а также формирование многоярусных зеленых насаждений с плотной листвой (например, пирамидальный тополь и другие породы), способных обеспечить снижение шума до 10 дБ;

- на уровне объекта защиты: повышение звукоизоляционных характеристик зданий за счет установки оконных блоков со стеклопакетами и вентиляционными клапанами, применения звукопоглощающих материалов в отделке внутренних помещений, а также функционального зонирования (вынос спален на стороны, противоположные источнику шума).

Реализация указанных мероприятий, а также нормативное закрепление требований по обеспечению акустической безопасности (в том числе в рамках проекта Закона Республики Узбекистан «О защите населения от вредного шумового воздействия») являются необходимыми условиями для устойчивого развития городской транспортной инфраструктуры и сохранения здоровья городского населения.

Поступила 26.09.2025

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА ПО ХИМИЧЕСКИМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

¹Усманов И. А., д. м. н., islamabbasovich@gmail.com,

²Ильясова А. Ж., aygul.jusipbaevna@mail.ru

¹Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний
Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

²Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Качество воды в водных объектах, предназначенных для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования формируется под влиянием природных и антропогенных факторов. Несмотря на важную роль геологического строения и климатических условий, именно хозяйственная деятельность человека является одним из приоритетных источников загрязнения водных объектов. Разнообразные токсичные вещества могут попадать в поверхностные водоемы вследствие сброса недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий, объектов энергетики, сельского и коммунального хозяйства, создающих угрозу экологической безопасности окружающей среды и здоровью населения. В современных условиях обеспечение населения безопасной водой является приоритетной задачей.

Загрязненные водные объекты, используемые для хозяйственно-питьевых и коммунально-бытовых нужд, повышают риск распространения заболеваемости населения кишечными инфекциями, передающимися водным путем, и оказывают неблагоприятное воздействие на организм из-за химического загрязнения воды. Для предотвращения распространения инфекционной и неинфекционной заболеваемости необходимы исследования по районированию водных объектов по степени химического и микробиологического загрязнения.

Цель исследования – гигиеническая оценка качества поверхностных водных объектов, используемых населением для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования, и установление приоритетных источников их загрязнения.

В работе использованы результаты лабораторных исследований качества питьевой воды в различных регионах Узбекистана за 2019–2023 гг. Оценку качества воды водных объектов проводили по химическим и микробиологическим показателям в соответствии с требованиями ГОСТ 134:2024 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора» и ГОСТ 133:2024 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

По результатам проведенных исследований установлено, что санитарное состояние поверхностных водоемов определяется совокупностью природных факторов (сезонные изменения, климатические особенности, гидрологический режим), уровнем антропогенной нагрузки, которая особенно возрастает во время летнего отдыха населения, в условиях сбросов промышленных и хозяйственно-бытовых стоков и при проведении сельскохозяйственных работ.

Для оценки уровня химического загрязнения был использован интегральный индекс загрязнения воды, варьирующий в пределах от 0 до 3 в зависимости от степени загрязнения по химическим показателям. Применение этого показателя позволило классифицировать водные объекты по степени загрязненности – от допустимого уровня до чрезвычайно высокого. Разработанная классификация химического состояния водоемов базируется на комплексе ключевых критериев:

превышение предельно допустимых концентраций по органолептическим свойствам (изменение вкуса, запаха, цветности воды);

концентрация токсичных веществ, поступающих в водоемы в результате деятельности промышленных предприятий, коммунальных и сельскохозяйственных объектов;

санитарно-гигиенические показатели, включающие биохимическое потребление кислорода и уровень растворенного кислорода, отражающие способность водной экосистемы к самоочищению.

Для условий Узбекистана, где сохраняется высокий риск распространения кишечных инфекций водным путем, разработана также классификация поверхностных водоемов по степени бактериального загрязнения. Классификация бактериального загрязнения водоемов основана на определении индекса лактозоположительных кишечных палочек, энтерококков и стафилококков в воде водоемов.

В отдельных регионах установлено превышение нормативного уровня микробиологических показателей в воде водных объектов, свидетельствующее о потенциальной опасности их для здоровья и увеличении возможности распространения кишечных инфекций водным путем.

Таким образом, проведенные исследования по районированию водных объектов позволили выявить уровни загрязнения поверхностных водоемов по химическим и микробиологическим показателям и риск

для здоровья населения. Полученные результаты могут быть использованы для перспективного планирования гигиенических, эпидемиологических и оздоровительных мероприятий по охране водных объектов хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования.

Поступила 15.09.2025

ОЦЕНКА ШУМОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ АРЧИ ЗЕРАВШАНСКОЙ (*JUNIPERUS SERAVSCHANICA*) В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ СРЕДНЕЙ АЗИИ

^{1,2}Халмуратов Б. З., *baxramziuatdinovich@gmail.com*,

^{1,2}Ташпулатова Г. А., д. м. н., *dok.ibadova@mail.ru*,

³Магай М. П., к. м. н., *baxramziuatdinovich@gmail.com*

¹Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

²Чирчикский филиал Ташкентского государственного медицинского университета, г. Чирчик, Республика Узбекистан;

³Управление санитарно-эпидемиологического надзора Главного Медицинского Управления при Администрации Президента Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Повышенный уровень шума в урбанизированной среде является одной из значимых проблем, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека. Одним из действенных способов снизить воздействие шума в условиях города и вблизи автомагистралей является посадка зеленых древесных растений, которые признаны эффективным природным средством снижения акустического загрязнения. По данным О. В. Азаровой, 2006; Д. Н. Бечиной, 2018 при использовании зеленых насаждений (тополя с пирамидальной формой кроны) в качестве шумозащитных экранов от транспортных потоков получено среднее снижение шума до 10 дБ.

Однако традиционно используемые для шумозащиты лиственные породы деревьев обладают существенным недостатком – сезонностью своего действия, связанную с опадением листвы в осенне-зимний период, что значительно снижает их эффективность большую часть года. Кроме того, для достижения максимального эффекта требуется дополнительная посадка кустарников для закрытия подкروнового пространства. Некоторые исследователи считают, что посадки хвойных деревьев эффективно снижают шум в течение всего года, при этом следует учитывать, что не все породы хвойных растений применимы в городских условиях Средней Азии. С. М. Аблаев и др., 2009 предлагают в условиях жаркого климата использовать шумозащитные, средообразующие, климаторегулирующие и эстетические функции арчи зеравшанской (*Juniperus seravschanica*). По мнению авторов, ключевыми преимуществами арчи перед лиственными породами являются: круглогодичная эффективность благодаря вечнозеленой густой хвое, не опадающей в зимний период; отсутствие необходимости в подсаживании кустарников, так как плотная крона начинается от самого корня, полностью закрывая подкروновое пространство; дополнительные экологически благоприятные результаты (фитонцидная активность – очистка воздуха от бактерий и серы), выделение кислорода, улучшение микроклимата.

Целью наших исследований явилась оценка шумозащитной эффективности вечнозеленых хвойных насаждений арчи зеравшанской (*Juniperus seravschanica*) в зависимости от толщины кроны и разработка расчетных параметров для практического применения.

Исследования проводились в естественных городских условиях на улицах г. Чирчика и г. Ташкента, а также на территории фермерских хозяйств Ташкентской области (Республика Узбекистан), специализирующихся на выращивании хвойных пород. Были исследованы шумозащитные свойства полос насаждений арчи зеравшанской различного возраста, высоты (до 15–20 м) и толщины кроны (1,0; 2,0; 3,0 м), характеризующиеся высокой плотностью и непросматриваемостью. Измерения уровней звукового давления проводили с помощью комбинированного прибора «Ассистент Комби Тотал» и шумомера «SVAN-943B» в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 31,5 до 8000 Гц, а также в единицах общего уровня звука (дБА). Замеры проводили в часы пик для фиксации максимального шумового воздействия транспортных потоков. Контрольные измерения проводили на открытом участке на расстоянии 7,5 м от первой полосы движения транспорта. Последующие замеры проводились за полосами арчи заданной толщины (1,0; 2,0; 3,0 м). Шумозащитный эффект определялся как разность между уровнем звука на контрольной точке и уровнем звука за полосой насаждений.

В результате экспериментальных исследований нами были получены количественные данные по снижению уровней звукового давления для полос арчи разной толщины. Так, при толщине кроны арчи 1,0 м регистрируется снижение уровней звукового давления на всех октавных полосах, достигая величин от одного до 6 дБ, преимущественно на средних и высоких частотах. При толщине кроны 2,0 м снижение увеличивается от 5 до 12 дБ с наибольшим снижением звукового давления в диапазонах частот 250–2000 Гц. Снижение общего уровня звука составило 10 дБА.

При толщине кроны в 3,0 м зафиксировано максимальное снижение – от 6 до 17 дБ. Максимальное поглощение (15–17 дБ) наблюдалось на частотах 250–1000 Гц. Снижение общего уровня звука достигло 16 дБА.

На основе данных измерений была составлена сводная таблица, позволяющая определять ориентировочную величину снижения шума в зависимости от толщины кроны арчи для каждой октавной полосы и общего уровня в дБА.

Полученные нами результаты демонстрируют высокую шумозащитную эффективность насаждений арчи зеравшанской, которая напрямую коррелирует с толщиной (шириной) полосы насаждений. Эффективность поглощения звука наиболее выражена в среднем частотном диапазоне (250–2000 Гц), который является наиболее значимым для восприятия шума транспортных потоков человеком. Результаты исследования имеют высокую воспроизводимость и статистическую значимость, что подтверждается малым разбросом данных и их однородностью.

Таким образом, насаждения арчи зеравшанской являются высокоэффективным, многофункциональным и экономически целесообразным природным средством для борьбы с шумовым загрязнением в городских условиях Средней Азии. Разработанная по результатам исследований сводная таблица позволит использовать полученные результаты для проектирования шумозащитных полос с заданными акустическими характеристиками.

Поступила 26.09.2025

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАЙЕСОВСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Хлебникова Е. Н., ekaterinakhlebnikova@gmail.com

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)», г. Москва, Российская Федерация

Социально-гигиенический мониторинг – это государственная система наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания. Социально-гигиенический мониторинг функционирует как сложная открытая система длительного сбора и обработки разнородных данных о параметрах среды обитания, социально-экономических показателях жизни населения регионов страны, медико-демографических характеристиках общества в целом и отдельных контингентов населения (по данным А. Ю. Попова и соавторов, опубликованным в журнале «Анализ риска здоровью», 2018 г.).

Система социально-гигиенического мониторинга также служит основным инструментом для определения оптимальных управленческих решений, реализуемых в Российской Федерации на муниципальном, региональном и федеральном уровнях, в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и создания оптимальных условий окружающей среды для формирования здоровья нации. Однако на практике данные социально-гигиенического мониторинга часто характеризуются фрагментарностью, неоднородностью и наличием ошибок при инструментальных измерениях, что особенно заметно при анализе данных на уровне малых населенных пунктов или групп населения (по данным А. Ю. Попова и соавторов, опубликованным в журнале «Анализ риска здоровью», 2020).

В настоящее время для анализа данных мониторинга используются частотные статистические методы (Т-тесты, тесты χ^2 и дисперсионный анализ), которые предполагают фиксированные размеры выборки, а также имеют высокую вероятность случайных флуктуаций при малых объемах исследований. К недостаткам

таких методов при оценке данных инструментальных исследований относятся отсутствие количественной оценки неопределенности и игнорирование полученной ранее информации.

Так как данные, полученные в ходе социально-гигиенического мониторинга, часто нелинейные и не имеют нормального распределения, более корректным представляется применение методов, основанных на теореме Байеса. Такой подход позволит интегрировать в априорные знания в виде результатов предыдущих измерений или социально-экономических изменений, последовательно обновлять их при поступлении новых данных, а также моделировать скрытые переменные с учетом неопределенности (Statistical rethinking : a Bayesian course with examples in R and Stan, 2020).

Целью данной работы является теоретическое обоснование и разработка методологического аппарата применения байесовских методов для оценки рисков здоровью в условиях неполноты данных социально-гигиенического мониторинга.

В общей форме формула Байеса выглядит так:

$$P(A|B) = P(B|A) \times P(A) / P(B), \quad (1)$$

где $P(A)$ – вероятность события A ;

$P(A|B)$ – вероятность события A при наступлении события B ;

$P(B|A)$ – вероятность наступления события B при истинности события A ;

$P(B)$ – вероятность наступления события B .

Для практического внедрения байесовской системы в социально-гигиенический мониторинг в первую очередь необходимо выявить и классифицировать неопределенность и собрать априорные данные. Далее следует выбрать тип модели – иерархическую (если есть данные из разных регионов или возрастных групп), пространственно-временную (для оценки динамики событий) или динамическую – и верифицировать ее через перекрестную проверку и ожидаемое апостериорное распределение. Полученные результаты можно интерпретировать с помощью простых расчетов или программного обеспечения.

Типовым вопросом для социально-гигиенического мониторинга является оценка связи между фактором окружающей среды и уровнем заболеваемости населения той или иной нозологической формой. Для решения такой задачи возможно применить байесовскую иерархическую модель, в которой параметры будут являться случайными величинами, имеющими свои распределения вероятностей. Модель включает в себя три уровня: данные (количество случаев заболевания на территории), связь (линейная зависимость случаев заболевания с количественными данными по отдельным факторам среды; задается априорное распределение, а для пропущенных значений задается отдельная модель) и наблюдения (корректировка данных на основании прошлых наблюдений и погрешностей на всех этапах исследований). Результатом такого анализа становится не точечная оценка, а условное распределение вероятностей случайной величины при заданном условии – апостериорное распределение. Для аппроксимации апостериорных распределений параметров следует использовать методы Монте-Карло с цепями Макарова. Благодаря такому подходу возможна наглядная визуализация и учет неопределенности.

Внедрение такого метода также имеет ряд ограничений, таких как субъективность выбора априорных распределений, проблемы со сходимостью цепей Маркова и необходимость внедрения специального программного обеспечения для быстрой интерпретации результатов.

Байесовские методы для оценки рисков здоровью населения позволят перейти к проактивной модели риск-ориентированного подхода, что в значительной степени позволит сохранить здоровье населения, а также снизит экономические затраты и повысит эффективность управленческих решений.

Поступила 15.09.2025

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. СТАТЬИ

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛУЧШЕЙ ПРАКТИКИ УСТАНОВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕФЕРЕНТНЫХ УРОВНЕЙ

Елизарова Н. В., radiation.safety@rspch.by,
Николаенко Е. В., radiation.safety@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности» (2019 г.) определено, что в полномочия Министерства здравоохранения Республики Беларусь входит определение порядка установления и применения граничных доз облучения и референтных уровней, включая диагностические референтные уровни (далее – ДРУ) [1].

Гигиеническим нормативом «Критерии оценки радиационного воздействия» (2022 г.) установлено, что ДРУ являются основными нормативами в части обеспечения радиационной безопасности и ограничения доз облучения пациентов. В соответствии с определением ДРУ – параметр, используемый при проведении медицинской визуализации и показывающий в нормальных условиях, является ли при выполнении радиологической процедуры применяемая для пациента доза облучения либо активность вводимых радиофармацевтических препаратов необычно высокой или необычно низкой для данной процедуры [2].

Практически во всех странах Европейского союза действуют требования и рекомендации Европейской комиссии в отношении установления и применения ДРУ, при этом Болгария одна из первых стран, которая провела национальное исследование и установила национальные уровни, что было признано МАГАТЭ «лучшей практикой». В этой связи особый интерес для изучения представляет передовой зарубежный опыт, в частности государств, чьи усилия в данной сфере отмечены экспертами МАГАТЭ.

Болгария лидирует по количеству установленных национальных значений ДРУ для различных модальностей как в рамках Европейского союза, так и мировом масштабе. Ответственной государственной организацией за установление ДРУ в Болгарии является Национальный центр радиобиологии и радиационной защиты Болгарии (далее – Центр). На данный момент специалисты всего Центра работают над модернизацией нормативно-правовой базы для достижения полного соответствия болгарского законодательства в области радиационной защиты пациентов положениям Директивы 2013/59/ЕВРАТОМ Совета Европы.

В соответствии с международной практикой оценка достаточности КТ-сканеров и нагрузки на них в стране проводится с учетом выполненного количества КТ-исследований и количества сканеров на 1 млн населения, при этом 20 КТ-сканеров на 1 млн населения считается нижним порогом для оценки достаточности оборудования в стране. По состоянию на 2024 г. в Болгарии в 501 организации здравоохранения состоит на учете и используется 1000 рентген-аппаратов, 230 КТ-сканеров, 115 маммографов и 115 ангиографических аппаратов (общее количество населения Болгарии около 6 млн человек, т. е. на 1 млн человек приходится 38 КТ-сканеров). С помощью данного парка оборудования проводится 65 наименований радиологических диагностических и терапевтических процедур и исследований.

По данным Департамента по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2025 г. на учете в единой государственной системе учета и контроля источников ионизирующего излучения (далее – ИИИ) Республики Беларусь в организациях здравоохранения, осуществляющих обращение с компьютерными томографами, состоит всего 209 КТ-сканеров, т. е. 22 КТ-сканера на 1 млн человек.

Значения болгарских национальных ДРУ пересматривались 3 раза на основе проведения национальных исследований начиная с 2002 г. (2002–2005 гг., 2007–2009 гг., 2016–2017 гг.), таким образом используются данные, собранные за 2–3 года, предшествующих исследованию. Каждое новое национальное исследование увеличивает список анализируемых модальностей исследований. В результате подобных национальных исследований дозы облучения пациентов были в значительной мере оптимизированы. Подобные исследования также позволяют повысить уровень подготовки и информированности медицинского персонала

на местах в части обеспечения радиационной безопасности и защиты пациентов, способствуют снижению доз облучения пациентов при выполнении исследований. Уровни национальных болгарских значений ДРУ вполне коррелируют с общеевропейскими.

Четвертое национальное исследование планируется запустить в 2026 г. На данный момент в Болгарии ведется активная подготовительная разъяснительная и методическая работа с персоналом организаций здравоохранения, доработка и модернизация электронной платформы сбора данных, уточнение отдельных параметров исследований.

На госпитальном уровне значения ДРУ в Болгарии не устанавливаются, на уровне организации здравоохранения достаточным является определение типичной диагностической дозы облучения и типичной активности введенного радиофармацевтического препарата. Пересмотр значения типичной дозы облучения в отдельной организации здравоохранения обязателен каждые 2 года, в т. ч. при внесении изменений в утвержденные протоколы исследований, а также после ремонта и замены отдельных деталей оборудования, о чем в обязательном порядке необходимо информировать Центр.

Если организация здравоохранения корректно заполнила и представила все необходимые формы относительно используемых ИИИИ и дозовых параметров исследований, данные прошли контроль специалистов Центра, то организация здравоохранения получает Справку о введенных данных в общенациональную дозиметрическую систему радиологических исследований. Справка выдается на каждый отдельный ИИИИ, на отдельные наименования исследований, содержит в себе основные важные статистические параметры исследований, проанализированное количество исследований и дополнительные справочные данные по данному наименованию исследований для проведения сравнительного анализа на местах, а также контактные данные специалиста Центра, осуществившего контроль данных.

Опыт проведения национальных исследований по установлению ДРУ в Болгарии показал большую роль контроля правильности введенных данных и необходимости минимизации ручного введения информации в базы данных. Например, был проведен анализ частоты встречаемости ошибок введения в базу данных: неправильно указан клинический диагноз – около 36 %, ошибка в указании дозы облучения пациента – около 30 %, неверный возраст пациента – 98 %, неверно указана масса тела – около 7 %, ошибки при введении иных данных о других физических параметрах КТ-сканеров – от 15 до 83 % ошибочно введенных данных и т. д. Все данные параметры должны учитываться при выборе протокола исследования и могут оказывать существенное влияние на дозу облучения пациента. Поэтому была создана специализированная онлайн-платформа для облегчения процесса сбора данных с возможностью контроля введенных данных и их модерации.

Неоднократно была подчеркнута важность совместной слаженной работы врача-радиолога и медицинского физика для уточнения необходимых параметров. Так, медицинский физик перед проведением исследования должен уточнять у врача, что конкретно необходимо будет рассмотреть и детально проанализировать в рамках исследования. К примеру, КТ головы может проводиться как для выявления инсультов, так и для выявления переломов костей черепа или опухолевых образований, и для решения этих задач используются различные настройки КТ-сканера (с широкой вариативностью для КТ-сканеров различных производителей) и различные протоколы исследований.

Важным при проведении национального исследования является установленный уровень неопределенности измерения, поскольку дозиметрические показатели исследования измеряются непосредственно КТ-сканером во время исследования. В Болгарии законодательно установлено, что для КТ-сканеров различных производителей уровень неопределенности может достигать не более чем $\pm 30\%$ (30 % – максимум, установлен для КТ-сканеров марки Philips), что должно быть подтверждено документально аккредитованной сервисной организацией. Значение уровня неопределенности измерений должно быть указано в инструкции по эксплуатации, а также определено при калибровке и внесено в протокол аккредитованной сервисной организации, т. е. также должно учитываться при оценке и установлении национальных значений ДРУ.

Неоднократно было подчеркнуто, что ДРУ не являются обязательным нормативом для выполнения, а их превышение не должно подразумевать за собой последующего наказания специалистов на местах. Однако все превышения должны подвергаться индивидуальному анализу с целью предотвращения ситуаций переоблучения пациентов. В результате такого пристального внимания к медицинскому облучению и дозам облучения пациентов в 2024 г. в Болгарии было выявлено и задокументировано 2 случая радиационно-индуцированных ожогов кожи после проведения радиологических процедур.

Опыт Болгарии может использоваться при планировании и оценке результатов национального исследования по установлению ДРУ для КТ-исследований взрослых пациентов в Республике Беларусь, а также для совершенствования законодательства в области использования ИИИИ медицинского назначения и обеспечения радиационной защиты и безопасности пациентов.

В 2025 г. в Республике Беларусь в рамках выполнения научно-исследовательской работы по заданию 05.06. ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» стартовало

масштабное национальное исследование по установлению значений ДРУ для КТ-диагностики взрослых пациентов.

В 1–3 кварталах 2025 г. был выполнен анализ данных о количестве и характеристиках эксплуатируемых рентгеновских КТ-сканеров в учреждениях здравоохранения (далее – УЗ), наименованиях и количестве выполняемых КТ-исследований у взрослых пациентов в г. Минске и 6 областях Республики Беларусь. Начат сбор данных параметров КТ-сканирования и дозовых отчетов – в 7 УЗ г. Минска на 12 КТ-сканерах по 9 наименованиям исследований с выборкой не менее 25 пациентов.

Проверено качество полученных данных по каждому КТ-сканеру и каждому наименованию КТ-исследований, проанализированы значения длины сканирования. В национальное исследование в настоящее время включены данные УЗ г. Минска: головного мозга (далее – ГМ) и грудной клетки (далее – ГК) – по 12 КТ-сканерам; брюшной полости (далее – БП) – 2 КТ; таза – 3 КТ; ГК и БП – 4 КТ; БП и таза – 7 КТ; ГК, БП и таза – 3 КТ; поясничного отдела позвоночника и БП с контрастным усилением – по 6 КТ. Максимальные значения компьютерно-томографического индекса дозы (далее – CTDI) составили 156 мГр для КТ ГМ; произведения дозы на длину (далее – DLP) – 4208,0 мГр × см; эффективной дозы – 63,1 мЗв для КТ БП с внутривенным введением контрастного усиления.

После проверки качества данных заполнена электронная таблица, создана специализированная веб-страница с ограниченным доступом (только для участников сбора данных и без названий УЗ), где содержатся данные о медианных дозах облучения (CTDI, DLP, эффективная доза), в т. ч. в виде графического материала.

Всего планируется включение 30–38 сканеров разных компаний-производителей из разных регионов страны, что в целом соответствует современным стандартам проведения подобных исследований в международной практике и составит около 20–25 % всех используемых в диагностике взрослых пациентов КТ-сканеров в стране.

Литература

1. О радиационной безопасности : Закон Респ. Беларусь от 18 июня 2019 г. № 198-3 : в ред. от 10 окт. 2022 г. № 208-3 // *ilex* : информ. правовая система (дата обращения: 20.09.2024).

2. Критерии оценки радиационного воздействия : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 : в ред. от 29 нояб. 2022 г. № 829 // *ilex* : информ. правовая система (дата обращения: 04.09.2025).

Поступила 16.09.2025

АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА, ПОДЛЕЖАЩЕГО КОНТРОЛЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ

*Роздяловская Л. Ф., radiation.safety@rspch.by,
Николаенко Е. В., к. м. н., radiation.safety@rspch.by,
Суходольская А. А., radiation.safety@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Индивидуальный дозиметрический контроль (далее – ИДК) профессионального облучения медицинских работников является базой для оценки доз облучения и радиационного риска персонала и одним из основных инструментов обеспечения радиационной защиты работников, выполняющих работы в зоне воздействия источников ионизирующего излучения (далее – ИИИ). В соответствии с требованиями санитарных норм и правил в обязанности пользователя ИИИ входит обязательный мониторинг значений индивидуальной эффективной дозы внешнего облучения персонала и при необходимости оценка индивидуальных эквивалентных доз облучения отдельных органов и тканей. Поскольку четких критериев к необходимости такой оценки правилами не установлено, а для соответствующих дозиметрических измерений требуются дополнительные затраты, в подавляющем большинстве учреждений здравоохранения (далее – УЗ) Республики Беларусь ИДК эквивалентных доз не проводится.

В то же время с появлением в медицинской диагностике и терапии новых высокоэффективных радиологических технологий такое отношение к оценке эквивалентных доз персонала является недопустимым. Многочисленные исследования разных авторов [1, 2] показывают, что у персонала, выполняющего

интервенционные процедуры и операционные вмешательства под лучом, и работников, контактирующих с открытыми ИИИ в ядерной медицине, эквивалентные дозы на кожу пальцев рук или хрусталик глаза могут вносить существенный вклад в эффективную дозу работника и при отсутствии надлежащих защитных мер могут превышать установленные нормативы предела доз облучения.

По результатам собственных исследований установлено, что в УЗ Республики Беларусь с медицинскими технологиями, потенциально представляющими для персонала повышенный радиационный риск, работает свыше 1000 человек, из которых 34 % являются специалистами-ангиографистами, около 50 % работают в интервенционной радиологии, остальные (около 160 человек) являются сотрудниками отделений ядерной медицины, из которых 19 % работает в изотопных лабораториях ПЭТ/КТ. Оценка эквивалентных доз облучения этих работников является важным аспектом их радиационной защиты, но это не означает, что ИДК эквивалентных доз должен быть установлен для всех работников – целесообразность установления ИДК и мониторинга эквивалентных доз для персонала, выполняющего конкретные операции и медицинские процедуры, должна быть обоснована специальными исследованиями на основе индивидуальных дозиметрических измерений.

В настоящей работе представлен «Алгоритм проведения исследований для оценки эквивалентных доз облучения хрусталика глаза и конечностей работников отделений ядерной медицины и интервенционной радиологии» (далее – Алгоритм), разработанный авторами на основе результатов собственных исследований [3, 4] и рекомендаций международных экспертов в области радиационной защиты. Основные этапы Алгоритма представлены на рисунке 1.

На начальном подготовительном этапе исследования определяются критерии, предъявляемые к выбору объектов исследования (УЗ, персоналу и процедурам), на основании которых составляется перечень запрашиваемых у УЗ данных и разрабатывается форма запроса, направляемая далее в главные управления по здравоохранению облисполкомов, комитет по здравоохранению Мингорисполкома, республиканские научно-практические центры и клиники.

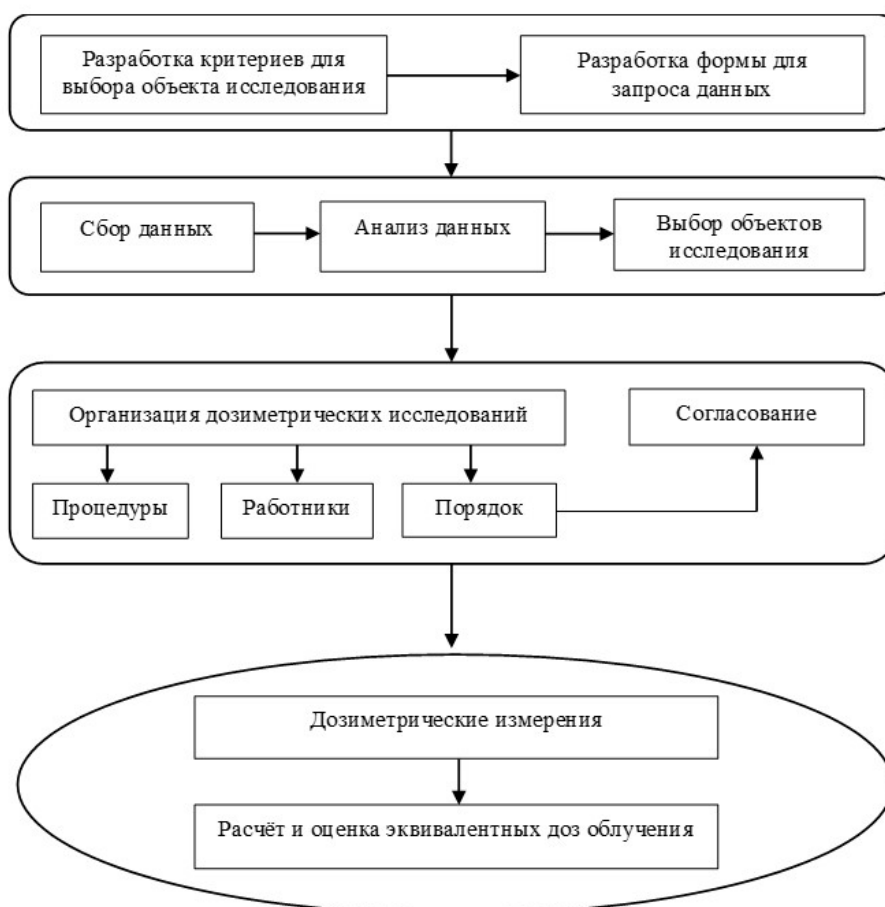


Рисунок 1 – Алгоритм проведения исследований для оценки эквивалентных доз облучения хрусталика глаза и конечностей

Запрашиваемые данные включают:

сведения о применении современных высокодозовых диагностических и терапевтических процедур, в процессе выполнения которых персонал находится рядом с пациентом в поле рассеянного гамма- и рентгеновского излучения;

численность работников в интервенционной радиологии и ядерной медицине;

должностные обязанности работников в интервенционной радиологии и ядерной медицине, их годовые эффективные и эквивалентные дозы облучения;

сведения о методологии дозиметрических измерений: вид дозиметров, способы их ношения, соответствие дозиметра характеристикам используемого ИИИ.

На 2-м этапе исследований проводится сбор, систематизация и анализ полученных данных о медицинских процедурах в ядерной медицине и интервенционной радиологии; осуществляется выбор УЗ и лиц из персонала, наиболее соответствующих задачам исследования.

Для дозиметрических исследований по оценке доз облучения на кожу и конечности (кисти и пальцы рук) определяются:

в ядерной медицине – персонал из технических работников, непосредственно контактирующих с ИИИ при производстве, фасовке и транспортировке радиофармпрепаратов (далее – РФП), а также медсестры, в обязанности которых входит получение, транспортировка, фасовка и внутривенное введение РФП пациентам;

в интервенционной кардиологии или радиологии – хирурги и медсестры рентген-операционных, а также врачи рентген-васкулярной хирургии, урологи и травматологи, у которых руки при проведении операций или диагностических и терапевтических процедур находятся в непосредственной близости или попадают в пучок ионизирующего излучения.

Для исследований по оценке доз облучения хрусталиков глаз выбирается персонал из:

технических работников ПЭТ-центра (химиков), выполняющих работы по контролю качества или синтезу РФП на основе ^{18}F ;

врачей – кардиоваскулярных хирургов, врачей-эндоскопистов, врачей-урологов, других врачей, выполняющих процедуры с визуальным контролем благодаря использованию ИИИ (ручная брахитерапия, проведение биопсии под контролем КТ и т. д.).

3-й этап исследований направлен на решение организационных моментов, включающих рабочие встречи с представителями администрации выбранных для проведения исследований УЗ на предмет назначения лиц, ответственных за организацию и безопасность исследований со стороны УЗ (далее – ОРБ). При сотрудничестве с ОРБ разрабатывается и согласовывается порядок проведения индивидуальных дозиметрических исследований, в котором определяются конкретные работники, процедуры и детали исследования. В сравнении с данными литературных источников изучаются особенности индивидуальной дозиметрии облучения хрусталика глаза и конечностей медицинских работников, определяется методология планируемых дозиметрических измерений.

Выбранный персонал информируется о целях и задачах исследования, инструктируется относительно методологии проведения измерений, мер радиационной защиты, правильного использования дозиметров, а также соблюдения правил радиационной безопасности при выполнении процедуры в поле низкоэнергетического ионизирующего излучения.

На этапе 4, определенном для проведения дозиметрических измерений, персонал получает индивидуальные дозиметры, калиброванные в терминах индивидуальных эквивалентов дозы $\text{Hr}(3)$ и/или $\text{Hr}(0,07)$ в зависимости от профиля выполняемых процедур. Измерения производятся в соответствии с порядком проведения индивидуальных дозиметрических исследований. Для каждого дозиметрического измерения регистрируются следующие данные:

ФИО (или присвоенный номер) работника, должность;

время контактирования с РФП (ядерная медицина) или продолжительность манипуляций под лучом (интервенционные вмешательства);

количество процедур, соотносящихся с периодом измерения;

применяемые средства индивидуальной защиты;

характеристика пучка (мА, кЭВ), тип используемого для облучения оборудования (название, заводская марка).

На 5-м этапе исследования на основании результатов дозиметрических измерений производится расчет и оценка эффективных и эквивалентных доз облучения персонала за одну процедуру или за определенный период времени (неделю, месяц). Годовые дозы облучения рассчитываются исходя из средней дозы облучения работника за одну процедуру и количества процедур в течение года, или показаний дозиметра за определенный период времени исходя из предположения, что аналогичные процедуры выполняются работником в течение рабочего времени 12 месяцев в году.

На этом этапе результаты исследования анализируются на предмет оценки вклада эквивалентных доз облучения в общую эффективную дозу персонала и необходимости принятия дополнительных мер радиационной защиты, включая целесообразность организации для этого персонала ИДК эквивалентных доз облучения рук и/или хрусталиков глаз.

В итоге результаты исследования позволяют обосновать необходимость постоянного или периодического ИДК конечностей и хрусталика глаза персонала в зависимости от вклада величин эквивалентных доз в общую эффективную дозу и близости их значений к установленным годовым пределам эквивалентных доз (20 мЗв/год – для хрусталика глаза и 500 мЗв/год – для конечностей). Такой дифференцированный подход к оценкам эквивалентных доз дает возможность экономить временные и материальные ресурсы, затрачиваемые на ИДК, и значительно снизить вероятность необоснованного облучения персонала без существенных материальных затрат.

Следует также отметить, что оценка эквивалентных доз облучения медицинских работников, участвующих в выполнении современных медицинских процедур повышенного радиационного риска, дает возможность не только обосновать решение о необходимости или нецелесообразности введения дополнительного радиационного контроля эквивалентных доз облучения, но и выявить «узкие места» в организации радиационной защиты наиболее облучаемых работников, применении ими средств индивидуальной защиты и подготовленности в области радиационной безопасности, что обеспечивает более высокий уровень безопасности персонала при реализации новых высокоэффективных радиационных технологий.

Литература

1. Individual exposure and monitoring in interventional radiology and cardiology / E. Carinou, I. Clairand, J. Dabin [et al.] ; European Radiation Dosimetry Group e. V. – Neuherberg : EURADOS, 2023. – 49 p.
2. Оценка доз облучения хрусталика глаза и кожи персонала в современных медицинских технологиях / С. Е. Охрименко, И. П. Коренков, Н. К. Шандала [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2022. – Т. 67, № 1. – С. 54–59.
3. Оценка результатов индивидуального дозиметрического контроля персонала медицинских учреждений / Е. В. Николаенко, Н. В. Елизарова, Л. Ф. Роздяловская [и др.] // Здравоохранение. – 2023. – № 7 (916). – С. 43–48.
4. Вопросы радиационной защиты персонала отделений ядерной медицины Республики Беларусь / Н. В. Елизарова, Л. Ф. Роздяловская, Е. В. Николаенко, С. И. Сычик // Медицинские новости. – 2023. – № 12. – С. 42–45.

Поступила 22.09.2025

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

¹Суходольская А. А., radiation.safety@rspch.by,

¹Николаенко Е. В., к. м. н., radiation.safety@rspch.by,

²Ракавчук А. Ю., rakavchuk.ay@belaes.by

¹Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь;

²Республиканское унитарное предприятие «Белорусская атомная электростанция», г. Островец, Республика Беларусь

В Республике Беларусь в соответствии с гигиеническим нормативом «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37, для ограничения дозы облучения в ситуации планируемого облучения различных категорий облучаемых лиц установлены следующие основные нормативы:

1. основные пределы доз (далее – ПД) облучения;
2. граничные дозы (далее – ГД).

Для контроля за соблюдением данных нормативов пользователь источников ионизирующего излучения (далее – ИИИ) устанавливает локальными правовыми актами (далее – ЛПА) следующие нормативы:

уровни предельно допустимых и допустимых контролируемых параметров, которые являются производными основных дозовых нормативов в измеряемых величинах (мощность дозы, уровни радиоактивного загрязнения, плотности потоков и др.);

предельно допустимые уровни монофакторного воздействия – от одного радионуклида, одного пути поступления и одного вида внешнего облучения: предел годового поступления радионуклида через органы дыхания, предельная среднегодовая объемная активность радионуклида во вдыхаемом воздухе.

Предельно допустимые уровни контролируемых параметров и предельно допустимые уровни монофакторного воздействия устанавливаются на основе ПД, их превышение требует немедленного расследования.

Допустимые уровни контролируемых параметров являются производными от ГД, устанавливаются на их основе или, если ГД не установлены, на основе анализа достигнутого в организации уровня радиационной безопасности.

Обнаруженное превышение допустимых уровней контролируемых параметров и уровней монофакторного воздействия является основанием для выяснения пользователем ИИИ причин этого превышения и принятия корректирующих мер.

В настоящее время на Белорусской атомной электростанции (далее – БелАЭС) для радиационного контроля за соблюдением ПД и ГД используется система критериев, которые устанавливаются ЛПА БелАЭС и позволяют отслеживать также радиационную обстановку на предприятии в сравнении с данными по опыту эксплуатации за многолетний период.

На БелАЭС введена и функционирует система радиационного контроля (далее – СРК), учитывающая специфику технологического процесса производства электроэнергии на атомной электростанции (далее – АЭС), наличие и применение ИИИ, образование радиационных отходов, газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радионуклидов в окружающую среду.

СРК предназначена для:

- обеспечения радиационной безопасности эксплуатационного персонала и населения, проживающего в зоне наблюдения БелАЭС;
- повышения надежности БелАЭС за счет раннего обнаружения отклонений от нормальных режимов функционирования технологического оборудования с радиоактивными средами;
- исключения неконтролируемого выхода радиоактивных веществ выше установленных нормативов;
- обеспечения получения и обработки информации о параметрах, характеризующих радиационное состояние АЭС и окружающей среды при всех режимах работы БелАЭС, включая проектные и запроектные аварии, а также состояние АЭС при выводе ее из эксплуатации.

Радиационный контроль на БелАЭС включает контроль за многими параметрами с целью оценки степени соблюдения законодательно установленных критериев и требований радиационной безопасности, а также ЛПА, и включает контроль за непревышением основных нормативов – ПД и ГД, а также других нормативов, производных от ПД и ГД, что позволяет получить необходимую информацию о состоянии радиационной обстановки и необходимости проведения мероприятий по оптимизации радиационной защиты или, в случае необходимости, принятия решений о вмешательстве.

Для контроля за соблюдением ПД и ГД на БелАЭС ЛПА устанавливается трехступенчатая система критериев радиационного контроля в зависимости от категории облучаемых лиц, которая помогает оперативно реагировать на отклонения в показателях контролируемых радиационных параметров.

К критериям уровня 1 относятся:

ПД для ограничения доз облучения персонала и населения – нормативы, установленные законодательством и гигиеническим нормативом Республики Беларусь, и производные от них параметры контроля радиационной обстановки;

критерии отнесения жидких сбросов к жидким радиоактивным отходам (далее – ЖРО), которые установлены гигиеническим нормативом, санитарными нормами и правилами Республики Беларусь.

К критериям уровня 2 относятся:

ГД, минимально значимая доза (далее – МЗД) и производные от них параметры контроля радиационной обстановки, устанавливаемые БелАЭС по согласованию с Министерством по чрезвычайным ситуациям, Министерством здравоохранения, а также Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды:

предельно допустимые газоаэрозольные выбросы радионуклидов (далее – ПДВ);

предельно допустимые жидкие сбросы радионуклидов (далее – ПДС);

допустимые газоаэрозольные выбросы радионуклидов (далее – ДВ);

допустимые жидкие сбросы радионуклидов (далее – ДС);

контрольные уровни выбросов и сбросов (далее – КУ).

ГД населения, проживающего в зоне наблюдения БелАЭС, устанавливаются органами государственного санитарного надзора с целью ограничения облучения населения от газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радионуклидов в окружающую среду.

МЗД – 10 мкЗв/год является нижней границей облучения для оптимизации радиационной защиты населения в режиме нормальной эксплуатации АЭС и установлена санитарными нормами и правилами и гигиеническим нормативом.

Одним из показателей радиационной безопасности БелАЭС является неперевышение нормативов газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. ПДВ и ПДС устанавливаются ЛПА БелАЭС по согласованию с органами государственного надзора за обеспечением ядерной и радиационной безопасности. ПДВ и ПДС устанавливаются исходя из неперевышения ГД облучения населения – по 50 мкЗв/год для ПДВ и ПДС.

ДВ и ДС радиоактивных веществ устанавливаются БелАЭС для обеспечения неперевышения МЗД (в 10 раз жестче, чем ГД) облучения населения при монофакторном воздействии каждого нормируемого радионуклида.

КУ выбросов и сбросов радиоактивных веществ устанавливаются для обеспечения неперевышения соответствующих ДВ и ДС.

К критериям уровня 3 относятся административно-технологические уровни (далее – АТУ), которые устанавливаются администрацией БелАЭС, исходя из достигнутого уровня обеспечения радиационной безопасности с целью раннего обнаружения и предотвращения отклонений в ведении технологических процессов или нарушений требований НПА и ЛПА в сфере обеспечения радиационной безопасности, а также используются в качестве критериев оперативного радиационного контроля и принятия решений для оптимизации радиационной защиты. В настоящее время устанавливаются следующие виды АТУ для контроля:

1. индивидуальные дозы облучения персонала;
2. параметры радиационной обстановки;
3. выбросы и сбросы радиоактивных веществ в окружающую среду;
4. радиационные параметры технологических процессов.

Система критериев радиационного контроля представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Система критериев радиационного контроля

Уровень	Категория облучаемых лиц	Критерии А (по индивидуальной дозе облучения)	Критерии Б (по параметрам радиационной обстановки)
1	Персонал	ПД и ограничения доз облучения	ДУ внешнего облучения
			ДУ радиоактивного загрязнения
			ДУ содержания радионуклидов в воздухе
	Население	ПД	ДУ содержания радионуклидов в воздухе
			Референтные уровни содержания радионуклидов в питьевой воде
2	Персонал и население	ГД	КУ радиационных параметров технологического процесса
	Персонал	ГД	КУ параметров радиационной обстановки
	Население	ГД	ПДВ и ПДС радиоактивных веществ в окружающую среду
		МЗД	ДВ и ДС радиоактивных веществ в окружающую среду
			КУ выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду
3	Персонал и население	АТУ индивидуальных доз облучения (для персонала), МЗД (для населения)	АТУ радиационных параметров технологического процесса
	Персонал	АТУ индивидуальных доз облучения	АТУ параметров радиационной обстановки
	Население	МЗД	АТУ выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду

БелАЭС для контроля за газоаэрозольными выбросами и жидкими сбросами устанавливает ДВ/ДС, КУ и АТУ, не превышение которых гарантирует соблюдение ГД.

АТУ газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радионуклидов в окружающую среду устанавливаются администрацией БелАЭС, исходя из достигнутого технологического уровня на предприятии или по опыту эксплуатации АЭС с аналогичными реакторами. При этом АТУ не должны превышать КУ выбросов и сбросов радиоактивных веществ, которые устанавливаются для обеспечения не превышения соответствующих ДВ и ДС на уровне не более 90 % от их значений.

АТУ должны периодически пересматриваться с учетом данных по опыту эксплуатации БелАЭС, в связи с чем в настоящее время разрабатывается новый метод расчета и установления значений АТУ.

Для сравнения, диапазоны значений АТУ с учетом остальных нормативов, используемых на БелАЭС, можно представить схематически на примере АТУ для контроля за газоаэрозольными выбросами и жидкими сбросами радионуклидов в окружающую среду (рисунок 1).

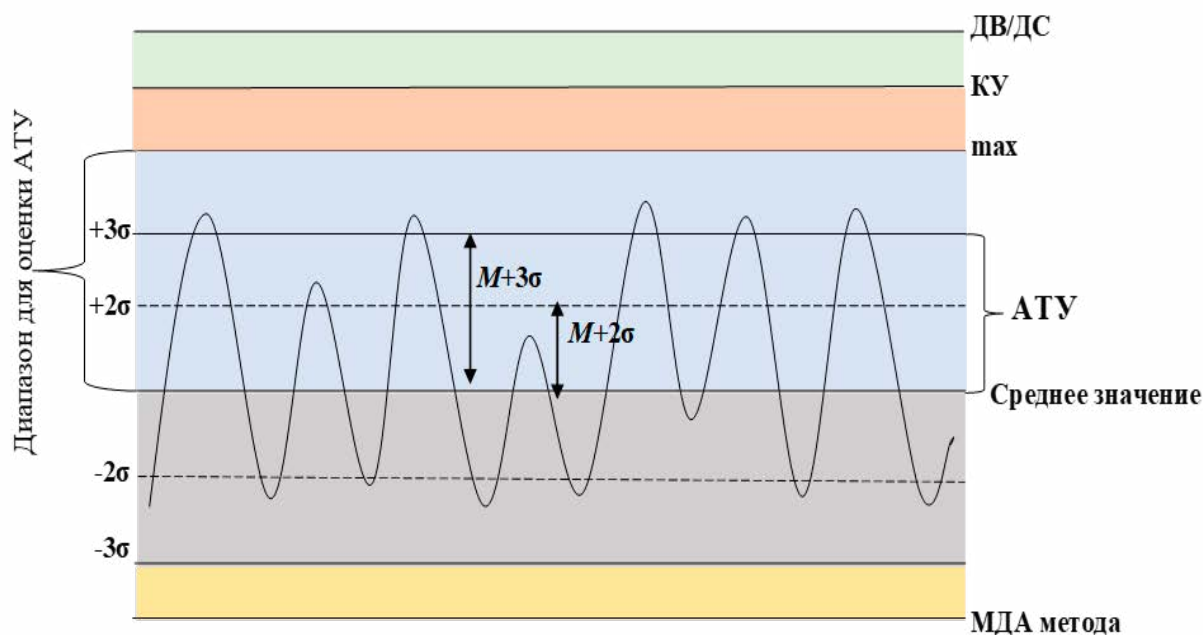


Рисунок 1 – Схема диапазонов значений нормативов и АТУ для контроля за выбросами и сбросами радионуклидов, используемых БелАЭС

Система нормативов, используемая на БелАЭС, является сложной и зарегулированной, однако использование АТУ и возможность их оперативного пересмотра с учетом опыта эксплуатации БелАЭС от достигнутого позволяет учитывать достигнутый уровень радиационной защиты на предприятии и оперативно оценивать технологическое состояние станции в период ее эксплуатации.

В настоящее время АТУ являются базовым и эффективным инструментом оптимизации радиационной защиты на предприятии. Использование данной системы критериев обеспечения радиационной безопасности на БелАЭС позволяет вести контроль за радиационной обстановкой, оперативно реагировать на отклонения в показателях радиационных параметров и является основанием введения мероприятий для оптимизации радиационной защиты.

Поступила 16.09.2025

Раздел 2

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕЗИСЫ

АНАЛИЗ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ХОЙНИКСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Аветисов А. Р., avetisov@tut.by,

Сосновская Е. А., yekaterina.ogorodnik@bk.ru

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность данного исследования определяется тем, что изучение влияния радионуклидов, поступающих в организм человека с загрязненных территорий, на здоровье населения является неотъемлемой частью разработки методов предупреждения формирования и развития тканевых реакций.

Целью работы является анализ радиационных доз внутреннего облучения на население Хойникского района Гомельской области, проживающего на территориях, загрязненных радионуклидами, которые образовались после аварии на Чернобыльской АЭС.

Материалами для исследования послужили данные более 43 тыс. измерений, проведенных на спектрометре излучения человека (далее – СИЧ). Данные были предоставлены УЗ «Хойникская центральная районная больница» в рамках договора о сотрудничестве и охватывают население Хойникского района. Расчет показателей и предварительная математическая обработка результатов проводились с помощью программы Microsoft Excel, статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Statsoft Statistica 12. Расчет годовой эффективной дозы (далее – ГЭД) внутреннего облучения населения Хойникского района Гомельской области проводился в соответствии с Инструкцией по применению № 117-0919 «Метод оценки средних годовых эффективных доз облучения населения», утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь 06.12.2019.

В результате исследования установлено, что распределение данных СИЧ и расчетных доз внутреннего облучения отличается от нормального, что подтверждается различиями между средним значением ГЭД, средним геометрическим (в 1,06 раза), медианой (в 1,11 раза) и модой (превышает среднее в 1,17 раза). Данная асимметрия сохраняется и после логарифмирования, что требует отдельного тщательного изучения. В период с 2015 по 2024 год распределение логарифмов эффективных доз демонстрировало разнонаправленные изменения с общей тенденцией к росту. Тест Краскела – Уоллиса подтвердил наличие достоверных различий в значениях доз между большинством годов наблюдения ($p < 0,001$). Статистически значимые различия были также выявлены между женщинами и мужчинами, а также между разными возрастными группами в Хойникском районе. При этом у жителей г. Хойники ГЭД внутреннего облучения оказалась достоверно ниже, чем у населения как менее, так и более загрязненных территорий района, между которыми значимых различий не обнаружено. Это может быть связано с тем, что, как убедительно показывают статистические данные, население районного центра достоверно старше, что потенциально влияет на формирование дозы.

Поступила 15.09.2025

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

^{1,2}Горина Г. В., *gorina.gal@mail.ru*,

^{1,2}Литвинова О. В., *litvinovaspironova@mail.ru*,

^{1,3}Смаглий Л. В., к. м. н., *lud.smagly@yandex.ru*,

²Светлик М. В., к. б. н., *mihasv@gmail.com*,

¹Тахауов А. Р., *anas.t@inbox.ru*,

^{1,3}Калинкин Д. Е., д. м. н., доцент, *kalinkin750@gmail.com*,

^{1,3}Мильто И. В., д. б. н., доцент, *milto_bio@mail.ru*,

^{1,3}Тахауов Р. М., д. м. н., профессор, *niirm2007@yandex.ru*

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Северский биофизический научный центр» Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Российская Федерация;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация;

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск, Российская Федерация

Во всем мире сердечно-сосудистые заболевания (далее – ССЗ) продолжают оставаться основной причиной, по которой люди теряют трудоспособность и умирают. Это представляет серьезную проблему для поддержания здоровья населения и влечет за собой значительные социально-экономические последствия. Ишемическая болезнь сердца (далее – ИБС), по данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), является ведущей причиной смерти от ССЗ и важным фактором глобальной смертности. ВОЗ ожидает увеличения смертности от ИБС к 2025 году из-за старения населения и роста распространенности факторов риска, таких как ожирение, диабет и нездоровый образ жизни.

В Российской Федерации (далее – РФ) ССЗ занимают первое место среди причин, приводящих к смерти, и составляют существенную часть всех летальных исходов. Согласно информации, предоставленной Министерством здравоохранения РФ, в 2023 году почти половина (46,2 %) всех смертей в стране была вызвана болезнями системы кровообращения. Прогнозируется сохранение данной тенденции в 2025 году при отсутствии эффективных профилактических и лечебных мероприятий.

Цель работы – выявление работников объекта использования атомной энергии, подвергшихся воздействию малых доз ионизирующего излучения (далее – ИИ), с высоким риском развития сердечно-сосудистых заболеваний. Индивидуальный риск ССЗ оценивается с помощью прогностических моделей, которые учитывают множество факторов риска и позволяют предсказать вероятность развития болезни.

В рамках оптимизации системы превентивных мероприятий, направленных на снижение заболеваемости и смертности от ССЗ, была применена прогностическая модель. Ее задача – оценка риска развития ССЗ у работников объекта использования атомной энергии с учетом полученной дозы радиационного воздействия и значимых предикторов патологии. Для построения прогностической модели были отобраны следующие предикторы: возраст, систолическое артериальное давление, наличие сахарного диабета, артериальной гипертензии, индекс массы тела, суммарная доза внешнего облучения, статус курения и возраст на момент облучения. Для моделирования был применен метод бинарной логистической регрессии, реализованный с помощью программных пакетов Microsoft Excel, Statistics и StatTech. Данные, использованные для создания прогностической модели, были получены из регионального медико-дозиметрического регистра ФГБУН «Северский биофизический научный центр» ФМБА России, содержащего персонализированные сведения о заболеваемости, смертности, состоянии здоровья, жизненном статусе, профессиональной деятельности и дозиметрические данные жителей г. Северска.

Данная прогностическая модель дает возможность определить вероятность (далее – Р) возникновения ССЗ, интегрируя клинические и дозиметрические показатели. Чувствительность полученной прогностической модели – 68 %, специфичность – 96 %. Если значение Р составляет менее 0,5, то это свидетельствует о высоком риске возникновения как смертельных, так и несмертельных ССЗ в течение последующего года. Напротив, при Р, равном или превышающем 0,5, риск развития таких исходов оценивается как низкий.

С целью определения прогностической способности модели была организована исследовательская группа из 45 субъектов с анамнезом сердечно-сосудистых патологий. В результате применения модели были определены 2 подгруппы пациентов. Для 17 человек модель показала высокую вероятность развития ССЗ ($P < 0,5$), в то время как для 28 человек эта вероятность была оценена как низкая ($P \geq 0,5$). Полученные

данные свидетельствуют о потенциале разработанной прогностической модели в оптимизации государственных программ, целью которых является продление профессиональной активности граждан и снижение риска ССЗ в группе трудоспособного населения. Предлагаемая модель открывает возможности для более точной оценки рисков и внедрения целевых профилактических мер среди работников объекта использования атомной энергии, подвергающихся воздействию ИИ.

Необходимо понимать, что модель не предназначена для постановки диагноза ССЗ. Ее основная функция – оценка риска развития этих заболеваний. Такой подход поможет оптимизировать меры по защите и улучшению здоровья людей, подвергшихся воздействию ИИ.

Настоящее научное исследование направлено на разработку методов прогнозирования повышенной предрасположенности к ССЗ работников объекта использования атомной энергии, подвергшихся воздействию малых доз ИИ. Прогностическая модель предоставляет ценные данные для персонализированной оценки риска ССЗ, что способствует своевременному выявлению групп повышенного риска и проведению целенаправленных профилактических мероприятий.

Поступила 12.09.2025

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ИНСПЕКЦИЙ МЕДИЦИНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Елизарова Н. В., radiation.safety@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Вступающий в силу с 1 января 2026 г. Указ Президента Республики Беларусь от 6 июня 2025 г. № 227 «О повышении эффективности контрольной (надзорной) деятельности» (далее – Указ) направлен на урегулирование отдельных вопросов проведения проверок медицинских и промышленных радиационных объектов в Республике Беларусь, выполняемых учреждениями государственного санитарного надзора, а также оптимизирует контрольную (надзорную) деятельность и снижает воздействие со стороны контролирующих (надзорных) органов на субъекты предпринимательской деятельности.

В соответствии с вышеназванным Указом, а также с учетом современных принципов и международных стандартов Международного агентства по атомной энергии (далее – МАГАТЭ) для учреждений государственного санитарного надзора Республики Беларусь остро встал вопрос актуализации соответствующих ведомственных документов.

В ходе регионального учебного курса МАГАТЭ данные вопросы и процессы инспекции были подробно представлены слушателям. Курс был организован совместно с Ядерным регулирующим органом Турции в рамках регионального проекта МАГАТЭ RER 9158 «Укрепление регулирующей инфраструктуры радиационной безопасности». По итогам участия в курсе можно заключить следующее.

Многие страны имеют национальные системы учета и контроля источников ионизирующего излучения (далее – ИИИ). Для международного использования МАГАТЭ разработало электронную систему RAIS+ (Regulatory Authority Information System) – бесплатный онлайн-инструмент, предоставляемый государствам-членам по официальному запросу и постоянно обновляемый. Система предназначена для трех категорий пользователей:

национальные регуляторы в области ядерной и радиационной безопасности и защиты – используют ее в качестве системы контроля и учета состоящих на учете ИИИ;

организации-пользователи ИИИ – применяют для автоматизации и оптимизации рабочих процессов;

эксперты в области обеспечения радиационной безопасности и защиты – для представления рекомендаций по совершенствованию системы.

Об успешном использовании данной системы сообщили отдельные некрупные европейские государства – члены Европейского союза: Латвия, Черногория и др.

Данная система, в том числе, позволяет пользователям ИИИ информировать национальный регулятор в онлайн-режиме о любых радиационных инцидентах, как например: о превышении доз профессионального облучения, предстоящем техническом обслуживании ИИИ и т. д.

Также эксперты МАГАТЭ информировали о доступности следующих инструментов и информационных ресурсов, которые могут оказать методическую и экспертную помощь в налаживании и оптимизации системы проведения проверок:

ORPNET – информационный веб-портал МАГАТЭ, содержащий последние международные рекомендации по радиационной защите персонала;

ISEMIR – информационная система по профессиональному облучению, с выделенными подсистемами для медицины – интервенционной хирургии, промышленности – промышленной радиографии и предприятий NORM;

ORPAS – специализированная миссия МАГАТЭ по оценке радиационной защиты персонала.

В 2022 г. МАГАТЭ выпустило специализированный технический документ, посвященный вопросам инспектирования промышленных и медицинских радиационных объектов TecDoc TRS 1002 «Notification, Authorization, Inspection and Enforcement for the Safety and Security of Radiation Sources» (Уведомление, разрешение, инспекция и обеспечение безопасности и защиты источников ионизирующего излучения). В приложении к данному документу содержатся отдельные чек-листы для проведения инспекций в отношении различных ИИИ: в отделениях радиотерапии, ядерной медицины, рентгеновской диагностики учреждений здравоохранения, а также для проведения проверок промышленных радиографов, установок и каротажа скважин. В чек-листы инспекций отделений радиотерапии и объектов промышленной радиографии включены такие тематические разделы для проведения проверок, например:

- общая и административная информация – проверка наличия и действительности лицензии, а также проверка лиц, представителей ИИИ (уполномоченных действовать в проверке);

- система управления, техническая информация – описание системы радиационной безопасности и список лиц, ответственных за ее обеспечение, проведение внутренних аудитов и контролей качества, достаточность квалификации и ее повышение у персонала, расследование инцидентов, аварийная готовность и реагирование, безопасность транспортировки радиоактивных материалов;

- оценка безопасности – эксплуатируемые ИИИ, общее описание радиационного объекта, используемое оборудование для радиационного мониторинга, система местного учета и контроля за ИИИ;

- оценка доз профессионального облучения – подтверждение образования и обучения лиц категории «персонал», выполнение и результаты персональной дозиметрии персонала, радиационный мониторинг рабочих мест работников;

- оценка доз облучения населения;

- физическая безопасность ИИИ.

Регулятор в сфере ядерной и радиационной безопасности осуществляет несколько видов инспекций: до ввода объекта в эксплуатацию, в процессе эксплуатации и в процессе прекращения деятельности объекта или отзыва лицензии. Инспектирование осуществляется в соответствии с риск-ориентированным подходом от 1 раза в 5 лет (стоматологическая рентгенодиагностика) до 1 раза в год (промышленная радиография, радиотерапия, ядерная медицина).

Для отделений радиотерапии дополнительно должна осуществляться оценка доз облучения пациентов от воздействия ИИИ медицинского назначения, проверка соответствия врачебных назначений лечения существующим утвержденным клиническим протоколам, план и объем лечения, сроки начала и окончания лечения, контроль позиционирования пациента в соответствии с данными его анатомии.

Дополнительно подчеркивается необходимость для любых радиационных объектов медицинского назначения наличия в штате персонала – медицинского физика.

Внедрение современных принципов, основанных на применении риск-ориентированного подхода, позволило бы оптимизировать процесс инспектирования и обеспечения радиационной безопасности персонала радиационных объектов промышленного и медицинского назначения, в том числе осуществить унификацию инспекционных процессов, а также повысить их качество и прозрачность.

Разработанные МАГАТЭ рекомендации по организации и проведению инспектирования промышленных и медицинских радиационных объектов, чек-листы могут быть использованы для совершенствования документов в области обеспечения государственного санитарного надзора в Республике Беларусь.

Поступила 16.09.2025

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ РАКА ЛЕГКИХ У РАБОТНИКОВ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

^{1,2}Литвинова О. В., *litvinovaspiridonova@mail.ru*,

^{1,2}Горина Г. В., *gorina.gal@mail.ru*,

^{1,3}Смаглий Л. В., к. м. н., *lud.smagly@yandex.ru*,

²Светлик М. В., к. б. н., *mihasv@gmail.com*,

¹Тахаюва Л. Р., *tahaovaa@gmail.com*,

^{1,3}Калинкин Д. Е., д. м. н., доцент, *kalinkin750@gmail.com*,

^{1,3}Мильто И. В., д. б. н., доцент, *milto_bio@mail.ru*,

^{1,3}Тахаюв Р. М., д. м. н., профессор, *niirm2007@yandex.ru*

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Северский биофизический научный центр» Федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Российская Федерация;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», г. Томск, Российская Федерация;

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Томск, Российская Федерация

Заболеваемость злокачественными новообразованиями (далее – ЗНО) представляет серьезную проблему для медицины и здравоохранения в современном обществе. Неуклонный рост числа новых случаев ЗНО обусловлен влиянием негативных факторов окружающей среды, изменениями в образе жизни и увеличением продолжительности жизни. ЗНО продолжают оставаться одной из основных причин смертности, уступая лишь заболеваниям сердечно-сосудистой системы.

Актуальной проблемой является прогнозирование риска развития ЗНО у работников объекта использования атомной энергии (далее – ОИАЭ). Оценка радиационного риска у персонала ОИАЭ, обусловленного техногенными источниками облучения, требует учета различных факторов и применения математических моделей.

Цель работы – построение прогностической модели риска возникновения рака легких у работников ОИАЭ, подвергшихся хроническому воздействию малых доз ионизирующего излучения.

С помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010, Statistics 10 (Statsoft) и StatTech v.2.0.0 (ООО «Статтех», Россия) была разработана прогностическая модель расчета вероятности (далее – p) возникновения рака легких у работников ОИАЭ, подвергшихся хроническому воздействию малых доз ионизирующего излучения, в зависимости от предикторов (внешнего облучения, возраста на момент облучения, периода облучения, пола, информации о курении, частоты хромосомных aberrаций), методом бинарной логистической регрессии.

В качестве входных данных для прогностической модели были использованы сведения из регионального медико-дозиметрического регистра Северского биофизического научного центра, который содержит информацию о заболеваемости, смертности, параметрах здоровья, жизненном статусе, профессиональной деятельности, дозиметрической информации жителей г. Северска. Исследование крови для выявления хромосомных aberrаций проводилось в лаборатории геномной медицины ФГБУН «Северский биофизический научный центр» ФМБА России, располагающей банком биологического материала жителей г. Северска.

С точки зрения соответствия прогнозируемых значений, наблюдаемых при включении предикторов, полученная регрессионная модель является статистически значимой ($p < 0,001$). Чувствительность полученной прогностической модели – 91 %, специфичность – 79 %. Оценка порогов согласно модели риска возникновения рака легких: высокая вероятность, если $p \geq 0,8$; средняя – при $0,4 \leq p < 0,8$; низкая – при $0,1 \leq p < 0,4$.

Эффективность модели оценивалась с помощью контрольной группы, состоящей из 150 человек (138 мужчин и 12 женщин), в анамнезе которых не диагностирован рак легких. Согласно модели, высокая вероятность риска возникновения рака легких характерна для 20 мужчины и 1 женщины; средняя – для 4 мужчин и низкая – для 3 женщин. Для остальных 122 человек прогностическая модель не выявила риск возникновения рака легких.

Данное научное исследование направлено на выявление возможности прогнозирования риска возникновения рака легких у лиц, подвергшихся хроническому воздействию малых доз ионизирующего излучения. Прогностические результаты обеспечат возможность оптимизации стратегий радиационной защиты и реабилитации здоровья для работников ОИАЭ, подвергшихся воздействию ионизирующего излучения.

Поступила 12.09.2025

МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. СТАТЬИ

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НЕЙРОСЕНСОРНАЯ ТУГОУХОСТЬ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ, ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ

Артишевский С. Н., к. м. н., доцент, allergo@bsmu.by

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Производственный шум является самым распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. Согласно результатам обязательных медицинских осмотров в Республике Беларусь в 2023 г. его воздействию подвергались 203 837 работников, что почти вдвое больше, чем по факторам пыли (104 214) и вибрации (96 298).

Шумовая патология занимает лидирующее положение среди профессиональных заболеваний во всех экономически развитых странах Европы: в Германии – 35,5 %, Финляндии – 34,1 %, Норвегии – 61,4 %. Ежегодно в Финляндии (соответствующей по численности населения Республики Беларусь) устанавливается около 2000 случаев заболевания. Все это и определяет высокую медицинскую и социально-экономическую значимость данной проблемы для экономик промышленно развитых стран.

В Республике Беларусь в 2016 г. впервые выявлено 35 случаев профессиональной нейросенсорной тугоухости (всех профзаболеваний – 125), в 2017 г. – 35 случаев (всех профзаболеваний – 102), в 2018 г. – 26 случаев (всех профзаболеваний – 88), в 2023 г. – 14 случаев (всех профзаболеваний – 48). Таким образом, удельный вес профессиональной нейросенсорной тугоухости в Республике Беларусь соответствует европейскому уровню – 28–35,3 % и занимает второе ранговое место после профессиональных заболеваний органов дыхания.

Наиболее высокие уровни производственного шума в Республике Беларусь отмечаются в горнодобывающей, металлургической, промышленности, машиностроении, ткацком производстве, на транспорте и сельском хозяйстве.

Высокий риск развития профессиональной тугоухости отмечается: у шахтеров, проходчиков, кузнецов, жестянщиков, слесарей, испытателей моторов, швей и механизаторов. Особенно актуально эта проблема для работников железнодорожного и авиационного транспорта: пилотов самолетов и машинистов поездов, поскольку приводит к потере трудоспособности в молодом возрасте и серьезным социальным затратам.

В настоящее время определены доказательные диагностические критерии профессиональной нейросенсорной тугоухости [1, 2]:

- постепенное начало;
- медленное развитие (длительный стаж работы не менее 10 лет, наиболее часто встречается при стаже 18–19 лет);
- симметричное развитие процесса с поражением обеих ушей (различие не превышает одной степени тугоухости);
- первоначальное снижение тонального слуха в диапазоне высоких частот (4000 Гц и выше) с последующим распространением на речевой диапазон (500, 1000, 2000 Гц);
- параллельно страдает как костная, так и воздушная проводимость (отсутствует костно-воздушная диссоциация);
- на аудиограммах определяется характерная круто нисходящая кривая с максимальной потерей слуха в области высоких частот;

В ранней диагностике профессиональной нейросенсорной тугоухости основную роль играют рутинные методы с определением остроты слуха по восприятию шепотной и разговорной речи, камертональные пробы, а объективным методом оценки потери слуха является пороговая и надпороговая аудиометрия [3].

Обязательным условием связи любого заболевания с профессией является установление причинно-значимого профессионального этиологического фактора и исключение других возможных причин

заболевания. Исходя из этого, при подозрении на данную патологию представляется важным на этапе первичного изучения медицинской документации акцентировать внимание:

на данных профессионального маршрута (копия трудовой книжки с оценкой стажа работы в шуме – не менее 10 лет);

данных гигиенической оценки условий труда (санитарно-гигиеническая характеристика с указанием параметров шумового воздействия и его длительности, эквивалентного уровня шума в расчете на всю смену);

данных о перенесенных заболеваниях и результатах прохождения обязательных медицинских осмотров (по выписке из амбулаторной карты больного).

Только на основании анализа этих документов и при исключении других этиологических факторов тугоухости можно заподозрить профессиональный характер заболевания [2, 4].

Цель работы – изучить взаимосвязь профессиональной нейросенсорной тугоухости и стажа работы (свыше 10 лет) в условиях интенсивного производственного шума. Исследование проводилось на выборке пациентов обоего пола в возрасте 28–60 лет на момент постановки диагноза.

Все пациенты были подразделены на две группы: со стажем работы до 15 лет, свыше 15 лет. Характеристика групп пациентов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика групп пациентов с профессиональной тугоухостью в зависимости от стажа работы в шуме

Критерии	Стаж до 15 лет	Стаж более 15 лет
Количество, n	10	15
Средний возраст, лет	49,5 ± 8,2	52,6 ± 8,2
Соотношение м/ж	2,3/1	2,3/1
Стаж работы, лет	12,6 ± 2,1*	19,4 ± 2,3
Уровень шума, дБ	83,2 ± 3,1	83,1 ± 2,5
* p < 0,05.		

Указанные группы были сопоставимы по возрастно-половому составу (p > 0,05), а также по санитарным характеристикам шума (p > 0,05). В то же время они достоверно различались по длительности работы в шуме (p < 0,05).

На момент установления диагноза профессиональной нейросенсорной тугоухости по группам были получены следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Аудиометрическая характеристика лиц с профессиональной нейросенсорной тугоухостью

Аудиометрические критерии	Стаж до 15 лет	Стаж более 15 лет
Количество, n	10	15
Шепотная речь, м	2,8 ± 1,2*	2,1 ± 0,84
Разговорная речь, м	> 6	5,4 ± 0,5
Средняя потеря слуха в речевом диапазоне, дБ	16,3 ± 8,1*	25,4 ± 6,2
Средняя потеря слуха в высокочастотном диапазоне 4000 Гц, дБ	69,2 ± 8,4*	78,5 ± 6,8
Степень тугоухости	I – 40 % II – 60 %*	II – 86,6 %* III – 13,4 %
* p < 0,05.		

Как видно из представленных данных, в группе со стажем работы до 15 лет отмечаются достоверно более благоприятные показатели аудиометрической характеристики, по сравнению со стажем работы свыше 15 лет (p < 0,05). На этом основании видно, что степень профессиональной нейросенсорной тугоухости в большей степени зависит от длительности работы в шуме.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить умеренную прямую взаимосвязь между средней потерей слуха в высокочастотном диапазоне и длительностью работы в шуме r = 0,44 (p < 0,05).

Рассматривая экспертные вопросы в плане оценки состояния здоровья и определения годности работника к работе в шуме во вредных и опасных условиях труда, важно отметить, что в соответствии с законодательством:

при предварительном обязательном медицинском осмотре – обязательна аудиометрия;

при периодическом – аудиометрия обязательно проводится только при выявлении снижения шепотной или разговорной речи, т. е. менее 6 метров.

По результатам аудиометрии рассчитывается средняя потеря слуха на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц, при предварительном не более 15 дБ, периодическом – 40 дБ [5]. Это является важным критерием оценки состояния здоровья для определения годности при обязательных медицинских осмотрах к работе во вредных и/или опасных условиях труда по шуму.

В соответствии с законодательством имеется ряд работ, на которые не допускаются работники со сниженным слухом, например, верхолазные (приложение 3 пункт 2), нефтегазовая сфера (приложение 3 пункт 6) и т. д. Такие работники признаются негодными при снижении шепотной или разговорной речи менее 3 метров и они должны быть направлены на аудиометрию с расчетом средней потери слуха на 500, 1000, 2000 и 4000 Гц, которая не должна превышать 40 дБ [5].

В данном случае могут возникать экспертные вопросы: когда шепотная речь менее 3 метров (т. е. не годен к верхолазным работам, к работе в нефтегазовой сфере и т. д.), а при аудиометрии, на которую обязаны их направить, средняя потеря слуха – 35 дБ, т. е. годны к верхолазным работам, к работе в нефтегазовой сфере и т. д. [5]. Возникает противоречие.

Учитывая изложенное, решение вопроса оснащения аудиометрами комиссий по проведению обязательных медицинских осмотров является крайне актуальным.

Актуальность проблемы профессиональной нейросенсорной тугоухости остается высокой в связи с широкой распространенностью производственного шума. Установлена прямая зависимость степени тяжести профессиональной нейросенсорной тугоухости от стажа работы в условиях шумового воздействия. В рамках профилактики и своевременной диагностики необходима правильная организация обязательных медицинских осмотров, включающая оснащение комиссий аудиометрами. При этом сохраняются сложности в оценке профессиональной пригодности, возникающие при противоречии между данными аудиометрии (средняя потеря слуха на речевых частотах 500, 1000, 2000, 4000 Гц) и результатами исследования восприятия шепотной и разговорной речи.

Таким образом, вопросы диагностики, лечения, экспертизы трудоспособности и профилактики профессиональной нейросенсорной тугоухости требуют комплексного подхода, особенно с учетом серьезных социальных последствий данного заболевания.

Литература

1. Панкова, В. Б. Профессиональная тугоухость : руководство для врачей / В. Б. Панкова. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 48 с. – (Библиотека врача-специалиста).
2. Профессиональная патология : национальное руководство ; под ред. Н. Ф. Измерова. – М. : Гэотар-Медиа, 2011. – 777 с.
3. Панкова, В. Б. Новые регламенты диагностики профессиональной тугоухости / В. Б. Панкова // Вестник оториноларингологии. – 2014. – № 2. – С. 44–48.
4. Остапкович В. Е. Профессиональные заболевания ЛОР-органов / В. Е. Остапкович, А. В. Бروفман. – М. : Медицина, 1982. – 288 с.
5. О проведении обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 29 июля 2019 г. № 74 : в ред. от 18 окт. 2024 г. № 149 // iLex : информ. правовая система (дата обращения: 17.09.2025).

Поступила 22.09.2025

КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРТЕБРОГЕННЫХ ДОРСАЛГИЙ У ОПЕРАТОРОВ МАШИННОГО ДОЕНИЯ

Ваганова Д. М., kon-pol-otd@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Российская Федерация

В настоящее время технология получения продуктов животноводства предусматривает механизацию и частичную автоматизацию основных технологических процессов – кормления и поения животных, удаление навоза, доения, ветеринарной обработки, уборки и дезинфекции помещений и оборудования. В большинстве хозяйств используется машинное доение с применением доильных аппаратов различных типов.

Известно, что трудовой процесс в животноводстве отличается высокой интенсивностью. Операционная загруженность при выполнении основных видов работ составляет 93–95 % от времени смены, что нередко приводит к нерациональным режимам труда и отдыха без соблюдения регламентированных перерывов. Для труда животноводов характерно значительное нервно-эмоциональное перенапряжение, связанное с опасностью травматизма, постоянной необходимостью строгого соблюдения распорядка ухода за животными (поение, кормление, доение и др.), высокой ответственностью за состоянием их здоровья и продуктивностью.

Тяжесть трудового процесса в животноводстве характеризуется высокой общей динамической нагрузкой при перемещении грузов на различные расстояния (до 40 000 и более кг/м), нагрузкой при подъеме и перемещении грузов вручную массой от 5 до 30 кг и приложением статических усилий при их удержании. Значительная часть рабочих операций (уход за животными, уборка помещений) выполняется в неудобных и вынужденных положениях тела с глубокими наклонами корпуса. Характерно длительное (более 80 % смены) нахождение в позе стоя и значительные переходы, обусловленные технологическим процессом. В значительной мере высокие статические нагрузки определяются нерациональной организацией рабочих мест и отсутствием модернизации оборудования [1, 2].

Согласно Руководству Р 2.2.2006-05 тяжесть труда работников животноводства в соответствии с действующими гигиеническими критериями классифицируется как вредные условия труда 1 и 2 степеней (классы 3.1 и 3.2) [3].

В работе изучили характер и распространенность вертеброгенной патологии шейной и пояснично-крестцовой области у доярок (операторов машинного доения) крестьянско-фермерских хозяйств Республики Башкортостан.

Обследовали 55 доярок, имеющих вертеброгенную патологию, в возрасте от 37 до 55 лет (средний возраст $48,3 \pm 6,1$ года). Все обследованные – лица женского пола. Стаж работы в профессии составил $22,7 \pm 5,2$ года).

Профессиографический анализ медицинской документации больных включал: изучение санитарно-гигиенических характеристик условий труда обследуемых с выделением ведущих вредных факторов трудового процесса.

Клиническое обследование пациентов включало оценку неврологического статуса, нейро-ортопедического статуса. Для определения выраженности болевого синдрома использовалась визуальная аналоговая шкала (далее – ВАШ). Статистическая обработка результатов проведена с помощью Microsoft Excel и программы Statistica10.

Все пациентки жаловались на болевые ощущения в шейном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника, иррадиировавшие в руку, ногу, а также на онемение, «ползание мурашек» в конечностях, жжение по ходу локтевого, лучевого, седалищного, бедренного и малоберцового нервов. У 12 % больных отмечались слабость в мышцах кисти, у 15 % – в мышцах стопы и голени.

Анализ структуры жалоб показал, что в 65 % случаев пациенток беспокоили тупые, ноющие боли в области шеи, поясницы, колющие боли и покалывание встречались в 30 % случаев, жгучие боли в 5 % случаев. Онемение пальцев рук отмечалось у половины обследованных, боли в суставах – локтевых, плечевых, лучезапястных у 40 %. У трети из них боли сопровождались прострелами.

Анализ анамнестических сведений позволил проследить возникновение первых симптомов вертеброгенного заболевания, появляющихся в шейной и пояснично-крестцовой области. Так, 10 % респондентов предъявляли жалобы на периодические ноющие боли в шее и надплечьях в течение 3–5 лет от начала трудовой деятельности; тупые, тянущие боли в области поясницы в течение 5–9 лет от начала работы. Далее, у трети обследованных появлялись симптомы цервикалгии, цервикобрахиалгии; у четверти обследованных – симптомы люмбалгии и люмбоишиалгии после 10 лет работы. Увеличивалось количество обострений заболеваний и число листов нетрудоспособности. В дальнейшем, присоединялось онемение в руках, икроножных мышцах, стопах, судороги в руках и ногах. Боли стали носить простреливающий характер. Средняя длительность течения вертеброгенных заболеваний (от начала заболевания до настоящего обследования) для шейного уровня составила 9,6 года, для пояснично-крестцового уровня – 14,5 года.

По ВАШ выраженность боли распределилась следующим образом: у 10 % обследуемых составила 4 балла, 17 % – 5, 25 % – 6, 15 % – 7, 25 % – 8, 8 % – 9 баллов. Таким образом, в структуре болевого синдрома можно выделить два основных компонента: боли тянущего ноющего характера и периодические боли с распространением по корешковому типу.

В неврологическом статусе выявлялись двигательные, сенсорные, вегетативные и трофические расстройства. Нарушения двигательных функций проявлялись поражением С5 и С6 корешков в виде выпадения рефлексов с двуглавой мышцы плеча и плечелучевой мышцы (у 14 %), поражением С7 в виде выпадения рефлекса с трехглавой мышцы плеча (у 9 %); периферическим парезом мышц разгибателей стопы (у 13 %) и первого пальца стопы (у 10 %), гипотрофией и гипотонией мышц нижних конечностей (у 27 %), снижением

или выпадением коленных (у 37 %) и ахилловых рефлексов (у 42 %). У половины обследованных сенсорные нарушения проявлялись в гипестезии в зоне иннервации корешков С6, С7 и L4, S1.

Среди нейрососудистых проявлений встречались нарушения кровообращения в вертебробазиллярном бассейне: головные боли, головокружения, звон в ушах, кратковременные нарушения зрения. Сегментарные вегетативно-трофические нарушения в нижних конечностях встречались в виде онемения, зябкости, жжения, пульсации нижних конечностей.

При объективном обследовании в 91 % случаев выявлено ограничение объема активных движений в шейном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника, в 69 % случаев сглажен поясничный лордоз, в 16 % – усилен поясничный лордоз. Дефанс шейных и поясничных мышц 1 степени выявлен в 45 % случаев, 0–1 степени в 53 % случаев. Пальпаторная болезненность паравертебральных точек указанных отделов встречалась в 64 % случаев. Ограничение активных движений в плечевом суставе (невозможность завести руку за спину, поднятие руки выше горизонтального уровня) в 15 %, болезненность при движении в локтевых суставах, ограничение активных движений 0–1 степени встречалось у четверти обследованных. Пальпаторная болезненность мышечных плечевых костей – в 20 % случаев.

При изучении течения неврологического заболевания у пациентов в зависимости от стажа выявились следующие особенности. При стаже работы в профессии менее 10 лет диагностированы цервикалгии (10 %), цервикобрахиалгии (13 %), люмбалгии (15 %) и люмбоишиалгии (16 %). При увеличении стажа более 10 лет рефлекторные синдромы встречались у большего числа обследованных: так, цервикалгии – в 44 % случаев, цервикобрахиалгии – в 17 %, люмбалгии – в 22 % и люмбоишиалгии – в 27 % случаев. Кроме того, появились и корешковые синдромы. Радикулопатии шейного уровня диагностированы в 8 %, пояснично-крестцового уровня – в 10 % случаев (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость вертеброгенной патологии у доярок в зависимости от стажа работы в профессии (в %)

Нозология	Стаж до 10 лет	Стаж 10 лет и более	Всего
Цервикалгия	10	44	54
Цервикобрахиалгия	13	17	30
Радикулопатия C5–C7	-	8	8
Люмбалгия	15	22	37
Люмбоишиалгия	16	27	53
Радикулопатия L4,L5,S1	-	10	10

Таким образом, вертеброгенные дорсалгии у доярок крестьянско-фермерских хозяйств Республики Башкортостан протекали в виде рефлекторных и корешковых синдромов. Вертеброгенные цервикалгии с мышечно-тоническими феноменами диагностированы у 52 %, с нейродистрофическими проявлениями у 17 %, с нейрососудистыми включениями у 13 % обследованных; корешковые проявления с поражениями C5, C6 и C7 корешков – у 8 % обследованных. Вертеброгенная пояснично-крестцовая патология состояла из люмбалгий (37 % случаев), люмбоишиалгий (53 %), радикулопатий (10 %). Таким образом, основным условием для формирования вертеброгенной патологии у доярок является воздействие комплекса вредных производственных факторов, таких как динамические и статические физические нагрузки, неудобная рабочая поза, неблагоприятный охлаждающий микроклимат. На формирование патологии шейного и пояснично-крестцового уровней у обследованных оказывает влияние длительность воздействия производственных факторов. Увеличение стажа работы негативно отражается на течении вертеброгенного заболевания, усугубляет нарастание неврологического дефицита от рефлекторных феноменов до радикулопатий.

Литература

1. Гайнуллина, М. К. Охрана здоровья работников агропромышленного комплекса / М. К. Гайнуллина, Л. М. Масыгутова // Профессия и здоровье : материалы XII Всерос. конгресса и V Всерос. съезда врачей-профпатологов, посвящ. 90-летию ФГБУ «НИИ медицины труда» РАМН, г. Москва, 27–30 нояб. 2013 г. / Науч.-исслед. ин-т медицины труда Рос. акад. мед. наук ; редкол.: Н. Ф. Измеров (гл. ред.) [и др.]. – М., 2013. – С. 161–163.
2. Гигиенические факторы риска и профилактика профессиональных болезней органов дыхания у работников животноводства / Г. А. Безрукова, Т. А. Новикова, В. Ф. Спирин [и др.] // Современные проблемы гигиены и медицины труда : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию образования ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», г. Уфа, 22–23 сент. 2015 г. / Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Уфимский

науч.-исслед. ин-т медицины труда и экологии человека ; под ред. А. Ю. Поповой, А. Б. Бакирова. – Уфа, 2015. – С. 50–63.

3. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда : 2.2. Гигиена труда : Р 2.2.2006-05 : [утв. Гл. гос. санитар. врачом Рос. Федерации 29.07.2005]. – Введ. 01.11.2005. – СПб. : ДЕАН, 2006. – 239 с.

Поступила 16.09.2025

НЕВЫПОЛНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И УСЛОВИЯ ТРУДА КАК ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

¹Дзержинская Н. А., к. м. н., доцент, *klishka@mail.ru*,

²Кудрейко Н. П., *zavod_cge@minsksanepid.by*,

¹Дворянинович Д. И., *bsmu@bsmu.by*

¹Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь;

²Государственное учреждение «Центр гигиены и эпидемиологии Заводского района г. Минска», г. Минск, Республика Беларусь

Актуальность проблемы управления профессиональными рисками на машиностроительных предприятиях обусловлена достаточно высоким уровнем воздействия вредных и опасных производственных факторов, что детерминирует необходимость разработки и внедрения эффективных систем профилактики [1]. Комплексная гигиеническая оценка условий труда, включающая лабораторно-инструментальные исследования и анализ данных о нарушениях требований санитарно-эпидемиологического законодательства служит основой для установления причинно-следственных связей между состоянием производственной среды и уровнями профессиональной заболеваемости [2]. В статье проводится анализ взаимосвязей между классами условий труда, показателями невыполнения регламентированных процедур (чек-листы) и расчетными величинами профессионального риска в структурных подразделениях машиностроительного предприятия, а также оценивается динамика профессиональной патологии за многолетний период.

В ходе исследования проанализированы результаты лабораторно-инструментальных исследований факторов производственной среды и трудового процесса, результаты комплексной гигиенической оценки условий труда, результаты данных о невыполнении требований чек-листов основных цехов машиностроительного предприятия за 2019–2023 гг., а также уровни профессиональной заболеваемости исследуемых цехов за 2004–2021 гг. Суммарная численность работников в анализируемых цехах составила 2266 человек.

Используемые методы: лабораторно-инструментальный, санитарного описания. Статистический анализ данных включал методы описательной статистики ($p < 0,05$). Значения интегрального показателя профессионального риска были рассчитаны на основании Инструкции по применению № 019-1214 «Метод гигиенической оценки профессионального риска».

Анализ уровней факторов производственной среды и трудового процесса показал, что шум был наиболее распространенным производственным фактором в исследуемых цехах. Среди всех обследованных рабочих мест шум регистрировался на 92,4 % рабочих мест прессового цеха, 91,4 % рабочих мест гальванического цеха и 84,6 % рабочих мест цеха сварки и окраски кабин. При этом лабораторно-инструментальные исследования выявили, что наибольшая доля работников, контактирующих с уровнями шума, превышающими гигиенические нормативы, была в гальваническом цехе (43,8 %), сталелитейном цехе (27,2 %) и цехе сварки и окраски кабин (16,7 %).

Химические вещества в воздухе рабочей зоны отмечались на всех рабочих местах сталелитейного цеха, 92,0 % рабочих мест цеха сварки и окраски кабин и 91,4 % – гальванического цеха. При этом превышения нормативных значений установлены для 43,8 % рабочих мест гальванического цеха, 25,7 % – сталелитейного и 14,0 % – цеха сварки и окраски кабин.

Содержание пыли в воздухе рабочей зоны было характерно для сталелитейного цеха (98,9 % рабочих мест характеризовались наличием пыли в воздухе рабочей зоны), цеха сварки и окраски кабин (67,7 % рабочих мест). При этом для данных цехов выявлено превышение нормативного содержания пыли на 25,6 % и 10,8 % рабочих мест соответственно.

Во многих анализируемых цехах работники испытывали значительную нагрузку на опорно-двигательный аппарат. Наибольшая доля рабочих мест с такой нагрузкой была отмечена в цехе сварки и окраски кабин (79,4 %), прессовом цехе (56,1 %) и цехе сварки и сборки (41,2 %). При этом доля рабочих мест, где показатели тяжести труда превышали допустимые уровни, была существенно ниже: 14,3 % в гальваническом цехе, 12,2 % в цехе сварки и окраски кабин и 7,9 % в сталелитейном цехе.

Наличие производственной вибрации зарегистрировано на 34,6 % рабочих мест цеха сварки и окраски кабин, 24,4 % рабочих мест прессового цеха, 13,1 % рабочих мест цеха сварки и сборки. Превышение уровней производственной вибрации выявлено на 7,48 % рабочих мест цеха сварки и окраски кабин и 5,9 % рабочих мест прессового цеха.

Комплексная гигиеническая оценка условий труда показала, что на обследованном предприятии условия труда большинства рабочих мест (39,0 %) относятся к вредным второй степени – класс 3.2, 30,1 % рабочих мест – к вредным третьей степени (класс 3.3.) и 23,0 % рабочих мест – к вредным первой степени (класс 3.1). Доля рабочих мест с допустимыми и оптимальными условиями труда (1–2 классы) составила 8,0 %. Наиболее неблагоприятными подразделениями по условиям труда оказались литейный цех серого чугуна, где на 59,5 % рабочих мест условия труда были отнесены к классу 3.4, и гальванический цех, в котором на 79,6 % рабочих мест установлен класс 3.3.

Были проанализированы результаты проверки санитарно-гигиенического состояния анализируемых цехов по чек-листу. Чек-лист является утвержденным перечнем вопросов, охватывающих весь спектр базовых санитарно-гигиенических требований к организации производства, условиям труда и медицинского обслуживания работников, подлежащих проверке и отражению в документе. На основе ответов «да», «нет», «не требуется» рассчитывается показатель невыполнения требований – процент невыполненных гигиенических требований. Удельный вес не выполненных требований чек-листа для анализируемых цехов находился в диапазоне от 9,0 % (гальванический цех) до 65,0 % (прессовый цех). Удельный вес не выполненных требований чек-листа и уровни профессионального риска представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Удельный вес невыполнения требований чек-листов и уровни профессионального риска в структурных подразделениях предприятия

Наименование цеха	% невыполнения требований чек-листа	Интегральный показатель профессионального риска, абс. ед.
Прессовый цех	65,1	3,03
Литейный цех серого чугуна	14,3	8,9
Цех сварки и сборки	32,2	2,2
Гальванический цех	9,1	5,18
Литейный цех ковкого чугуна	11,4	7,2
Цех сварки и окраски кабин	34,9	7,4
Сталелитейный цех	31,8	7,9
Сварочно-заготовительный цех	38,2	7,96
Кузнечный цех	10,0	3,5

Итоговая оценка профессионального риска варьировалась от 2,2 (цех сварки и сборки) до 8,9 (литейный цех серого чугуна).

Были проанализированы уровни профессиональной заболеваемости в цехах предприятия. Динамика за периоды 2004–2012 и 2013–2021 гг. показала устойчивое снижение показателей начиная с 2013 г. Выделение указанных периодов обусловлено улучшением условий труда вследствие мероприятий, проведенных в 2012–2013 гг.: модернизации производств и системных надзорных проверок с реализацией профилактических мер. В первом периоде средний уровень заболеваемости составлял $2,98 \pm 1,6$ на 10 000 работников при темпе снижения 87 %, во втором – $0,81 \pm 0,36$ при темпе снижения 21 %. Таким образом, для первого периода были характерны более высокие показатели и интенсивное снижение, тогда как во втором периоде уровни заболеваемости ниже, а темп ее снижения замедлился. Статистический анализ подтвердил достоверность различий между периодами ($t = 3,82$; $p = 0,004$), что свидетельствует о значимом эффекте от внедренных профилактических мер. Структура профессиональной патологии за 2004–2021 гг. демонстрировала преобладание болезней органов дыхания (более 60 % случаев), обусловленных воздействием промышленных аэрозолей. На заболевания, вызванные физическими факторами (шум, вибрация), пришлось 32 %. По результатам проведенного ранее анализа авторами установлено, что физические факторы относятся к категории более управляемых и могут быть быстрее эффективно скорректированы [3].

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. наибольшие уровни профессионального риска зарегистрированы в литейном цехе серого чугуна (8,9) и сталелитейном цехе (7,9), где отмечалась максимальная доля рабочих мест с классами условий труда 3.3 и 3.4;
2. наиболее распространенными вредными факторами являлись шум (до 92,4 % рабочих мест) и химические вещества (до 100 % рабочих мест), с максимальным количеством рабочих мест с превышениями нормативов в гальваническом цехе (43,8 % и 43,8 % соответственно);
3. уровни профессиональной заболеваемости отражают эффективность проводимых профилактических мероприятий, особенно в отношении производственных факторов физической природы.

Литература

1. Гигиена труда : учеб. / Н. Ф. Измеров, В. Ф. Кириллов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 480 с.
2. Современные методологические подходы при оценке профессионального риска / Е. В. Зибарев, И. В. Бухтияров, О. В. Слюсарева, А. С. Афанасьев // Современные проблемы медицины труда : материалы всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию академика РАН Н. Х. Амирова, г. Казань, 10 апр. 2019 г. / Казан. гос. мед. ун-т, М-во здравоохранения Рос. Федерации ; редкол.: Л. М. Фатхутдинова (науч. ред.). – Казань : Казанский ГМУ, 2019. – С. 74–77.
3. Показатели профессиональной заболеваемости работников как маркеры эффективности проводимых профилактических мероприятий / Н. А. Дзержинская, Н. П. Кудрейко, В. В. Врублевская, И. А. Медвеженко // Медицинский журнал. – 2024. – № 3. – С. 86–91.

Поступила 15.09.2025

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ АНАЛИЗА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ С ВРЕМЕННОЙ УТРАТОЙ ТРУДОСПОСОБНОСТИ

*Клебанов Р. Д., к. м. н., доцент, trud@rspch.by,
Мадекша И. В., trud@rspch.by,
Николаева Е. А., trud@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В комплексном изучении состояния здоровья работающих особое место занимает установление уровня, характера, состава и структуры заболеваемости с временной утратой трудоспособности (далее – ЗВУТ) и имеет большое значение в отношении эффективности проводимых профилактических мероприятий в целях улучшения условий труда и снижения как общей, так и производственно-обусловленной заболеваемости. В то же время анализ состояния здоровья работающих, изучение материалов заболеваемости может быть использовано для установления количественного уровня профессионального риска – как прямого показателя вреда здоровью работников, наносимого вредными и (или) опасными факторами производственной среды.

Применение действующих методических подходов для анализа ЗВУТ не позволяет в полной мере проводить сравнение полученных результатов исследований, выполненных разными авторами в различные периоды времени, в разных условиях и иное. Применяемые методики не обеспечивают должным образом сопоставимость основных полученных показателей заболеваемости с литературными данными, а также с опубликованными результатами исследований показателей временной нетрудоспособности (далее – ВН), включая как полученные показатели трудопотерь по болезням, так и методические подходы и особенности анализа, при изучении ЗВУТ разными авторами.

Следует отметить, что в Республике Беларусь исследования ЗВУТ проводятся в соответствии с методическими указаниями «Углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающих: методические указания» [1], однако этот документ был утвержден еще в 1999 году, некоторые его положения устарели и требуют обновления. Кроме того, в нем отсутствуют алгоритмы для выполнения основных этапов анализа ЗВУТ, методические подходы по оценке профессиональных рисков на основе результатов изучения временной нетрудоспособности, а предлагаемые отчетные формы основаны

на Международной классификации болезней (далее – МКБ) восьмого пересмотра, тогда как в Республике Беларусь действующей является МКБ десятого пересмотра.

В связи с вышеизложенным, учитывая отсутствие единых подходов для анализа ЗВУТ, разработан метод оценки состояния здоровья работающих, формализованный в инструкции по применению № 027-1124 «Метод оценки состояния здоровья работающих на основе анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности», утвержденной заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 16.12.2024 (далее – инструкция по применению) [1].

Инструкция по применению содержит основные принципы и методические подходы для анализа состояния здоровья работающих на основе ЗВУТ, который проводится в следующих случаях:

на предприятии регистрируются уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности выше среднегогородских (районных) уровней или профессиональные заболевания;

по данным медицинских осмотров у работающих выявляются общие заболевания, препятствующие продолжению работы;

по результатам лабораторных и инструментальных исследований на рабочих местах установлены несоответствия уровней производственных факторов гигиеническим нормативам;

при разработке и обосновании предельно допустимых концентраций, предельно допустимых уровней;

при оценке профессионального риска работающих в соответствии с законодательством [2];

при разработке мер по управлению профессиональным риском;

при определении ущерба от трудопотерь или эффекта от внедренных мер, в том числе оздоровительных мер по медико-санитарному обслуживанию работающих;

при выявлении факторов, способствующих укреплению здоровья, снижению заболеваемости с временной утратой трудоспособности и др.

Для исключения противоречивых подходов к сбору исходных данных для анализа заболеваемости в инструкции по применению предложены следующие термины и определения: часто болеющие лица (далее – ЧБ) – лица, болеющие четыре и более раз за календарный год; длительно болеющие лица (далее – ДБ) – лица, болеющие сорок и более дней в течение календарного года; круглогодовые (постоянные) работающие – лица, которые не менее одного календарного года (с 01.01 по 31.12) работали в определенных производственных условиях. Необходимо отметить, что в разных проведенных исследованиях ЗВУТ встречаются иные трактовки вышеуказанных терминов: например, для группы ЧБ лица применимо количество случаев равных три, пять или шесть за календарный год; для группы ДБ лиц – 30, 50 или 60 дней в течение календарного года, что не позволяет дать сравнительную оценку ВН указанных когорт работающих.

Для анализа состояния здоровья работающих по данным ЗВУТ применяется два способа – на основе материалов полицейского учета и по формам статистической отчетности.

Способ анализа по формам статистической отчетности позволяет получить сведения о числе случаев и дней ВН в разрезе предприятий, цехов, а также регионов по всем классам заболеваний с указанием кода причин заболевания и шифра по МКБ; оценить динамику ЗВУТ за длительный период, определить ущерб от трудопотерь или эффективность внедренных мер. Единицей учета для способа по формам статистической отчетности является случай ВН. Следует отметить, что в 2018 г. Всемирной организацией здравоохранения утверждена новая форма – МКБ-11, которая официально вступила в силу с 01.01.2022, отметим и сложность процедуры перехода на новую классификацию заболеваний и в некоторых странах она занимала около пяти лет.

Способ на основе материалов полицейского учета является основным для анализа ЗВУТ и дает возможность получить данные, характеризующие состояние здоровья работающих с учетом их стажа, пола и возраста, влияния отдельных показателей условий труда на ВН работников, а также комплекса неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Единицей учета для способа на основе материалов полицейского учета является болевшее лицо, признаки единицы учета – случаи и дни ВН, пол, возраст, профессия, стаж. Для оценки ЗВУТ учету подлежат круглогодовые работающие, как наиболее стабильный контингент, подвергающийся в течение года воздействию производственных условий.

Период изучения ЗВУТ определяют в зависимости от цели и задач планируемого исследования, а также наличия актуальной информации на предприятии. Срок проведения такого исследования составляет в основном три года, при этом возможно как увеличение, так и уменьшение этого срока с учетом поставленных задач, наличия необходимых данных и другое. При отсутствии всплеск инфекционных заболеваний, изменений в медицинском обслуживании, неритмичности деятельности производства ввиду ремонтных работ и т. д., влияния иных факторов в отдельные годы допустимый период анализа – 1 год.

Оценка состояния здоровья работающих на основе анализа ЗВУТ включает следующие этапы:

I этап – организационный: ознакомление с производством, медицинской и лабораторной службами предприятия (при наличии), условиями труда работающих в рамках поставленной цели и объектов исследования (цех, производство, профессия); рассмотрение наличия актуальной документации (информации)

на предприятии, отражающей данные производственного лабораторного контроля, аттестации рабочих мест, комплексной гигиенической оценки условий труда, списочного состава работающих, данных о всех случаях ЗВУТ за изучаемый период наблюдения и иное;

II этап – сбор исходных данных и создание баз данных: получение сведений о состоянии условий труда работающих по выбранным профессиям и цехам; планирование собственных дополнительных исследований условий труда при необходимости;

III этап – формирование сравниваемых групп (основной(ых) и сравнения), сравниваемые группы формируются с учетом следующих критериев:

- класс условий труда по отдельным факторам и/или итоговый класс условий труда по результатам комплексной гигиенической оценки/аттестации рабочих мест по условиям труда. При изучении ЗВУТ в зависимости от влияния отдельных вредных и/или опасных производственных факторов, для изучаемой профессии актуально наличие ведущего фактора, занятость в условиях влияния данного фактора не менее 50 % смены, а также известные «органы-мишени». Группа сравнения не может быть из числа работающих в специальных цехах для перевода на облегченную работу лиц, получивших «профессиональный» листок нетрудоспособности, беременных работниц для временного трудоустройства, часто и длительно болеющих;

- возраст работающих. С учетом возраста формируют подгруппы с десятилетним интервалом: «до 19 лет», «20–29 лет», «30–39 лет», «40–49 лет», «50–59 лет», «60 лет и старше»; при недостаточном числе работников применимы группировки «до 29 лет», «30–49 лет», «50 лет и старше»;

- стаж работающих. Для изучения влияния стажа формируют подгруппы: «1–4 года», «5–9 лет», «10–14 лет», «15–19 лет» и «20 лет и более» с возможным укрупнением («1–9 лет», «10 лет и более») или, наоборот, «разбивкой» подгрупп на более мелкие при достаточной численности работников («1–2 года» и «3–4 года»);

- пол работающих. При анализе целесообразно изучить специфическую патологию женщин-работниц (заболевания женской половой сферы, осложнения и нарушения репродуктивного здоровья), провести анализ трудопотерь с выявлением возможной избирательности действия факторов на организм мужчин и женщин.

Для анализа влияния на ВН возраста, стажа, рекомендуемая численность группы – 150–200 работников; в каждой подгруппе по возрасту, по стажу должно быть не менее 30 работников.

IV этап – шифровка по разработанным кодам списков работающих (профессия, цех и другие признаки), а также уточнение кода заболеваний по МКБ и шифра по отчетной форме;

V этап – анализ ЗВУТ: подготовка, с учетом поставленной цели и задач исследования, табличного материала для обработки и анализа ВН; статистическая обработка данных о заболеваемости.

Оценка ЗВУТ является завершающим этапом в изучении заболеваемости работающих и выполняется по материалам и сведениям, полученным на основе обработки данных. Динамику ВН изучают с учетом профессии, возраста, пола, профессионального стажа, а также по основным классам заболеваний или болезням. Показатели ЗВУТ рассчитываются по всем причинам ВН, по причине заболеваний в целом, по классам заболеваний и отдельным нозологическим формам (на 100 работающих). При изучении ЗВУТ проводят оценку показателей заболеваемости в динамическом сравнении по годам, кварталам (сопоставление с соответствующим периодом прошлого года). Для оценки многолетних тенденций динамики ЗВУТ рассчитывают среднегодовые показатели и среднегодовой темп прироста (роста) показателей.

Для оценки основных показателей, а это процент болевших лиц, число случаев и дней временной нетрудоспособности, применяют классическую шкалу Е. Л. Ноткина [3]. При величинах трех основных показателей – числа болевших лиц, числа случаев и числа дней ВН, относящихся к разным уровням заболеваемости по шкале Ноткина, используют интегральные показатели (далее – ИП). Также надо отметить, что интегральный показатель ИП₁ применяют, когда величины двух показателей, например, «числа случаев ВН» и «числа дней ВН», относятся к разным уровням заболеваемости по упомянутой шкале, а интегральный показатель ИП₂ применяют, когда величины всех трех показателей временной нетрудоспособности относятся к разным уровням заболеваемости по указанной шкале Ноткина. Минимальный перечень показателей временной нетрудоспособности, определяемых при анализе заболеваемости, а также способы их вычисления приведены в инструкции по применению.

Таким образом, разработанная инструкция по применению позволит придерживаться единых методических подходов для анализа состояния здоровья работающих на основе ЗВУТ. Может быть использована для обеспечения единых подходов при анализе ЗВУТ, анализа уровней и характера заболеваемости, в том числе при проведении оценки профессионального риска здоровью работающих, обоснования и разработки мер медицинской профилактики профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний.

Литература

1. Углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающих : метод. рекомендации № 112-9911 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск, 1999. – 40 с.
2. Об утверждении специфических санитарно-эпидемиологических требований : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 01 февр. 2020 г. № 66 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22000066> (дата обращения: 12.09.2025).
3. Ноткин, Е. Л. Об углубленном анализе данных заболеваемости с временной утратой трудоспособности / Е. Л. Ноткин // Гигиена и санитария. – 1979. – № 5. – С. 40–46.

Поступила 18.09.2025

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОСМОТРИТЕЛЕЙ-РЕМОННИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

Котляр Л. М., alimovalm@rambler.ru

Южно-Уральский территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по железнодорожному транспорту, г. Оренбург, Российская Федерация

Перед российским здравоохранением, гигиенической наукой и практикой стоит главная задача – создание здоровых и безопасных условий труда. В этом плане большое значение придается физиологии труда, являющейся разделом гигиены труда, который исследует функциональные сдвиги в организме при работе и разрабатывает меры по сохранению и повышению работоспособности, предупреждению отрицательного влияния на здоровье рабочих процесса трудовой деятельности [1].

Одной из ведущих профессиональных групп на железнодорожном транспорте являются осмотрщики-ремонтники железнодорожных вагонов, труд которых связан с тяжелой физической нагрузкой, повышенным уровнем шума, нервно-эмоциональным напряжением, что может быть причиной развития различных заболеваний. В связи с этим углубленное изучение функционального состояния осмотрщиков-ремонтников вагонов является актуальной задачей.

В доступной литературе имеются исследования, посвященные изучению функционального состояния работников отдельных профессий на железнодорожном транспорте [2, 3], однако подобных исследований у осмотрщиков-ремонтников вагонов до настоящего времени не проводилось.

Целью исследования является изучение функционального состояния осмотрщиков-ремонтников вагонов для разработки профилактических мероприятий по улучшению условий труда и сохранению здоровья.

Исследования проводились в динамике рабочей смены с измерением таких показателей, как артериальное давление, частота сердечных сокращений, индекс Гарвардского степ-теста, критическая частота слияния мельканий, станочная и кистевая динамометрия, аудиотестирование.

В процессе выполнения трудовой деятельности у работающих основные физиологические сдвиги наблюдаются со стороны нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Учитывая данный факт, были проведены исследования функционального состояния осмотрщиков-ремонтников вагонов для определения количественных характеристик факторов трудового процесса.

По результатам физиологических исследований установлено, что частота сердечных сокращений, систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, пульсовое артериальное давление у осмотрщиков-ремонтников вагонов железнодорожного транспорта в покое до и после работы в дневные и ночные смены были в пределах физиологической нормы.

Во время работы частота сердечных сокращений у обследуемых осмотрщиков-ремонтников вагонов достигала в среднем в дневную смену ($128,5 \pm 1,66$) уд/мин и в ночную смену – ($136,7 \pm 2,0$) уд/мин. Изучение состояния сердечно-сосудистой системы во время выполнения ремонтных работ осмотрщиками-ремонтниками вагонов показало, что у них систолическое артериальное давление после выполнения ремонтных работ в конце смены повышалось от ($124,8 \pm 1,6$) мм. рт. ст. до ($135,9 \pm 1,5$) мм. рт. ст.

Результаты исследования при функциональной пробе (ступенчатая проба) у осмотрщиков-ремонтников вагонов показали, что на 1-й минуте после физической нагрузки частота сердечных сокращений статистически достоверно увеличилась до 102,4 уд/мин ($p < 0,05$). На 3-й минуте восстановительного периода частота сердечных сокращений у обследуемых была несколько выше по сравнению с исходными

величинами. Частота сердечных сокращений на 4-й минуте после физической нагрузки была близка к фоновой величине. Расчет индекса Гарвардского степ-теста показал, что его оценка у большинства осмотрщиков-ремонтников железнодорожных вагонов соответствовала в среднем $61,71 \pm 1,8$ ($p < 0,05$).

Работа данной профессиональной группы, как отмечалось ранее, связана с нервно-эмоциональным напряжением [4], для оценки которого были проведены исследования функции зрительного анализатора.

Результаты исследований зрительного анализатора свидетельствуют о том, что величина критической частоты мельканий у осмотрщиков-ремонтников вагонов во время и после работы в дневную смену не значительно изменялась по сравнению с исходными данными (до работы – $37,4 \pm 0,4$; после работы – $36,8 \pm 0,6$). В ночную смену средние значения изучаемого показателя у осмотрщиков-ремонтников вагонов имели тенденцию к несколько большему снижению к концу рабочей смены по сравнению с фоновыми значениями (до работы – $37,0 \pm 0,56$; после работы – $36,0 \pm 0,43$).

По данным аудиотестирования у большинства тестируемых осмотрщиков-ремонтников вагонов наблюдалась тенденция к понижению слуховой чувствительности, что может быть связано с работой в условиях повышенного шума (по ранее проведенным исследованиям эквивалентный уровень шума на рабочих местах составлял 75–88 дБА).

Анализ показателей нервно-мышечной системы у осмотрщиков-ремонтников вагонов по данным динамометрии позволил установить, что величина ручной динамометрии у мужчин во время и после работы в дневную смену имела тенденцию к некоторому снижению, но при этом находились в пределах физиологической нормы. Ручная динамометрия у осмотрщиков-ремонтников вагонов была до работы – $43,05 \pm 5,2$; после работы – $40,7 \pm 3,9$; станковая динамометрия до работы – $137,1 \pm 1,73$; после работы – $130,15 \pm 2,3$. Норма для мужчин составляет 40–45 кг для кистевой динамометрии и 130–150 кг для станковой динамометрии. Тем не менее выявленная тенденция к снижению мышечной силы свидетельствует о развитии начинающегося утомления в связи с выполнением тяжелой физической работы [5].

Таким образом, физиологические исследования организма осмотрщиков-ремонтников вагонов показали, что выполняемая работа предъявляет высокие требования к состоянию сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательному аппарату, нервной системе, органам зрения и слуха, что приводит к высокому уровню заболеваемости и травматизму. Установлено, что основные показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы, нервно-мышечного аппарата и состояния зрительного и слухового анализаторов имели тенденцию к отклонению от допустимых значений. Результаты проведенных исследований послужили основанием для выявления начальных признаков утомления, определения ключевых физиологических функций и разработки рациональных профилактических мероприятий по оптимизации условий труда и сохранению здоровья данной профессиональной группы.

В заключении следует отметить, что осмотрщики-ремонтники вагонов, выполняя работу в неблагоприятных условиях труда, могут подвергаться риску нарушения здоровья, что требует разработки эффективных профилактических мероприятий, направленных на оздоровление условий труда, снижение заболеваемости и сохранение здоровья данной профессиональной группы.

Литература

1. Строев, В. П. Физиология трудовой деятельности : курс лекций / В. П. Строев. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Иваново : Иванов. гос. энерг. ун-т, 2021. – 88 с.
2. Курбанова, Ш. И. Физиологические исследования, проводимые железнодорожными диспетчерами / Ш. И. Курбанова, В. К. Юсупова // Молодой ученый. – 2017. – № 23.2 (157.2). – С. 16–18. – (Влияние факторов окружающей и производственной среды на здоровье населения: приложение к журналу «Молодой ученый»; № 23 (157)).
3. Физиолого-гигиенические особенности рабочей нагрузки работников железнодорожного транспорта при современных формах вождения поездов / М. Ф. Вильк, В. Н. Тулушев, В. А. Капцов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2024. – Т. 3, № 7. – С. 657–662.
4. Пленкина, К. О. Управление энтропией для снижения напряженности трудового процесса / К. О. Пленкина // Молодой ученый. – 2024. – № 1 (500). – С. 201–203.
5. Normative values of muscle strength across ages in a 'real world' population: results from the longevity check-up 7+ project / F. Landi, R. Calvani, A. M. Martone [et al.] // J Cachexia Sarcopenia Muscle. – 2020. – Vol. 11, iss. 6. – P. 1562–1569. – DOI: 10.1002/jcsm.12610.

Поступила 12.08.2025

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ УРОВНЕЙ ЗВУКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХНОРМАТИВНОГО ШУМА

*Круйт В. Е., v.kriit@s-znc.ru,
Сладкова Ю. Н., j.sladkova@s-znc.ru,
Волчкова О. В., o.volchkova@s-znc.ru,
Скляр Д. Н., d.sklyar@s-znc.ru,
Калинина Н. И., n.kalinina@s-znc.ru,
Федоров В. Н., v.fedorov@s-znc.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Производственный шум занимает одно из ведущих мест в структуре вредных производственных факторов на рабочих местах, является одним из главных факторов профессионального риска и причиной одного из ведущих профзаболеваний – потери слуха, вызванной шумом [1]. Шум также относится к числу наиболее распространенных и значимых физических факторов окружающей среды, негативно влияющих на здоровье человека, формирующийся под воздействием промышленных объектов, движения транспорта и развития городского строительства [2].

Согласно Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году» из всех физических факторов, превышения гигиенических нормативов которых зафиксированы на промышленных предприятиях в 2024 г., максимальная доля принадлежит шумовому воздействию – 27,0 %, а удельный вес обследованных рабочих мест промышленных предприятий, не соответствующих гигиеническим нормативам по шуму, составил 17,3 %.

Нормирование производственного шума за почти 70-летнюю историю претерпело существенные изменения. Первые Временные санитарные нормы и правила по ограничению шума на производстве были приняты в 1956 году и регламентировали допустимые уровни для низкочастотного (90–100 дБ), среднечастотного (85–90 дБ) и высокочастотного (75–85 дБ) шума. В 1969 г. были введены в действие санитарные нормы СН 785-69 «Санитарные нормы и правила по ограничению шума на территориях и в помещениях производственных предприятий», в которых был установлен предельно допустимый уровень шума 85 дБА. С введением в действие в 1985 году санитарных норм СН 3223-85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах» предельно-допустимый уровень (далее – ПДУ) был снижен до 80 дБА. Необходимо отметить, что в начале нормирования в санитарных нормах проектирования промышленных предприятий ПДУ шума являлся уровень 90 дБА, соответствующий предельному спектру ПС-85 (СН 245-63 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», СН 245-71 с аналогичным названием).

С введением в действие в 2017 г. санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» (действовал с 01.01.2017 по 28.02.2021) на рабочих местах допускался эквивалентный уровень шума от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих. Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в диапазоне 31,5–8000 Гц рассматривались как справочные для выбора средств индивидуальной защиты и не являлись нормируемыми параметрами.

Действующие в настоящее время санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» устанавливают нормативное значение эквивалентного уровня звука на рабочих местах – 80 дБА (пункт 35 главы V «Физические факторы» (за исключением ионизирующего излучения), что совпадает с нижним пороговым уровнем, требующим разработки мероприятий, согласно Директиве Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2003/10/ЕС от 06.02.2003 о минимальных требованиях к здоровью и безопасности работников в отношении рисков, связанных с физическим воздействием (шум) (Семнадцатая отдельная Директива в значении Статьи 16(1) Директивы 89/391/ЕЭС). В качестве предельного уровня шума в Директиве принимается 87 дБА. Применительно к предельному уровню воздействия шума при оценке уровня воздействия шума на работников принимается во внимание ослабление звука, достигаемое с помощью индивидуальных защитных наушников, используемых работником.

Решить вопросы снижения вредного воздействия шума позволит система оценки профессионального риска здоровью работающих [1, 3], являющаяся действенным инструментом для анализа, контроля и прогнозирования возможных нарушений здоровья работников и предполагающая получение количественной оценки степени риска (ущерба) для здоровья, что может служить основанием для принятия управленческих решений по минимизации негативного воздействия и связанного с ним риска. В настоящее время оценка профессионального риска приобретает актуальность ввиду применения риск-ориентированного надзора. Работы по оценке профессионального риска для здоровья работников выполняются согласно Руководству Р 2.2.3969-23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (далее – Руководство Р 2.2.3969-23).

При выполнении данного вида работ отмечаются практические проблемы, основной из которых является недостаток полноценной информации о фактических уровнях шума на рабочих местах, что приводит «к необходимости сопровождения работ по оценке риска проведением контрольных измерений уровней шума в подавляющем большинстве случаев для устранения погрешностей, вызванных недостоверностью и недостаточностью первичного материала» [4].

Цель исследования заключалась в апробации экспресс-метода определения эквивалентного уровня звука за рабочую смену и его применении для априорной оценки профессионального риска здоровью работников, подвергающихся воздействию сверхнормативного шума.

На производстве по изготовлению алюминиевой упаковки были выполнены натурные измерения уровней шума в 21 точке измерений на 7 рабочих местах (операторов автоматических и полуавтоматических линий холодноштамповочного оборудования, оператора моечно-очистительного агрегата, декоратора, машиниста лакировальных машин, укладчиков-упаковщиков), хронометражные исследования рабочего процесса.

Измерения уровней шума проводились согласно ГОСТ ISO 9612-2016 «Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах» (далее – ГОСТ ISO 9612-2016) с применением шумомера-виброметра, анализатора спектра Экофизика-110А.

Дополнительно был апробирован экспресс-метод определения эквивалентного уровня звука на рабочих местах за смену (калькулятор), представленный в Своде правил «Управление шумом и профилактика потери слуха на работе» (далее – Свод правил). Для определения эквивалентного уровня звука за рабочую смену необходима информация об эквивалентном уровне звука для каждой рабочей операции, а также о продолжительности ее выполнения в течение рабочей смены. Методика включает 3 таблицы. Баллы для эквивалентного уровня звука за каждую рабочую операцию определяются по двум таблицам, одна из которых применяется при уровнях звука в диапазоне от 75 дБА до 105 дБА и продолжительности выполнения операции за смену в минутах/часах (15 мин (0,25 ч), 30 мин (0,5 ч), 1 ч, 2 ч, 4 ч, 8 ч, 10 ч и 12 ч), вторая – в диапазоне от 95 до 125 дБА и продолжительности выполнения операции в секундах и минутах. Для продолжительности воздействия, не указанной в таблице, необходимо сложить баллы из двух длительностей, которые вместе дают необходимую продолжительность воздействия. По третьей таблице определяется эквивалентный уровень звука за смену в зависимости от общей суммы полученных баллов. При применении данной таблицы корректировка полученного значения не требуется. Табличный метод уменьшает число трудоемких вычислительных операций и позволяет при выполнении работ по оценке профессионального риска оптимизировать проверку входных данных.

Для априорной (прогностической) оценки профессионального риска были применены методические подходы, изложенные в Руководстве Р 2.2.3969-23 (раздел 1.2 приложения 2), а также в методических рекомендациях «Методические рекомендации по обоснованию риска здоровью работающих в зависимости от показателей условий труда», утвержденных 25.10.1996 Заместителем главного врача центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора в г. Санкт-Петербурге.

Методика расчета априорного риска профессионального заболевания от воздействия производственного шума включает в себя последовательное выполнение следующих позиций: расчет эквивалентного уровня звука за рабочую смену (8 ч), расчет стажевой дозы, расчет вероятности возникновения профессионального заболевания, связанного с воздействием производственного шума, по табличным материалам [5].

На всех обследованных рабочих местах эквивалентные уровни звука превышали действующий гигиенический норматив и по результатам расчетов согласно ГОСТ ISO 9612-2016 составляли:

97 и 98 дБА на рабочих местах операторов автоматических и полуавтоматических линий холодноштамповочного оборудования;

92 дБА на рабочем месте оператора моечно-очистительного агрегата;

100 дБА на рабочем месте декоратора;

98 дБА на рабочем месте машиниста лакировальных машин;

86 дБА на рабочих местах укладчиков-упаковщиков первого и второго уровней.

Для каждого из представленных рабочих мест по первой из трех таблиц Свода правил были определены баллы (1552, 1828, 475, 3010, 1905, 140 и 123 балла соответственно), по третьей таблице – соответствующие

полученным баллам эквивалентные уровни звука за смену, которые полностью соответствовали значениям, рассчитанным по ГОСТ ISO 9612-2016.

Результаты расчета априорного (прогностического) профессионального риска, связанного с воздействием сверхнормативного шума, показали, что при рассмотрении сценария без учета применяемых СИЗ органов слуха на рабочих местах декоратора, машиниста лакировальных машин, операторов автоматических и полуавтоматических линий холодноштамповочного оборудования прогнозируются уровни риска, превышающие 16 % и значимые для развития профессионального заболевания, при стаже работы 3, 4 и 5 лет соответственно, на рабочем месте оператора моечно-очистительного агрегата – при стаже работы 15 лет и более, а на рабочих местах укладчиков-упаковщиков первого и второго уровней не достигают данной величины при стаже работ 40 лет.

При расчете профессионального риска с учетом характеристик применяемых средств индивидуальной защиты (далее – СИЗ) органов слуха (на основании данных, заявленных производителем изделий) значения риска для работников не превышают вероятность 0,5 % при рассмотрении трудового стажа длительностью 25 лет. Однако при рассмотрении данного сценария необходимо проведение оценки эффективности применяемых СИЗ органов слуха и строгий контроль за их использованием в течение рабочей смены.

В статье представлены результаты исследования на примере двух рабочих мест: декоратора (рабочее место с наиболее высокими эквивалентными уровнями звука) и укладчика-упаковщика (рабочее место с наименее высокими эквивалентными уровнями звука).

По результатам лабораторно-инструментальных исследований шумового фактора и хронометражных исследований рабочего процесса на рабочем месте укладчика-упаковщика рассчитан эквивалентный уровень звука за рабочую смену с пересчетом на 8 часов согласно ГОСТ ISO 9612-2016, который составил 86 (85,7) дБА.

При апробации экспресс-метода определения эквивалентного уровня звука за смену получены следующие результаты:

операция № 1 «Контроль за работой линии»: эквивалентный уровень звука за операцию составил 83,6 дБА, продолжительность выполнения операции за 12-часовую смену – 6 ч (4 + 2), количество баллов для данной операции по таблице – 60 баллов;

операция № 2 «Контроль качества»: эквивалентный уровень звука за операцию составил 85,0 дБА, продолжительность выполнения операции за 12-часовую смену – 5 ч (4 + 1), количество баллов для данной операции по таблице – 63 балла;

перерывы: эквивалентный уровень звука – 59,6 дБА, продолжительность – 1 ч, количество баллов по таблице – 0,04 балла.

Суммарное количество баллов 123 (123,04).

Суммарное количество баллов 123 находится в диапазоне 100–130 баллов, которым соответствует 85–86 дБА. Эквивалентный уровень звука за смену для 123 баллов принимается равным 86 дБА.

Результаты расчета априорного (прогностического) профессионального риска, связанного с воздействием шума 86 дБА, в зависимости от стажа показали, что при рассмотрении сценария без учета применяемых СИЗ органов слуха:

уровни риска от воздействия шума при стаже работы от 1 года до 5 лет не превышают 5 % и составляют 1,4–4,1 %;

уровни риска от воздействия шума при стаже работы от 10 до 15 лет составляют 6,2–8,2 %;

уровни риска от воздействия шума при стаже работы от 20 до 30 лет составляют 9,3–11,7 %;

уровень риска от воздействия шума при стаже работы 40 лет составляет 13,4 %.

По результатам лабораторно-инструментальных исследований шумового фактора и хронометражных исследований рабочего процесса на рабочем месте декоратора рассчитан эквивалентный уровень звука за рабочую смену с пересчетом на 8 часов, который составил 100 дБА.

При апробации экспресс-метода определения эквивалентного уровня звука за смену получены следующие результаты:

операция № 1 «Контроль за работой линий»: эквивалентный уровень звука за операцию составил 100,3 дБА, продолжительность выполнения операции за 12-часовую смену – 6 ч (4 + 2), количество баллов для данной операции по таблице – 2400 баллов;

операция № 2 «Контроль качества»: эквивалентный уровень звука за операцию – 96,2 дБА, продолжительность выполнения операции за 12-часовую смену – 3 ч (2 + 1), количество баллов для данной операции по таблице – 480 баллов;

операция № 3 «Смена дизайна»: эквивалентный уровень звука за операцию – 92,3 дБА, продолжительность выполнения операции за 12-часовую смену – 2 ч, количество баллов для данной операции по таблице – 130 баллов;

Перерывы: эквивалентный уровень звука – 59,6 дБА, продолжительность – 1 ч, количество баллов по таблице – 0,04 балла.

Суммарное количество баллов 3010 (3010,04).

Суммарное количество баллов 3010 находится в диапазоне 2540–3200 баллов, которым соответствует 99–100 дБА. Эквивалентный уровень звука за смену для 3010 баллов принимается равным 100 дБА и соответствует значению, полученному расчетным путем.

Результаты расчета априорного (прогностического) профессионального риска, связанного с воздействием шума 100 дБА, в зависимости от стажа показали, что при рассмотрении сценария без учета применяемых СИЗ органов слуха уровни риска от воздействия шума при стаже работы 3 года и более достигают величин, значимых для развития профессиональных заболеваний (т. е. более 0,16 или 16 %).

По результатам проведенной работы с целью минимизации профессионального риска при выполнении работ в условиях сверхнормативного шума рекомендовано: установить на рабочем месте декоратора звукоизоляционную кабину и внести в должностную инструкцию изменения, предписывающие нахождение в кабине в течение смены, за исключением операций, требующих обслуживания оборудования; для всех работников, подвергающихся воздействию сверхнормативного шума, организовать допуск к работе с контролем использования СИЗ органов слуха и контроль за применением СИЗ органа слуха на протяжении рабочей смены; при проведении периодических медицинских осмотров – проведение аудиометрии.

Апробация экспресс-метода определения эквивалентного уровня звука за смену, представленного в Своде правил, показала соответствие результатов балльной оценки и значений эквивалентного уровня звука за смену, полученных расчетным путем, на всех обследованных рабочих местах, что говорит о целесообразности внедрения данного метода в практическую деятельность органов и учреждений Роспотребнадзора.

Литература

1. Оценка профессионального риска, связанного с воздействием шума, у работников модернизируемых участков металлургического предприятия / Е. Л. Базарова, А. А. Федорук, Н. А. Рослая [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 3. – С. 142–148.
2. Подход к оценке риска возникновения нарушения здоровья под воздействием шума / И. В. Май, М. Ю. Цинкер, В. М. Чигвинцев, Д. Н. Кошурников // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2011. – № 10 (223). – С. 10–12.
3. Априорный профессиональный риск здоровью работающих нефтеперерабатывающего предприятия от воздействия производственного шума / А. В. Мельцер, Н. В. Ерастова, А. В. Киселев, А. И. Кропот // Профилактическая и клиническая медицина. – 2021. – № 1 (78). – С. 12–19.
4. Мартин, С. В. Практические аспекты оценки профессионального риска от воздействия производственного шума / С. В. Мартин, И. Н. Кудряшов, М. А. Иващенко // Медицина труда и промышленная экология. – 2020. – Т. 60, № 11. – С. 824–826. – DOI 10.31089/1026-9428-2020-60-11-824-826.
5. Крийт, В. Е. Проект методических указаний «Оценка профессионального риска здоровью работающих в условиях шума выше 80 дБА»: необходимость разработки и основные аспекты / В. Е. Крийт, Ю. Н. Сладкова, О. В. Волчкова // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2020. – Т. 15, № 1. – С. 573–580.

Поступила 11.09.2025

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА КАРДИОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ланко И. В., innakryl78@rambler.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Сохранение здоровья и трудового долголетия работающего населения не теряет своей актуальности, как для государства, так и для бизнеса, поскольку от обеспечения безопасных условий труда и профилактики профессиональных заболеваний зависит производительность труда.

Однако в процессе трудовой деятельности многие факторы рабочей среды негативно сказываются на здоровье работников. На промышленных предприятиях работники подвергаются комплексному воздействию неблагоприятных производственных факторов: вибрации, шума, физических перегрузок, запыленности, которые приводят к формированию профессиональной патологии. Кроме того, интенсивное и продолжительное воздействие факторов рабочей среды приводит к различным метаболическим нарушениям, являющимися предикторами развития соматической патологии – производственно обусловленных заболеваний, приобретающих хронические формы с изменениями нервной, сердечно-сосудистой, нейро-гуморальной систем [1].

Кардиоваскулярные заболевания остаются приоритетной проблемой здравоохранения. Значительное распространение сердечно-сосудистых заболеваний (далее – ССЗ) среди населения большинства стран мира, 2/3 из которых составляют ишемическая болезнь сердца (далее – ИБС), цереброваскулярные заболевания, заболевания периферических сосудов, пораженных атеросклерозом, являются ведущей причиной смертности населения. По прогнозам экспертов количество смертей от ССЗ в мире возрастет за счет увеличения смертности среди мужского населения [2]. К одним из факторов кардиоваскулярного риска, связанным с биохимическими нарушениями, относят гипергликемию, гиперинсулинемию и дислипидемию. Однако на адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы оказывают влияние и гормональные нарушения щитовидной железы [3]. Рост заболеваемости кардиоваскулярными заболеваниями у мужчин трудоспособного возраста делает актуальным изучение метаболических нарушений у работников промышленных предприятий, как ведущего механизма развития патологических изменений сердца и сосудов.

Проведено обследование 475 работников горнодобывающих и машиностроительных предприятий Московской, Белгородской и Ростовской областей. Средний возраст обследованных – $42,4 \pm 6,3$ года. Средний стаж работы в контакте с производственными вредностями (шумом, общей и (или) локальной вибрацией, показателями тяжести трудового процесса) – $19,8 \pm 5,7$ года. В зависимости от стажа работники поделены на две группы: стаж работы менее 15 лет (I группа) и стаж работы свыше 15 лет (II группа).

Контрольную группу составили 30 мужчин, не имеющих контакта с вредными факторами рабочей среды, сопоставимые по возрасту и полу с основными группами.

В исследовании не участвовали рабочие, имеющие анамнестические указания на наличие острых или хронических кардиоваскулярных заболеваний.

В основных и контрольной группах не выявлено достоверных различий по частоте модифицируемых и немодифицируемых факторов риска кардиоваскулярных заболеваний (курение, употребление алкоголя, низкая физическая активность, нерациональное питание, наследственность по сердечно-сосудистым заболеваниям и сахарному диабету).

Липидный обмен оценивали по уровню общего холестерина и триглицеридов ферментативным колориметрическим методом; холестерина липопротеидов высокой плотности пероксидазным методом; апобелков А1 (далее – АпоА1) и В (далее – АпоВ) радиоиммунным анализом. Концентрация холестерина липопротеидов низкой плотности рассчитывалась по формуле Friedwald.

Для выявления углеводных нарушений определяли глюкозу крови глюкозооксидазным методом, гликозилированный гемоглобин, иммунореактивный инсулин иммуноферментным анализом, рассчитывались индексы инсулинорезистентности: индекс Саго и индекс HOMA-IR [4].

В периферической крови оценивали концентрацию тиреотропного (далее – ТТГ) гормона, свободного трийодтиронина (далее – Т3), свободного тироксина (далее – Т4) на основе иммуноферментного анализа. Для оценки функционального состояния гипофизарно-тиреоидной системы рассчитывался интегральный тиреоидный индекс (далее – ИТИ).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием Microsoft Office (Excel, Word).

Исследование показало, что с увеличением стажа работы отмечено достоверное повышение уровня общего холестерина и липидов низкой плотности у рабочих промышленных предприятий до $6,08 \pm 0,16$ и $4,22 \pm 0,18$ ммоль/л соответственно, по сравнению с группой сравнения ($5,34 \pm 0,18$ и $3,43 \pm 0,14$ ммоль/л) ($t = 2,7-4,0$; $p < 0,05$).

Содержание липидов высокой плотности в пределах референтных значений установлено во всех группах наблюдения и имело тенденцию к снижению у стажированных работников.

Значение триглицеридов находилось в пределах нормальных величин при стаже до 15 лет и имело тенденцию к повышению у стажированных работников ($1,93 \pm 0,18$ ммоль/л).

Уровни АпоА1 и АпоВ не превышали нормативных значений во всех сравниваемых группах. По мере увеличения стажа работы выявлялось достоверное снижение уровня АпоА1 до $112,6 \pm 3,8$ мг/дл и нарастание уровня АпоВ до $176,2 \pm 5,8$ мг/дл у рабочих промышленных производств ($p < 0,05$). С нарастанием стажа работы отмечено превышение референтных значений соотношения АпоВ/АпоА1 до 1,56 единицы, как раннего показателя нарушения обмена липопротеидов ($t = 2,87$; $p < 0,05$).

Концентрации глюкозы крови, глюкозотолерантного теста и инсулина в сыворотке крови рабочих находились в пределах референтных значений и достоверно не отличались от контроля. Отмечалась тенденция к повышению уровней глюкозы крови и инсулина при стаже более 15 лет.

Индексы инсулинорезистентности Caro и HOMA-IR объективнее отражают изменения углеводного обмена в организме рабочих. Отмечалось достоверное снижение значения индекса Caro до 0,23 единицы и возрастание значения индекса HOMA-IR до 4,3–6,5 единицы у рабочих промышленных предприятий ($p < 0,05$) и прогрессирование этих изменений с увеличением профессионального стажа.

Средние арифметические концентрации гормонов щитовидной железы (Т3 и Т4) и ТТГ так же находились в пределах референтных значений независимо от стажа работы. Однако при сравнении с контрольной группой у высокостажированных работников диагностировалось повышение уровня ТТГ, снижение уровня гормонов Т3 и Т4, понижение значения индекса ИТИ до 6,2 единицы, что указывало на супрессию гипофизарно-тиреоидной системы достоверно значимое по сравнению с группой сравнения ($p < 0,05$).

Результаты исследований биохимических показателей липидного, углеводного обмена и функции щитовидной железы у рабочих промышленных предприятий позволили провести оценку профессиональной обусловленности заболеваний сердечно-сосудистого риска с расчетом этиологической доли (далее – EF) и относительного риска (далее – RR).

Определена средняя степень профессиональной обусловленности для сердечно-сосудистых заболеваний (артериальная гипертензия, атеросклероз сосудов головного мозга, ишемическая болезнь сердца) (RR = 1,77–1,93; EF = 43,8–48,2 %), что согласуется с данными литературы.

Заболевания щитовидной железы (диффузно-узловой зоб, аутоиммунный тиреоидит) имеет низкую степень профессиональной обусловленности. Сахарный диабет 2 типа имеет среднюю степень профессиональной обусловленности у рабочих, контактирующих с комплексом производственных факторов (вибрацией, шумом и физическими перегрузками) (RR = 1,56; EF = 35,9 %).

Таким образом, исследование показало, что длительное воздействие производственных факторов на рабочих промышленных предприятий способствует формированию биохимических нарушений, являющихся факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Нарушения липидного обмена характеризуются повышенным уровнем общего холестерина, липопротеидов низкой плотности и триглицеридов, изменением обмена апобелков, свидетельствующих о формировании атерогенной липидемии, что наиболее значимо у стажированных работников (стаж более 15 лет).

Показатели углеводного обмена характеризуются изменением значений индексов инсулинорезистентности при референтных уровнях глюкозы и показателей глюкозотолерантного теста. Наличие инсулинорезистентности у стажированных работников является патогенетическим фактором повреждения периферических нервов и формирования эндотелиальной дисфункции, способствующим возрастанию сердечно-сосудистого риска.

Повышение уровня ТТГ, снижение уровней гормонов щитовидной железы и значения индекса ИТИ, указывающих на супрессию гипофизарно-тиреоидной системы, способствует опосредованным нарушениям регуляции и функционирования сердечно-сосудистой системы.

Результаты проведенных исследований могут использоваться для оценки механизмов формирования производственно обусловленных нарушений здоровья рабочих и являться основой для разработки и проведения медико-профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию состояния сердечно-сосудистой системы.

Литература

1. Мясников, И. О. Обзор рисков развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний у работников горно-металлургических предприятий в АЗРФ / И. О. Мясников, А. Н. Кизеев // Российская Арктика. – 2024. – Т. 6, № 3. – С. 26–42.
2. Мамедов, М. Н. Глобальная динамика смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в различных регионах мира / М. Н. Мамедов // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. – 2025. – Т. 13, № 46. – С. 5–11.
3. Соколова, Л. А. Инсулинорезистентность как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний / Л. А. Соколова, Е. В. Иевская // Трансляционная медицина. – 2015. – № 6. – С. 32–38.
4. Снижение сердечно-сосудистого риска у пациентов с сахарным диабетом 2 типа: обзор основных стратегий и клинических исследований / В. В. Салухов, Ю. Ш. Халимов, С. Б. Шустов, Д. В. Кадин // Сахарный диабет. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 193–205.

Поступила 15.09.2025

ОСОБЕННОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИЙ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Пестерева Д. В., h223@inbox.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний», г. Новокузнецк, Российская Федерация

Сохранение и укрепление здоровья трудоспособного населения является одним из приоритетных направлений государственной политики в сфере здравоохранения, направленной на формирование здорового образа жизни, обеспечение доступности качественной медицинской помощи, развитие системы профилактики заболеваний, а также создание экономических и социальных условий для снижения негативного воздействия факторов риска на рабочем месте. Труд работников основных профессий угольных предприятий характеризуется значительной физической напряженностью, протекает в условиях высокого уровня шума, повышенной запыленности воздуха, локальной и общей вибрации. Негативный вклад в здоровье шахтеров вносит пониженный уровень геомагнитного поля на рабочем месте, вместе с этим повышенное атмосферное давление и его резкие перепады при спуске с наземных сооружений шахты к подземным горным выработкам [1]. Здоровье и психика шахтеров подвергаются воздействию не только производственных, но и психосоциальных факторов. Наличие экстремальных ситуаций, опасения за жизнь из-за условий работы в техногенной и экологической опасности, возможность межличностных и внутриличностных конфликтов, высокая ответственность и личный риск формируют «невидимый стресс» [2].

Длительная физическая и психическая напряженность оказывает как непосредственное влияние на органы-мишени, так и опосредованное – на состояние адаптационных и регуляторных систем организма. Истощение адаптационных сил организма вызывает нарушение баланса вегетативной нервной системы с формированием нового фенотипа адаптационного реагирования, который сопровождается ранними нарушениями гомеостаза и появлением психосоматических заболеваний [1–3]. Базовым проявлением психоэмоционального стресса являются тревожные расстройства, возникающие как субъективное отражение нейровегетативного и нейрогуморального дисбаланса [3]. Нарастание тревожных расстройств может привести к страху, ощущениям нависшей угрозы, а в выраженных случаях – вплоть до развития фобии [3, 4]. Продолжительное воздействие комплекса разнонаправленных неблагоприятных производственных и психоэмоциональных факторов приводит к изнашиванию адаптационного потенциала работников, формируется синдром эмоционального выгорания [4].

В Международной классификации болезней 10-го пересмотра синдром выгорания представлен как «состояние истощения, признаваемое результатом хронического стресса на рабочем месте, который не был преодолен». Эмоциональное выгорание по определению В. В. Бойко является механизмом психологической защиты личности, который полностью или частично подавляет эмоции в ответ на психотравмирующие воздействия окружающей среды. Выгорание представляет собой приобретенный стереотип эмоционального поведения, чаще всего связанный с профессиональной деятельностью, и является функциональным стереотипом, помогающим человеку оптимизировать использование своих энергетических ресурсов [3–5].

Проведен опрос 104 работников основных профессий угольной промышленности юга Кузбасса (таких как горнорабочий очистного забоя, подземный электрослесарь, проходчик, стволовой, подземный мастер-взрывник, подземный горномонтажник, машинист горных выемочных машин, машинист скреперной лебедки), проходивших обследование и лечение в клинике ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний». В исследовании приняли участие мужчины в возрасте от 43 до 67 лет, средний возраст которых составил $(51,20 \pm 3,75)$ года; со стажем работы во вредных условиях от 25 до 32 лет (средний стаж – $(29,10 \pm 3,26)$ года).

Для оценки проявлений эмоционального выгорания использовалась методика В. В. Бойко, рассматривающая профессиональное выгорание с позиций общего адаптационного синдрома, предложенного Г. Селье, позволяющая оценить три стадии развития синдрома эмоционального выгорания: напряжение, резистенция, истощение. Определение типа личности проводилось с помощью новой русскоязычной версии опросника DS14-RU, который состоит из двух подшкал, характеризующих негативную аффективность и социальное подавление. Факторы риска развития эмоционального выгорания, такие как возраст, стаж работы во вредных условиях, наличие профессиональных заболеваний, способы реагирования на стресс, отношение к спорту и физическим нагрузкам и другие выявлялись с помощью оригинальной анкеты. Все исследования были проведены с учетом письменного добровольного согласия респондентов на участие в медико-социальном исследовании.

Большинство работников угольных предприятий, принявших участие в исследовании, ассоциировали ключевые аспекты синдрома эмоционального выгорания с ситуациями, указывающими на нарушения в области эмоциональной саморегуляции. По данным проведенного обследования, первая стадия эмоционального выгорания «Напряжение» сформировалась у 12,8 % респондентов; у 18,3 % респондентов формируется, у 68,3 % – отсутствуют симптомы стадии. Среди симптомов фазы наибольшее выражение получил симптом «Переживание психотравмирующих обстоятельств» (как сложившийся симптом отмечается у 24 % респондентов, складывается у 32 % обследованных). Симптом «Неудовлетворенность собой» сложился у 15,4 % респондентов, складывается – у 17,3 % опрошенных.

Вторая стадия эмоционального выгорания «Резистенция» оказалась наиболее сформированной у респондентов: симптомокомплекс сложился у 37,5 % опрошенных, формируется у 26,9 % работников. Наиболее сформированным на этой стадии оказался симптом «Редукция профессиональных обязанностей». Этот симптом, проявляющийся в попытках облегчить или сократить обязанности, требующие эмоциональных затрат, сформировался у 53,8 % опрошенных, складывается у 18,3 % шахтеров. Также высокие значения получил симптом «Эмоционально-нравственная дезориентация», для которого характерно самооправдание циничного, равнодушного отношения к профессиональным обязанностям. Этот симптом сформировался у 43,3 % респондентов, формируется у 47,1 % респондентов. «Неадекватное избирательное эмоциональное реагирование», проявляющееся через ограничение эмоциональной отдачи и выборочное реагирование в процессе рабочих контактов, характерно для 63,5 % респондентов, у которых этот симптом сформирован или формируется.

Третья стадия эмоционального выгорания «Истощение» оказалась сформированной у 14,4 % шахтеров, формируется у 27,9 % работников. Наиболее выраженным симптомом этой фазы оказался «Эмоциональный дефицит», сформировавшийся у 26,4 % респондентов и формирующийся у 42,3 % опрошенных. «Эмоциональная отстраненность» характерна для 51,9 % опрошенных, у которых данный симптом сформирован или формируется.

Доминирующим фактором синдрома эмоционального выгорания у 36,4 % респондентов выступила эмоционально-нравственная дезориентация; у 13,2 % опрошенных – расширение сферы экономики эмоций; у 11,6 % – фактор неадекватного избирательного эмоционального реагирования; у 9,1 % – переживание психотравмирующих обстоятельств. Эмоциональную отстраненность как доминирующий фактор отметили 6,6 % шахтеров. Большинство доминирующих факторов относятся ко второй стадии профессионального выгорания «Резистенции», для которой характерно избыточное эмоциональное истощение, провоцирующее возникновение и развитие защитных реакций, обуславливающих закрытость, отстраненность и безразличие к вопросам профессиональной сферы.

Среди опрошенных выявлено, что 25,2 % респондентов испытывали значительные стрессовые нагрузки в течение последнего года, предшествовавшего опросу. Треть респондентов (35,4 %) отметили тяжелую реакцию на стрессовые нагрузки. Многие опрошенные связывают психотравмирующие факторы с профессиональной деятельностью (46,2 %). Приверженность к активным физическим занятиям показали 41,1 % участников опроса, уделяющих время активным физическим нагрузкам, не связанным с выполнением своих профессиональных обязанностей и физической активностью в быту.

Распространенность типа личности Д, определенного шкалой DS14-RU, среди респондентов составила 56,5 %, что существенно выше, чем среди условно здорового населения трудоспособного возраста [3].

Корреляционное сравнение изучаемых показателей было проведено с помощью коэффициента корреляции Пирсона; оно выявило наличие выраженной отрицательной взаимосвязи между возрастом испытуемых и стадиями эмоционального выгорания: «Напряжением» ($r = -0,28$; $p \leq 0,01$), «Истощением» ($r = -0,21$; $p \leq 0,05$). Также отрицательная корреляционная взаимосвязь прослеживается между стажем работы шахтеров во вредных условиях и третьей стадией эмоционального выгорания ($r = -0,22$; $p \leq 0,05$). У респондентов уменьшается интенсивность симптомов эмоционального выгорания с ростом стажа и опыта работы. Вероятно, это связано с появлением ресурсных стратегий, способствующих преодолению профессионального стресса. Выявлены положительные корреляционные связи типа личности Д с такими симптомами синдрома эмоционального выгорания, как «Личностная отстраненность (деперсонализация)» ($r = 0,25$; $p \leq 0,05$), «Редукция профессиональных обязанностей» ($r = 0,23$; $p \leq 0,05$), «Эмоциональная отстраненность» ($r = 0,27$; $p \leq 0,05$).

В отечественной литературе широко освещены вопросы эмоционального выгорания работников «помогающих профессий», однако очень мало работ, посвященных эмоциональному выгоранию работников промышленных предприятий. Традиционно считается, что синдрому эмоционального выгорания подвержены работники социально-ориентированных профессий, таких как педагоги, врачи, социальные работники. На основании проведенного исследования можно заключить, что работники угольной промышленности, несмотря на то что их профессия не требует постоянного общения с людьми, предполагает нахождение в тяжелых стрессогенных условиях, поэтому они также подвержены риску развития эмоционального

выгорания. Было установлено, что 64,7 % работников основных профессий угольной промышленности юга Кузбасса с большим стажем работы имеют сформированной одну из стадий развития синдрома эмоционального выгорания.

С увеличением стажа и опыта профессиональной деятельности респондентов снижается выраженность симптомов эмоционального выгорания, что может быть связано с формированием ресурсных механизмов, помогающих преодолевать профессиональный стресс.

Выявленное среди опрошенных высокое распространение типа личности Д свидетельствует об использовании респондентами малоадаптивных реакций на стресс при высоком психоэмоциональном напряжении; характеризуется сочетанием негативной возбудимости с одной стороны и подавлением эмоций и поведенческих реакций при социальных взаимодействиях с другой. Тип личности Д служит предиктором неблагоприятного прогноза у пациентов с различными сердечно-сосудистыми заболеваниями [3].

Высокая частота эмоционального выгорания работников угольных предприятий и связанных с ним негативных эмоциональных состояний на рабочем месте подчеркивает необходимость разработки системы диагностики, профилактики и коррекции этих состояний. Для сохранения здоровья, качества жизни и prolongации трудоспособного периода жизнедеятельности людей этой профессиональной группы необходимо продолжить изучение воздействия негативных эмоциональных состояний на здоровье работников угольной промышленности, ведущих к развитию синдрома эмоционального выгорания; разработать эффективные методы диагностики, коррекции и профилактики эмоционального выгорания.

Таким образом, проведенное исследование позволило оценить степень выраженности основных симптомов и стадий развития синдрома эмоционального выгорания работников угольной промышленности с большим стажем работы во вредных условиях. У большинства респондентов выявлены признаки эмоционального выгорания различной степени выраженности. Наиболее высокие значения были выявлены на второй стадии эмоционального выгорания, «Резистенции», которая сформировалась либо формируется у 64,4 % респондентов. Для этой стадии характерно эмоциональное истощение, провоцирующее возникновение и развитие защитных реакций, обуславливающих закрытость, отстраненность и безразличие к вопросам профессиональной сферы.

Эмоциональное выгорание в данной группе характеризуется такими проявлениями, как эмоционально-нравственная дезориентация поведения (симптом сложился или находится на стадии формирования у 90,4 % обследованных); редукция профессиональных обязанностей характеризует поведение 72,1 % респондентов; эмоциональный дефицит наблюдается у 68,8 % работников; неадекватное избирательное эмоциональное реагирование характерно для 63,5 % опрошенных. Распространенность типа личности Д среди респондентов составила 56,5 %, что существенно выше, чем среди условно здоровых опрошенных в целом трудоспособного населения.

Литература

1. Апарина, Н. Ф. К вопросу о традиционных профессиональных рисках угледобычи на угольных предприятиях Кемеровской области – Кузбасса / Н. Ф. Апарина // Уголь. – 2023. – № 2. – С. 45–51.
2. Глушкова, А. С. Характеристика и гигиена труда в горнорудной и каменноугольной промышленности / А. С. Глушкова, Н. Н. Симакова // Общество. Наука. Образование : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 19–20 апр. 2023 г., г. Новосибирск / М-во цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Рос. Федерации, Сибир. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики ; под ред. А. В. Ефимова, Т. И. Монастырской. Новосибирск, 2023. – С. 67–79.
3. Влах, Н. И. Синдром эмоционального выгорания и факторы риска развития сердечно-сосудистой патологии у работников угольной промышленности, страдающих профессиональными болезнями / Н. И. Влах, И. П. Данилов, Н. А. Евсеева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 4. – С. 356–361.
4. Фомин, А. И. Влияние синдрома профессионального выгорания на уровень производственного травматизма на предприятиях угольной отрасли Кемеровской области / А. И. Фомин, А. А. Осипова // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2019. – № 2. – С. 24–29.
5. Литвинова, Р. М. Особенности эмоционального выгорания как основной составляющей феномена профессионального кризиса шахтеров / Р. М. Литвинова // Приложение международного научного журнала «Вестник психофизиологии». – 2018. – № 1. – С. 113–115.

Поступила 01.09.2025

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЕЙ ПОСТУПЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ У РАБОТНИКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА

*Потапова И. А., к. б. н., yes-ia@mail.ru,
Черникова Е. Ф., к. м. н., chernikova_ef@mail.ru,
Федотова И. В., д. м. н., irinavfed@mail.ru,
Страхова Л. А., strahova.laris2019@yandex.ru,
Калачева Е. С., kate.kalachova2013@yandex.ru,
Мельникова А. А., ania.me2016@yandex.ru,
Жаркова Е. М., elenzharkovaa@yandex.ru,
Моисеева Е. В., recept@nniigp.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

В настоящее время накоплено достаточно убедительных данных, свидетельствующих о том, что иммунная система во многом определяет устойчивость организма не только к инфекционным агентам, но и к воздействию производственных факторов. Общий уровень иммуноглобулинов – один из основных показателей силы гуморального иммунного ответа, который необходим для оценки состояния здоровья работника. Длительное воздействие производственных вредностей способен либо угнетать иммунитет, ослабляя его протективные возможности, либо повышать его напряженность, формируя гиперсенситизацию.

Одной из наиболее многочисленных профессиональных групп в России являются работники металлургической промышленности, производственная среда которых характеризуется присутствием в воздухе рабочей зоны (далее – ВРЗ) комплекса вредных веществ и пыли. Список контролируемых химических соединений у металлургов формируется с учетом специфики профессии, технологических регламентов производства и протоколов производственного контроля. Наиболее тяжелыми и вредными условиями труда отличаются сталелитейные предприятия.

Целью настоящего исследования было изучение показателей гуморального иммунитета и их связей с уровнями поступления токсичных веществ у работников металлургического сталелитейного производства.

Исследование гуморального иммунитета осуществляли у некурящих работников металлургического металлообрабатывающего предприятия полного цикла возрастом 30–49 лет ($40,0 \pm 1,1$ лет; $n = 80$) со стажем работы в профессии от 3 до 30 лет ($14,2 \pm 1,5$ лет).

В качестве оцениваемых показателей использовали общие уровни иммуноглобулинов IgA, IgG и IgE в сыворотке крови, определение которых осуществляли методом твердофазного иммуноферментного анализа с помощью наборов реактивов ЗАО «Вектор-Бест» (Россия). Забор венозной крови проводили утром натощак в пробирки с антикоагулянтом. Для получения сыворотки кровь термостатировали при 36°C , центрифугировали при 3000 об/мин в течение 20 мин, далее отделяли форменные элементы.

Дополнительно были проанализированы сведения, полученные в ходе углубленного медицинского осмотра работников на базе ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора (стаж, возраст, заболеваемость, биохимический анализ крови); среднесменные концентраций формальдегида, бензола, никеля, марганца и алюминия в ВРЗ (Приложение 9 Руководства Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»); среднесменные дозы воздействия каждого поллютанта с учетом объема легочной вентиляции за смену и массы тела работника; суммарные (за весь период профессионального контакта) экспозиционные дозы аэрозолей металлов с учетом объема легочной вентиляции за смену.

Результаты обрабатывали с помощью программы «STATISTICA 12.0» с использованием традиционных методов вариационной и непараметрической статистики. Достоверность различий и взаимосвязей анализировали с применением непараметрического критерия Манна – Уитни, ранговой корреляции Спирмана, критерия согласия Пирсона (в случае малых выборок, с поправкой Йейтса), за статистически значимые принимали различия при значениях $p < 0,05$.

Уровни IgA, IgG, IgE в сыворотке крови некурящих металлургов среднего возраста чаще всего соответствовали референтным значениям (таблица 1). Однако более чем у трети работников было установлено повышенное содержание иммуноглобулинов. Ранее и в других исследованиях отмечалось, что работники металлургической отрасли демонстрируют подобные особенности иммунного ответа, выражающиеся

в активации выработки IgG и IgE. Так, при воздействии промышленных аэрозолей повышенные уровни сывороточных IgG выявлялись у 44,6 % работников, IgE – у 28 %. По некоторым данным средние значения IgG у металлургов превышали аналогичные показатели контрольной группы в 1,6 раза [1, 2].

Таблица 1 – Показатели гуморального иммунитета у некурящих металлургов среднего возраста

Показатель	Общий уровень иммуноглобулинов крови, Me [Q1;Q3]	Референтные значения	Доля лиц с повышенным содержанием иммуноглобулинов
IgA	3,8 [2,7; 4,5]	0,9–4,5 мг/мл	28,8 %
IgG	14,7 [12,3; 19,0]	7,0–16,0 мг/мл	40,0 %
IgE	59,8 [27,4; 152,5]	0–100 МЕ/мл	37,5 %

Иммуноглобулины играют основополагающую роль в гуморальном иммунном ответе, отвечая за специфическое распознавание и нейтрализацию чужеродных агентов. Повышение уровня иммуноглобулинов может свидетельствовать о наличии острых и хронических инфекционных, аутоиммунных заболеваний, патологии печени, раздражающем и сенсибилизирующем действии на организм токсичных веществ. Кроме того, гипериммуноглобулинемия возможна вследствие физических нагрузок, которые характерны для 77,6 % металлургов исследуемой группы (категории работ по уровню энерготрат – IIб–III). Потеря влаги организмом вследствие тяжелой физической работы, особенно в условиях инфракрасного излучения и нагревающего микроклимата, способствует обезвоживанию, что без должного восполнения объемов жидкости обуславливает сгущение крови, т. е. создает ситуацию относительного избытка форменных элементов, а также иммуноглобулинов.

Однако более неблагоприятный прогноз несет выраженное снижение иммуноглобулиновых фракций в крови, которое может быть проявлением угнетения иммунитета (первичного или приобретенного иммунодефицита), то есть в ослаблении его защитного действия от различных инфекционных агентов.

Согласно литературным данным, у работников металлургической отрасли наблюдаются ситуации как гипо-, так и гипериммуноглобулинемии. Ряд исследователей придерживается мнения, что воздействие промышленных поллютантов способно вызывать разнонаправленный иммунный ответ. Так, при невысоких концентрациях токсикантов в воздухе и биосредах регистрируется повышенное содержание в сыворотке крови работников IgA (активация иммунного ответа), при высоких – более низкое (иммуносупрессия) [3, 4].

Условия труда на рабочих местах исследуемых нами металлургов характеризовались присутствием в зоне дыхания таких поллютантов, как формальдегид, бензол, никель, марганец, алюминий, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (далее – АПФД), в концентрациях, соответствующих допустимому классу по воздуху рабочей зоны, однако выше нормативов для атмосферного воздуха населенных мест. Последнее может свидетельствовать о наличии как острого раздражающего действия на слизистые оболочки (АПФД, содержащая диоксид кремния, соединения металлов; оксиды углерода и азота, серная кислота и аэрозоли металлов), так и хронического воспаления вследствие низкодозового поликомпонентного химического воздействия на организм работников, особенно имеющих большой стаж. Таким образом, установленное увеличение содержания иммуноглобулинов, особенно класса IgG, может быть проявлением хронических воспалительных процессов органов дыхания, IgA и IgE – острых эффектов раздражения слизистых верхних дыхательных путей и сенсибилизации.

IgE сыворотки крови участвуют в реакциях немедленного типа при развитии atopических аллергических реакций. Они способны быстро присоединяться к поверхности тучных клеток и базофилов слизистых оболочек. К веществам, обуславливающим рост данного показателя, относятся формальдегид, никель, марганец и алюминий, которые присутствовали в воздухе рабочей зоны исследуемой нами группы [3, 4]. Указанные поллютанты, взаимодействуя с более крупными молекулами, например, белковыми, способны превращаться в антигены, которые усиливают выделение медиаторов из тучных клеток, провоцируя проявления различных аллергических реакций.

Анализ степени выраженности изменений гуморального иммунитета у металлургов показал, что у 45,0 % было превышение только одного вида иммуноглобулинов, у 25,0 % – двух и у 3,8 % – всех трех. Стаж в профессии у работников с уровнями иммуноглобулинов, не превышающими референтных значений, и с превышением только одного из классов иммуноглобулинов был сопоставим – ($14,6 \pm 2,9$) лет и ($12,4 \pm 2,1$) лет, соответственно (в среднем ($13,2 \pm 1,7$) лет). Металлурги, у которых два или три компонента гуморального иммунитета одновременно превышали референтные нормы, имели достоверно больший профессиональный стаж – ($16,8 \pm 2,6$) лет ($p = 0,0240$), что согласуется с литературными данными о его влиянии на иммунный ответ организма.

Оценка степени воздействия промышленных токсикантов на изменение уровней IgA, IgG, IgE в сыворотке крови у исследуемой группы работников показала наличие умеренных положительных взаимосвязей

между величиной суммарных экспозиционных доз аэрозолей никеля, марганца и алюминия за весь период профессиональной деятельности и откликом иммунной системы в виде роста концентраций иммуноглобулинов (рисунок 1).

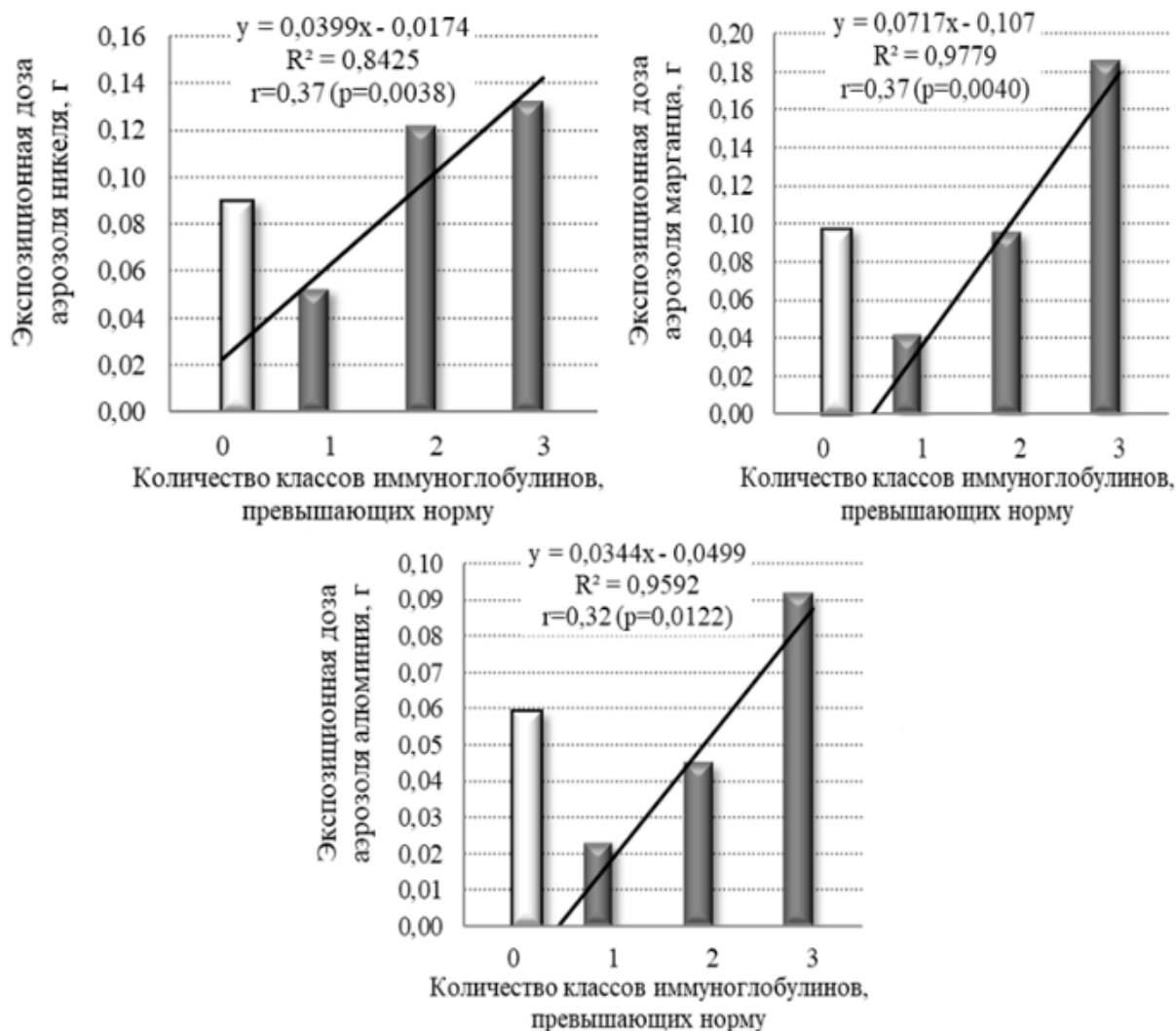


Рисунок 1 – Экспозиционные дозы аэрозолей никеля, марганца и алюминия у металлургов с разным иммунным ответом организма

Следует отметить, что наблюдаемая зависимость прослеживалась только среди металлургов с выраженными изменениями иммунной реактивности организма (один или более классов сывороточных иммуноглобулинов превышали референтные значения).

Как видно из рисунка, у части работников концентрации IgA, IgG, IgE не выходили за пределы физиологических норм («нулевая» группа), в то время как экспозиционные дозы аэрозолей исследуемых металлов были достоверно выше, чем у тех, у кого отмечались повышенные уровни хотя бы одного из сывороточных иммуноглобулинов ($p = 0,0125$; $p = 0,0114$; $p = 0,0020$ для токсических доз Ni, Mn и Al соответственно).

Проведенный анализ состояния здоровья металлургов показал, что у работников с разным иммунным статусом одинаково часто регистрируются артериальная гипертензия (у 19,4–23,8 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (у 38,1–43,5 %). Болезни органов дыхания (хронический бронхит, хроническая обструктивная болезнь легких) и расстройства вегетативной (автономной) нервной системы выявлены только у лиц с повышенными уровнями иммуноглобулинов. Самой распространенной нозологией у исследуемой группы работников было ожирение I–II степени (OI–OII), которое диагностировалось в $(52,5 \pm 5,6) \%$ случаев. При этом у металлургов «нулевой» группы достоверно чаще выявлялась OI ($\chi^2 = 5,781$; $p = 0,017$), у металлургов с превышением двух и более иммуноглобулинов в сыворотке крови – OII ($\chi^2 = 4,784$; $p = 0,029$). Диагноз

ожирение II степени в «нулевой» группе встречался практически в 3,2 раза реже – $(9,5 \pm 6,4) \%$ против $(30,5 \pm 6,0) \%$ случаев ($\chi^2 = 3,637$; $p = 0,057$).

Интересно отметить, что, несмотря на большую распространенность ОI у лиц «нулевой» группы, в 70 % случаев это было единственное установленное заболевание. У металлургов с повышенными уровнями одного и более IgA, IgG, IgE ожирение I степени было монодиагнозом лишь у 25 % лиц, у других дополнительно диагностировались гипертоническая болезнь, расстройство вегетативной нервной системы и варикозное расширение вен нижних конечностей.

Среди клинических показателей крови у работников с нормальным иммунологическим статусом отмечался более низкий уровень общего холестерина – $(5,1 \pm 0,4)$ ммоль/л против $(5,6 \pm 0,3)$ ммоль/л у группы с повышенным уровнем хотя бы одного из классов иммуноглобулинов ($p = 0,0372$).

Исходя из проведенного анализа состояния здоровья, основной патологией некурящих металлургов средних лет было ожирение. Как известно, данное заболевание приводит к серьезным метаболическим сдвигам организма, что делает его более подверженным внешним воздействиям. В свою очередь, нарушение метаболических ресурсов в виде роста частоты и степени ожирения работников, а также наличие сопутствующих ожирению I степени заболеваний, обуславливает более напряженную реакцию иммунной системы в ответ на внешнее воздействие токсичных металлов. Рядом исследователей уже отмечалась аналогичная связь между исходным состоянием иммунной системы лиц с хронической патологией и ее реакцией на внешнюю экспозицию промышленных поллютантов: при легкой степени патологии эти изменения были незначительными, а при средней – достоверно превышали показатели контрольной группы [5].

Таким образом, проведенное исследование сывороточных концентраций иммуноглобулинов классов A, G, E у некурящих металлургов среднего возраста показало, что более чем у трети работников наблюдается повышенное содержание иммуноглобулинов в крови, что можно расценивать как биомаркер хронического иммунного напряжения, вызванного комплексным воздействием производственной среды. Это изменение отражает попытку организма адаптироваться к постоянному присутствию раздражителей и гаптен. При этом на фоне метаболических нарушений у лиц с ожирением гипериммуноглобулинемия положительно коррелирует с экспозиционными дозами поступления никеля, марганца и алюминия за весь период профессиональной деятельности. У работников с преимущественно нормальным весом более высокие дозы воздействия поллютантов не сопровождаются гиперактивацией иммунного ответа, т. е. нормальная масса тела является в данной ситуации протективным фактором при воздействии химических поллютантов на организм.

Проведенные исследования с использованием комплексного персонифицированного подхода позволили подробно изучить патогенетические механизмы и взаимосвязи токсического действия вредных веществ, характерных для рабочих мест металлургического производства, что важно принимать во внимание при оценке профессионального риска и разработке оздоровительных мероприятий.

Литература

1. Иванова, Ю. В. Особенности иммунного ответа у работников металлургического производства, подвергающихся воздействию промышленных аэрозолей / Ю. В. Иванова, Т. В. Блинова, Л. А. Страхова // Современные проблемы гигиены, токсикологии и медицины труда : сб. ст. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию образования ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск, 27–28 февр. 2020 г. / ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора. – Омск, 2020. – С. 101–104.
2. Бушуева, Т. В. Сравнительный анализ иммунологического профиля рабочих металлургических предприятий / Т. В. Бушуева, Н. А. Рослая, О. Ф. Рослый // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 24, № 2. – С. 47–50.
3. Индивидуальная нагрузка формальдегидом и сенсibilизация организма подростков / Л. Б. Маснабиева, И. В. Кудяева, Н. В. Ефимова, О. М. Журба // Экология человека. – 2017. – Т. 24, № 6. – С. 3–8.
4. Специфическая сенсibilизация у детей младшего школьного возраста в условиях воздействия химических факторов риска / Ю. А. Челакова, О. В. Долгих, А. С. Ширинкина, Д. А. Эйфельд // Анализ риска здоровью – 2020 : материалы X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Пермь, 13–15 мая 2020 г. : в 2 т. / Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ; под общ. ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. – Пермь, 2020. – Т. 1. – С. 617–621.
5. Бодиенкова, Г. М. Иммунорегуляторные маркеры бронхолегочной патологии у работников алюминиевой промышленности / Г. М. Бодиенкова, Е. В. Боклаженко, О. В. Ушакова // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 9. – С. 29–34.

Поступила 26.09.2025

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ И КЛАССИФИКАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

Прокопенко Л. В., д. м. н., профессор, prokopenko@irioh.ru,

Лагутина А. В., к. м. н., alagutina@inbox.ru,

Курьеров Н. Н., к. б. н., courierov@mail.ru,

Лысухин В. Н., к. м. н., Lysuhin@irioh.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Российская Федерация

Одним из основополагающих документов в области профилактики неблагоприятного влияния на работников вредных и (или) опасных факторов рабочей среды является «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006-05 (далее – Р 2.2.2006-05) [1].

Руководство 2.2.2006-05 – уникальнейший документ, не имеющий аналогов в мировой практике, содержит научно обоснованные количественные критерии гигиенической классификации условий труда и оценки производственных факторов риска нарушения здоровья.

В медицине труда Р 2.2.2006-05 широко используется при контроле условий труда, установлении приоритетности профилактических мероприятий, проведении предварительных и периодических медицинских осмотров, составлении санитарно-гигиенических характеристик условий труда работников, расследовании случаев профессиональных заболеваний и отравлений, экспертизе связи заболевания с профессией, решении вопросов профпригодности работников к выполнению отдельных видов работ и др.

Подготовка предложений по актуализации Р 2.2.2006-05 обусловлена прежде всего необходимостью приведения документа, действующего на протяжении более 20 лет, в соответствие с современной нормативно-правовой базой медицины труда, в частности, СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (далее – СанПиН 1.2.3685-21) [2], содержащими нормативы производственных вредных и (или) опасных физических, химических, биологических факторов и факторов трудового процесса (тяжесть и напряженность труда), формирующих условия труда.

В настоящее время наиболее востребована актуализация:

- общих принципов гигиенической классификации в части характеристики класса вредных условий труда (3), дифференцированного помимо превышения нормативов, также по степени вредности для здоровья работников на четыре класса – 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4;

- классификации условий труда по ряду вредных производственных факторов, гигиенические нормы которых откорректированы в СанПиН 1.2.3685-21, или при их воздействии на работников регистрируется наибольшее число случаев профессиональных заболеваний, формирующих в основном структуру профессиональной патологии.

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (далее – Роспотребнадзор), уровень профессиональной заболеваемости в Российской Федерации в 2024 г. по сравнению с 2015 г. снизился на 46,06 % и составил 0,89 на 10 тыс. работников (2015 г. – 1,65).

В государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2024 году» отмечается, что «снижение профессиональной заболеваемости в Российской Федерации связано с комплексом факторов. Во-первых, в условиях действия Федерального закона «О специальной оценке условий труда», результаты специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) зачастую не отражают действительную картину по условиям труда». При этом в 70,0 % случаев в основу составления санитарно-гигиенических характеристик условий труда заложены данные СОУТ [3].

По данным Роспотребнадзора (2025 г.), в структуре профессиональной патологии в 2024 г. на первом месте (начиная с 2010 г.) профессиональные заболевания, обусловленные воздействием производственных физических факторов (48,38 %); на втором месте – заболевания, связанные с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением отдельных органов и систем (28,44 %); на третьем – заболевания от воздействия химических факторов (19,49 %); на четвертом месте – заболевания, связанные с воздействием производственных биологических факторов (3,68 %).

Действующая классификация условий труда, как известно, основана на принципе дифференциации степени отклонения фактических уровней производственных факторов от гигиенических норм. Дополнительно в классификации используются качественные характеристики нарушений здоровья.

В частности, вредные условия труда (класс 3) имеют четыре степени по превышениям норм (предельно-допустимые концентрации (далее – ПДК), предельно-допустимые уровни), характеризующиеся той или иной степенью нарушения здоровья работника.

Представляется целесообразным объединить дифференцированные по классам вредных условий труда описания нарушений здоровья, которые чаще всего не адекватны конкретным ситуациям, в виде общей характеристики класса 3.

Подтверждением несоответствия характеристик классов вредных условий труда ситуациям на практике может служить описание класса 3.1, характеризующегося уровнями воздействия факторов, вызывающих «функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья».

Несмотря на отсутствие в определении класса условий труда 3.1 упоминания о возможности развития профессиональной патологии, по данным Роспотребнадзора, в 2024 г. удельный вес впервые выявленных профессиональных заболеваний у работников с условиями труда на рабочих местах класса 3.1 составил 22,13 %.

Предлагаемая общая характеристика вредных условий труда (3 класс): это условия труда, при которых уровни вредных факторов рабочей среды и трудового процесса, воздействующие на работника, превышают гигиенические нормы и оказывают неблагоприятное влияние на организм работника и (или) его потомство, вызывая нарушение здоровья различной степени выраженности и тяжести, в частности, стойкие функциональные изменения, ранние признаки профзаболеваний, профессиональные заболевания (в т. ч. без потери и с потерей профессиональной, общей трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, производственно обусловленные заболевания, рост заболеваемости с временной утратой трудоспособности и т. д.

В настоящее время с учетом СанПиН 1.2.3685-21 наиболее актуальной представляется корректировка критериев и гигиенической классификации условий труда по биологическому фактору, показателям тяжести и напряженности производственного процесса, световой среде, практически не требуют изменений классификации по химическим факторам, аэрозолям преимущественно фиброгенного действия, пылям, содержащим природные и искусственные волокна, виброакустическим факторам и др.

В целях совершенствования методов идентификации и оценки биологических факторов в гигиенической классификации принята современная терминология, в частности, используется термин «патогенные биологические агенты».

Патогенные биологические агенты – микроорганизмы, вирусы, белковоподобные инфекционные частицы (прионы), яды биологического происхождения (токсины) и иные биологические агенты, в том числе созданные в результате генетических манипуляций, применения технологий синтетической биологии и другой направленной деятельности, способных вызывать патологический процесс в организме человека или животного, а также биологические материалы, в которых могут содержаться перечисленные патогены (СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»).

Классификация условий труда по биологическому фактору основана на следующих принципах:

1. Класс условий труда при работе с микроорганизмами-продуцентами, живыми клетками и спорами, содержащимися в бактериальных препаратах, устанавливается исходя из сравнения фактических концентраций в воздухе рабочей зоны с ПДК.

2. Класс условий труда с патогенными биологическими агентами определяется при видах работ, установленных санитарным законодательством, и документальном подтверждении контакта с больными (человеком, животными), инфицированными патогенными микроорганизмами I–IV патогенности, инфицированным материалом и любыми объектами и материалами (включая полевой, клинический, секционный), подозрительными на содержание патогенных для человека микроорганизмов (далее – профессиональный контакт).

Критерием оценки и классификации условий труда при работе с патогенными биологическими агентами является группа патогенности (опасности) микроорганизмов, при этом класс условий труда устанавливается независимо от их концентрации в воздухе рабочей зоны и без проведения (испытаний) исследований:

- 4-й класс опасных (экстремальных) условий труда устанавливается при проведении работ и (или) профессиональном контакте с патогенными микроорганизмами I патогенности и возбудителями особо опасных инфекционных заболеваний;

- класс 3.3 вредных условий труда устанавливается при проведении работ и (или) профессиональном контакте с патогенными микроорганизмами II патогенности;

- класс 3.2 вредных условий труда устанавливается при проведении работ и (или) профессиональном контакте с патогенными микроорганизмами III патогенности;

- класс 3.1 вредных условий труда устанавливается при проведении работ и (или) профессиональном контакте с патогенными микроорганизмами IV патогенности.

К числу документов, подтверждающих наличие на рабочем месте контакта с патогенными микроорганизмами, относятся:

- лицензии на осуществление деятельности в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (за исключением тех случаев, когда указанная деятельность осуществляется в медицинских целях) и генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности, осуществляемая в замкнутых системах;
- список должностей работников в соответствии с Номенклатурой должностей работников;
- должностные инструкции, разработанные в соответствии с Единым квалификационным справочником и содержащие конкретный перечень должностных обязанностей;
- результаты производственного контроля;
- формы федерального статистического наблюдения, содержащие информацию об инфекционных заболеваниях.

3. Класс условий труда (вредные условия труда первой степени – 3.1) при работах с условно-патогенными микроорганизмами – возбудителями неинфекционных заболеваний (аллергозов и т. п.) устанавливается независимо от концентрации данных веществ в воздухе рабочей зоны и без проведения исследований (испытаний) и измерений.

Следует отметить, что впервые в санитарных правилах и нормах, в частности СанПиН 1.2.3685-21, представлены «Допустимые величины психофизиологических производственных факторов по показателям тяжести и напряженности труда».

Ранее показатели тяжести трудового процесса включали:

1. физическую динамическую нагрузку;
2. массу поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг);
3. стереотипные рабочие движения (количество за смену);
4. статическую нагрузку – величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс × с);
5. рабочую позу;
6. наклоны туловища;
7. перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км.

Из 17 показателей тяжести труда, указанных в Р 2.2.2006-05, в СанПиН 1.2.3685-21 включены 6 показателей, в том числе: относящиеся к массе поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг); рабочая поза, наклоны корпуса; перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом (таблица 1). Исключены полностью показатели тяжести труда, характеризующие физическую динамическую нагрузку, стереотипные рабочие движения и статическую нагрузку при удержании груза.

Таблица 1 – Допустимые величины показателей тяжести труда

Показатели тяжести труда	Допустимые величины	
	мужчины	женщины
1. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)		
1.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час), кг	до 30	до 10
1.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести в течение рабочей смены, кг	до 15	до 7
1.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены, кг:		
– с рабочей поверхности	до 870	до 350
– с пола	до 435	до 175
2. Рабочая поза	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, поднятыми руками, неудобным размещением конечностей) и (или) фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга)	
3. Наклоны корпуса (вынужденные более 30 градусов), количество за смену	51–100	
4. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км	до 8	

Напряженность трудового процесса оценивается согласно Р 2.2.2006-05 по следующим показателям:

1. интеллектуальные нагрузки (нет количественных критериев для оценки классов условий труда);
2. сенсорные нагрузки;
3. эмоциональные нагрузки (только один показатель – количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену, из 4 имеет количественные критерии для оценки классов условий труда);
4. монотонность нагрузок;
5. режим работы.

Действующие СанПиН 1.2.3685-21 содержат следующие физиологические показатели напряженности труда – монотонность нагрузок и сенсорные нагрузки – всего 4 показателя вместо 23 показателей по Р 2.2.2006-05 (таблица 2).

Таблица 2 – Допустимые величины психофизиологических показателей напряженности труда

Показатели напряженности труда	Допустимые величины
1. Монотонность нагрузок	
1.1. Число элементов или повторяющихся операций	от 9 до 6
2. Сенсорные нагрузки	
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% от времени смены)	от 26 до 50
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) в среднем за час работы	от 76 до 175
2.3. Число объектов наблюдения	от 6 до 10

Отличительной особенностью классификации условий труда по световой среде является использование для оценки показателей естественного и искусственного освещения нормативных значений, регламентируемых не только СанПиН 1.2.3685-21, но и отраслевыми и ведомственными документами.

Для оценки искусственного освещения впервые предлагается использовать показатель дискомфорта (UGR – от англ. unified glare rating) – международный критерий оценки дискомфорта, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркости в поле зрения, впервые включен в классификацию условий труда по световой среде.

Метод определения показателя дискомфорта для общего искусственного освещения помещений основан на фотометрических данных светильников и расположении их в помещении. Метод неприменим при расстоянии от светильников до рабочей поверхности менее 2,5 м, а также для местного освещения рабочих мест.

Следует также добавить положение, согласно которому класс условий труда при расположении рабочего места в нескольких рабочих зонах (в помещениях, на участках, на открытой территории) определяется с учетом времени пребывания в разных рабочих зонах и отдельно для факторов «естественное освещение» и «искусственное освещение» по формуле (1):

$$УТ = УТ_1 \times t_1 + УТ_2 \times t_2 + \dots + УТ_n \times t_n, \text{ где} \quad (1)$$

УТ – условия труда, выраженные в баллах;

$УТ_1, УТ_2, \dots, УТ_n$ – условия труда в 1-й, 2-й, n-й рабочих зонах соответственно, выраженные в баллах относительно класса условий труда:

- допустимые условия труда – 0 баллов;
- вредные условия труда первой степени (3.1) – 1 балл;
- вредные условия труда второй степени (3.2) – 2 балла;
- $t_1, t_2, \dots, t_n$ – относительное время пребывания (в долях единицы) в 1-й, 2-й, n-й рабочих зонах соответственно.

Класс условий труда при воздействии показателей световой среды определяется на основании рассчитанной суммы баллов УТ следующим образом:

условия труда признаются допустимыми, если $0 \leq УТ < 0,5$;

условия труда признаются вредными первой степени (3.1), если $0,5 \leq УТ < 1,5$;

условия труда признаются вредными второй степени (3.2), если $1,5 \leq УТ < 2,0$.

Общая оценка условий труда по показателям световой среды производится на основании оценок по факторам «естественное освещение» и «искусственное освещение» путем выбора из них наибольшей оценки степени вредности.

Проект нового Руководства с указанными изменениями находится на согласовании в Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор).

Литература

1. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда : Р 2.2.2006-05 / Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 142 с.
2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 2. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения 03.09.2025).
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году : гос. докл. – М. : Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2025. – 424 с.

Поступила 11.09.2025

КОМОРБИДНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ПАТОЛОГИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

Рудой М. Д., kolesowa.mascha@yandex.ru,
Трошин В. В., vecheslavl@yandex.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Среди вредных производственных факторов до настоящего времени ведущие позиции занимает шум. Данные Государственного доклада федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека за 2024 год свидетельствуют, что в Российской Федерации производственный шум доминирует среди производственных факторов риска физической природы, присутствуя на 17,34 % рабочих мест. В группе профессиональных заболеваний, обусловленных физическими факторами, патология от воздействия производственного шума, нейросенсорная тугоухость, заняла первое место – 55,29 %.

Однако имеются данные, что при длительном воздействии шума на организм человека изменения могут не ограничиваться патологией органа слуха. Была выявлена статистически значимая связь распространенности болезней системы кровообращения у работников с воздействием шума и рядом других факторов – возрастом, стажем, индексом массы тела, с экспозициями общей и локальной вибрации, повышенной температуры, теплового излучения, тяжести трудового процесса [1]. Однако некоторые исследователи считают доказательную базу взаимосвязи воздействия производственного шума и риска сердечно-сосудистых заболеваний (далее – ССЗ) недостаточной или малоубедительной [2]. Необходимо отметить, что большинство исследований, посвященных изменениям в сердечно-сосудистой системе у работающих при длительном воздействии интенсивного шума, носили одномоментный характер. Пациенты с установленным диагнозом профессиональной нейросенсорной тугоухости (далее – ПНСТ) являются примером группы, характеризующейся длительной работой (как правило, более 10 лет) с производственным шумом, превышающим гигиенические нормативы. Регулярное медицинское наблюдение в центрах профессиональной патологии позволяет в динамике объективно оценить состояние их здоровья. Исследования, посвященные сопоставлению динамики ССЗ и патологии органа слуха у пациентов с ПНСТ немногочисленны, что приводит к недооценке данной коморбидной патологии. Указанные факты, а также противоречивость результатов научных публикаций свидетельствуют о том, что до настоящего времени актуально исследование ССЗ у пациентов с ПНСТ по результатам наблюдения в клинике профессиональных заболеваний.

В исследование были включены пациенты с установленным диагнозом ПНСТ, наблюдающиеся в клинике ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора. Всего 56 человек (51 мужчина и 5 женщин), работники металлургического предприятия Нижегородской области по специальностям слесари-ремонтники, электромонтеры, операторы трубного производства. Единственным вредным производственным фактором, превышавшим допустимые нормативы, у пациентов был шум по данным санитарно-гигиенической характеристики условий труда. Критериями исключения из исследования являлись развитие у пациента за время наблюдения хронических заболеваний воспалительного генеза и симптоматической артериальной гипертензии (далее – АГ). Проведение

исследования одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора (протокол заседания № 4 от 31.03.2025).

Средний уровень шума, действию которого пациенты подвергались на протяжении трудовой деятельности, составил $(87,9 \pm 4,95)$ дБА. Средний стаж работы в условиях воздействия шума на момент установления связи заболевания с профессией составил $(30,2 \pm 8,0)$ лет. Проанализированы архивные истории болезни за весь период наблюдения, длительность которого составила от 1 года до 26 лет (в среднем $(4,9 \pm 3,9)$ лет). Каждый из пациентов обследовался в клинике института не менее 2 раз (в среднем $(4,6 \pm 3,6)$ раз). Данные историй болезни при первом и последнем зарегистрированном обращении в клинику института систематизировались при помощи разработанной формализованной «Карты анализа сердечно-сосудистой патологии у больных профессиональными заболеваниями». В указанную карту были внесены данные о факторах сердечно-сосудистого риска (далее – ССР), которые являются значимыми в формировании ССЗ по актуальным на сегодняшний день представлениям, а также сведения об условиях труда и установленном пациенту профессиональном диагнозе. Среди производственных факторов ССР проанализированы следующие: возраст, наследственная предрасположенность к развитию ССЗ, индекс массы тела (далее – ИМТ), наличие ожирения и гиперхолестеринемии (далее – ГХ). Пациент считался наследственно отягощенным в случае достоверно установленного диагноза ССЗ неинфекционного генеза у родственников первой степени родства (родители, сибсы). Ожирение у пациентов диагностировали по общепринятой классификации при $ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$. За ГХ принимали уровень общего холестерина крови (далее – ХС) $\geq 5,0 \text{ ммоль/л}$. В выписных эпикризах пациентов были указаны следующие диагнозы ССЗ: эссенциальная АГ, ишемическая болезнь сердца (далее – ИБС), транзиторная ишемическая атака (далее – ТИА) в анамнезе, атеросклероз сосудов нижних конечностей. Диагнозы ССЗ верифицировались в ходе стационарного наблюдения и консультации специалиста-кардиолога.

Полученные данные обработаны статистически при помощи программы Statistic 6.1 (StatSoft, США). Для проверки нормальности распределения количественных данных использовался критерий Колмогорова – Смирнова. Распределение данных соответствовало нормальному, в связи с чем результаты представлены в виде среднего значения признака и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Для оценки динамики количественных данных использован Т-критерий Стьюдента для двух связанных групп. При проведении частотного анализа данные в работе представлены в виде относительной и абсолютной частот изучаемого признака и стандартного отклонения процентной доли (далее – SD_n). Для сравнения динамики частот изучаемых признаков использован критерий χ^2 . Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты, полученные при анализе динамики ряда факторов ССР и стажа работы, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика традиционных факторов сердечно-сосудистого риска и стажа работы в группе пациентов с профессиональной нейросенсорной тугоухостью, $M \pm SD$, $\% \pm SD_n$ (n)

Характеристика пациентов	Первое обращение	Последнее обращение	Уровень значимости (p)
Возраст (лет)	$53,7 \pm 7,7^*$	$58,5 \pm 7,5^*$	$< 0,0001$
Курение	$32,7 \pm 6,3$ (18)	$29,1 \pm 6,1$ (16)	0,69
Отягощенная наследственность	$3,9 \pm 2,7$ (2)	$3,9 \pm 2,7$ (2)	1,00
Индекс массы тела	$27,1 \pm 4,0$	$27,4 \pm 4,1$	0,24
Ожирение ($ИМТ \geq 30 \text{ кг/м}^2$)	$25,0 \pm 5,8$ (14)	$25,0 \pm 5,8$ (14)	1,00
Гиперхолестеринемия ($ХС \geq 5,0 \text{ ммоль/л}$)	$50,0 \pm 6,7$ (28)*	$70,6 \pm 6,4$ (38)*	0,012
Стаж работы в условиях воздействия шума (лет)	$30,2 \pm 8,0^*$	$32,4 \pm 7,9^*$	$< 0,0001$
Продолжают работать в условиях воздействия шума (%)	$80,4 \pm 5,3$ (45)*	$41,1 \pm 6,6$ (23)*	0,002
* статистически значимые различия.			

Увеличение возраста пациентов при повторном обследовании сопровождалось ростом распространенности ГХ. Параллельно отмечалось увеличение среднего стажа работы в условиях воздействия производственного шума, несмотря на то что более половины обследованных лиц прекратило работу в условиях воздействия шума ко времени последнего обследования в клинике. Существенной динамики остальных факторов ССР отмечено не было.

Возраст и пол являются основными не модифицируемыми факторами ССР. Мужчины моложе 40 лет и женщины моложе 50 лет, имеют преимущественно низкий риск развития ССЗ [3]. В нашем исследовании, как при первом, так и при повторном обращении, средний возраст пациентов превышал 50 лет, кроме того, среди обследованных лиц абсолютное большинство (91,1 %) составляли мужчины. Указанные факты свидетельствуют о том, что группа пациентов с ПНСТ имела повышенный риск развития ССЗ уже к моменту

установления профессионального диагноза по причине среднего возраста старше 50 лет и превалирования мужчин среди обследованных. Также обращает на себя внимание значительная доля курильщиков (около 30 %) и очень большой стаж работы в условиях воздействия шума, в среднем более 30 лет.

Выявлено существенное учащение случаев ССЗ при последнем обращении по сравнению с первым. Общее число лиц, имеющих диагноз ССЗ, возросло с 27 ($48,2 \pm 6,7$) до 37 ($66,1 \pm 6,3$), $p = 0,004$; число страдающих АГ – с 23 ($41,1 \pm 6,6$) до 33 ($58,9 \pm 6,6$), $p = 0,004$; число страдающих ИБС – с 0 до 5 ($8,9 \pm 3,8$), $p = 0,01$.

В структуре ССЗ при первом обращении лидирующие позиции занимала АГ. Был зарегистрирован один эпизод ТИА, несколько случаев атеросклероза нижних конечностей. В результате доля пациентов, имеющих коморбидные ССЗ, уже при первом обращении превысила 48 %. С течением времени наблюдалось статистически достоверное увеличение общего числа случаев ССЗ, преимущественно за счет роста распространенности АГ и случаев перенесенного инфаркта миокарда (постинфарктного кардиосклероза). При повторном обращении у 16 человек (28,6 %) наблюдалось прогрессирование первичного диагноза ССЗ и (или) новых форм ССЗ, дополнительно к имеющимся при первом обращении. Так при первичном обращении 20 человек имели АГ II стадии и 3 человека (5,4 %) АГ III стадии, при повторном обращении 22 человека имели АГ II стадии и 11 человек (19,7 %) АГ III стадии ($p < 0,05$ для группы с АГ III). У 40 человек (71,4 %) показатели здоровья относительно ССЗ не изменялись.

Что касается динамики распространенности ССЗ в группе лиц, страдающих ПНСТ, то она в целом отражает основные популяционные закономерности: с увеличением возраста пациентов увеличивается число случаев зарегистрированных ССЗ, основную часть которых составляет АГ. Достоверное увеличение числа случаев перенесенного инфаркта миокарда в исследованной группе и ГХ подтверждает мнение ряда авторов, что воздействие производственного шума может быть потенциальным фактором риска кардиоваскулярных заболеваний атеросклеротического генеза, особенно у мужчин и пожилых пациентов [4].

Степень выраженности ПНСТ у пациентов с течением времени также претерпевала изменения (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика степени выраженности профессиональной нейросенсорной тугоухости в группе пациентов, $\% \pm SD_n (n)$

Степень тугоухости	Первое обращение	Последнее обращение	Уровень значимости (p)
1	$48,2 \pm 6,7 (27)^*$	$25,0 \pm 5,8 (14)^*$	0,01
2	$33,9 \pm 6,3 (19)$	$44,6 \pm 6,6 (25)$	0,12
3	$17,9 \pm 5,1 (10)^*$	$30,4 \pm 6,1 (17)^*$	0,001
* статистически значимые различия.			

У пациентов с ПНСТ обнаружено значимое прогрессирование патологии органа слуха, выражающееся в снижении числа случаев ПНСТ 1 степени и увеличении числа случаев ПНСТ 3 степени. Прогрессирование ПНСТ на момент последнего обследования в клинике отмечено как в группе пациентов, прекративших работу в условиях воздействия шума (33 случая), так и в группе продолживших такую работу (23 случая). Выявленная закономерность подтверждает данные, указывающие на общность патогенеза поражения органа слуха и сердечно-сосудистой системы при воздействии шума на организм человека [5].

Таким образом, группа пациентов с ПНСТ примерно в половине случаев к моменту установления профессионального заболевания имела диагноз ССЗ, по причине среднего возраста старше 50 лет, превалирования мужчин среди обследованных, а также значительной доли курильщиков (около 30 %) и очень большого стажа работы в условиях воздействия шума, в среднем более 30 лет. При наблюдении в клинике профпатологии у лиц с ПНСТ отмечается значимый рост распространенности ССЗ (до 66 %) в результате учащения случаев эссенциальной АГ и перенесенного инфаркта миокарда.

Увеличение числа случаев ПНСТ 3 степени в 1,7 раза при одновременном снижении числа случаев ПНСТ 1 степени в 1,9 раза на фоне роста распространенности ССЗ диктует необходимость активного выявления и коррекции сердечно-сосудистой патологии в ходе наблюдения за пациентами с ПНСТ. В данном случае не получали терапии по поводу ССЗ в течение времени наблюдения 19 человек (33,9 %). Особенности динамики коморбидных ССЗ у пациентов с ПНСТ необходимо учитывать при решении вопросов профпригодности и при экспертизе трудоспособности. Для профилактики нарушений здоровья у данных пациентов, кроме прекращения работы в условиях воздействия шума, особое внимание необходимо уделять АГ и ИБС.

Исследование ограничивалось контингентом лиц с ПНСТ, находящихся под наблюдением клиники ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии», и соответствующими критериями включения и исключения. Ретроспективный характер исследования существенно сократил количество показателей доступных анализу. В перспективе дальнейшей разработки

темы возможно расширение числа наблюдений, проведение регрессионного анализа, подбор группы сравнения для углубленного анализа полученных данных.

Литература

1. Ведущие факторы риска формирования патологии системы кровообращения и костно-мышечной системы у работников металлургического предприятия / Е. Л. Базарова, А. Н. Вараксин, Т. А. Маслакова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31, № 11. – С. 50–57.
2. Impact of Noise Exposure on Risk of Developing Stress-Related Health Effects Related to the Cardiovascular System: A Systematic Review and Meta-Analysis / K. Sivakumaran, J. A. Ritonja, H. Waseem [et al.] // Noise and Health. – 2022. – Vol. 24, iss. 114. – P. 107–129. – DOI: 10.4103/nah.nah_83_21.
3. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: Developed by the Task Force for cardiovascular disease prevention in clinical practice with representatives of the European Society of Cardiology and 12 medical societies With the special contribution of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC) / F. L. J. Visseren, F. Mach, Y. M. Smulders [et al.] // European Heart Journal. – 2021. – Vol. 42, iss. 34. – P. 3227–3337. – DOI: 10.1093/eurheartj/ehab484.
4. Association of occupational noise exposure with hypertension: A cross-sectional study / J. Wang, P. Zhang, Y. Wang [et al.] // The Journal of Clinical Hypertension. – 2023. – Vol. 25, iss. 2. – P. 158–164. – DOI: 10.1111/jch.14619.
5. Панкова, В. Б. Профессиональный риск нарушений слуха на фоне сердечно-сосудистой патологии у работников «шумовых» производств / В. Б. Панкова, Е. А. Преображенская, И. Н. Федина // Вестник оториноларингологии. – 2016. – Т. 81, № 5. – С. 45–49.

Поступила 25.08.2025

ГЕНОТОКСИЧЕСКИЕ И ЦИТОТОКСИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦИТОГРАММЫ БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ У ЖЕНЩИН МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ПРЕДИКТОРЫ РАЗВИТИЯ МИОМЫ МАТКИ

¹Сахаутдинова Р. Р., к. м. н., sahautdinova@ymrc.ru,

¹Бушуева Т. В., д. м. н., bushueva@ymrc.ru,

^{1,2}Рослая Н. А., д. м. н., naroslava@gmail.com

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Развитию миомы матки способствует воздействие неблагоприятных факторов на производстве. Миома диагностируется в 60–70 % случаев всех патологий матки. У женщин трудоспособного возраста регистрируется наиболее высокий уровень заболеваемости и максимальная частота гистерэктомий [1]. По данным литературы миома матки имеет тенденцию к «омоложению» [2]. Миома матки в основном имеет бессимптомное течение, что не позволяет оценить истинную распространенность заболевания. По некоторым данным у 25 % женщин репродуктивного возраста имеются клинические проявления. При первичном и вторичном бесплодии миому матки обнаруживают в 23,5 % случаев. Также в последние годы наблюдается выраженная тенденция к увеличению уровней заболеваемости миомой матки с временной утратой трудоспособности. Длительная экспозиция промышленных токсикантов в сочетании с физическими факторами нарушает адаптационные возможности организма при воздействии неблагоприятных условий среды, изменяет также механизмы нейроэндокринной регуляции репродуктивной функции с активацией молекулярно-генетических механизмов развития патологии.

Продолжает активно изучаться патогенетическая роль промышленных токсикантов, оказывающих мутагенный и канцерогенный эффекты, в развитии новообразований репродуктивной системы, так как хромосомные и генные мутации выявляются в 90 % случаев [3, 4]. В настоящее время при скрининговых обследованиях как в гигиенической практике, так и при проведении экспериментальных работ используют неинвазивные краткосрочные тесты, обладающие достаточной информативностью. Цитологическое

состояние буккального эпителия является биологическим индикатором состояния организма, который изменяется при неблагоприятных воздействиях химической и биологической природы в условиях производства [5]. Данное исследование часто применяется как метод оценки хромосомных повреждений в эукариотических клетках и, помимо исследований генотоксичности веществ, его также используют при биомониторинге окружающей среды. Микроядра и протрузии могут быть предикторами некоторых заболеваний: сахарный диабет, онкология и аллергия.

Цель нашей работы – оценить генотоксические и цитотоксические показатели в цитограмме буккального эпителия работниц с миомой матки, подвергающихся воздействию промышленных аэрозолей.

Обследовано 47 работниц медеплавильного предприятия. Сформировано 2 группы. Основная группа – 39 человек (возраст $48,7 \pm 1,7$ лет, стаж $14,8 \pm 0,5$ лет), работают в контакте с вредными факторами, ведущим из которых является промышленный аэрозоль сложного химического состава, состоящий из меди, свинца, никеля, железа, кремния диоксида, мышьяка, и др. Представлены профессии: машинист крана, аппаратчик гидрометаллургии, аппаратчик в производстве редких металлов. По данным специальной оценки условий труда, машинист крана отделения анодов медеплавильного производства контактирует с аэрозолем, содержащим медь, фактический уровень фактора ($1,58 \text{ мг/м}^3$) в 3 раза превышает предельно допустимую концентрацию (далее – ПДК) ($0,5 \text{ мг/м}^3$, класс условий труда (далее – КУТ) 3.2), никель и его оксиды ($0,058 \text{ мг/м}^3$) в 0,8 раза выше ПДК ($0,05 \text{ мг/м}^3$, КУТ 3.1), кремний диоксид (уровень не превышает ПДК, КУТ 2.0). Аппаратчики гидрометаллургии купоросного цеха медного отделения подвергаются воздействию солей никеля в виде гидроаэрозоля (фактический уровень фактора $0,006 \text{ мг/м}^3$, КУТ 3.2), меди и серной кислоты (фактический уровень не превышает ПДК, КУТ 2); аппаратчики участка переработки шламов в производстве редких металлов химико-металлургического отделения контактируют с никелем и его оксидами, свинцом и его неорганическими соединениями, кадмием и его неорганическими соединениями (фактический уровень не превышает ПДК, КУТ 2; уровень серной кислоты ($1,8 \text{ мг/м}^3$) в 1,8 раза превышает среднесменную ПДК ($1,0 \text{ мг/м}^3$), КУТ 3.1).

Вышеперечисленные промышленные токсиканты обладают доказанным канцерогенным действием (кадмий, свинец, никель, серная кислота) и могут оказывать неблагоприятное влияние на репродуктивную систему (медь, свинец).

Группа контроля – 8 человек сотрудницы административного аппарата (возраст $40,1 \pm 0,92$ года, стаж $9,25 \pm 0,64$ года), не подвергающиеся воздействию химических токсикантов.

Соскоб клеток буккального эпителия осуществляли с внутренней поверхности щеки. Материал с цитощетки равномерным слоем переносили на предметное стекло, высушивали естественным путем, окрашивали по Паппенгейму. Анализ препаратов осуществляли под микроскопом Primo Star (Carl Zeiss) при увеличениях 16×40 и 16×100 . Подсчет проводили на 1000 клеток. Оценивались показатели: цитогенетические, пролиферации и деструкции ядра. Результат выражали в промилле (‰). При статистическом анализе использовали пакет Statistica 6.0. Достоверность различий оценивали с помощью непараметрического критерия Манна – Уитни.

На первом этапе проведена оценка цитогенетического статуса у работниц основной и контрольной групп. Как видно из таблицы 1, у женщин, контактирующих с вредными факторами, выявлено кратное увеличение генотоксических показателей: микроядра и протрузии ($p < 0,05$).

Таблица 1 – Цитограмма буккального эпителия у женщин, работающих при воздействии вредных факторов производства, и группы контроля без воздействия (‰)

Показатель	Группа контроля, n = 8	Основная группа, n = 39
микроядра	$1,88 \pm 0,23$	$4,00 \pm 0,12^*$
протрузии	$3,13 \pm 0,44$	$5,72 \pm 0,20^*$
двуядерные клетки	$2,63 \pm 0,26$	$3,67 \pm 0,15^*$
перинуклеарная вакуоль	$1,25 \pm 0,16$	$1,56 \pm 0,09$
конденсация ядра	$3,88 \pm 0,30$	$5,21 \pm 0,20^*$
вакуолизация ядра	$3,88 \pm 0,40$	$6,59 \pm 0,19^*$
вакуолизация цитоплазмы	$4,50 \pm 0,33$	$7,59 \pm 0,20^*$
кариолизис	$2,75 \pm 0,25$	$4,97 \pm 0,19^*$
* отмечены величины, статистически значимо отличающиеся от контрольной группы (при $p < 0,05$).		

Микроядра и протрузии могут играть ведущую роль в выявлении факторов риска развития миомы матки. Микроядра по механизму образования – это фрагменты хромосом, образовавшиеся при повреждении ДНК из-за нарушения образования веретена деления в процессе митоза, либо это одна или несколько

целых хромосом, не вошедших в состав ядра в анафазе митоза. Основное отличие микроядер – четкие края структуры и равномерность окрашивания, чаще круглой или овальной формы.

Увеличение числа клеток с протрузиями ядер (рисунок 1) считается интегративным показателем генетических нарушений в интерфазных ядрах у работниц, подверженных генотоксическим и цитотоксическим воздействиям экзогенных факторов. Получено увеличение двуядерных клеток на 39 % в препаратах буккальных цитогрaмм в основной группе ($p < 0,05$). Известно, что образование двуядерных клеток происходит в результате деления ядра без деления цитоплазмы, при этом увеличивается их плоидность. Двуядерные клетки являются показателем пролиферации и образуются в результате нарушения цитокинеза. Повышение частоты двуядерных клеток выявлено при токсическом действии многих химических соединений, воспалении, предопухолевых и онкогенных процессах. Повышение частоты двуядерных эпителиоцитов у обследуемых можно рассматривать как проявление адаптации.

У всех обследованных женщин в основной группе получены изменения ранней и поздней деструкции ядра и цитоплазмы по сравнению с группой контроля. Выявлено увеличение показателей вакуолизации ядра и вакуолизации цитоплазмы (рисунок 2) на 68 %, а кариолизис на 80 %. Показатель конденсации ядра на 34 % выше в сравнении с группой контроля. Полученные данные свидетельствуют о цитотоксическом эффекте. Также полученные данные можно интерпретировать как нарушение естественной стимуляции процессов апоптоза буккальных эпителиоцитов при воздействии промышленных токсикантов.



Рисунок 1 – Генотоксические показатели. Эпителиоцит с ядерной протрузией (окраска по Папенгейму, ув.х100)

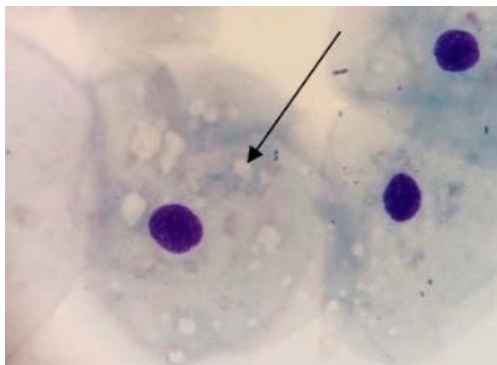


Рисунок 2 – Цитотоксические показатели. Эпителиоцит с вакуолизацией цитоплазмы (окраска по Папенгейму, ув.х100)

В основной группе работников миома матки выявлялась в 25,6 % случаев. Учитывая тот факт, что миома – это полиэтиологическое заболевание и роль генетического фактора на современном этапе точно не установлена, актуальным является выбор показателей цитогрaммы, которые в первую очередь свидетельствуют о генетическом риске. Как было показано, в состав промышленных аэрозолей входят свинец, никель и кадмий, которые могут вызывать хромосомные мутации в соматических и половых клетках. Механизм действия образования микроядер основан на разрыве ДНК и образовании ДНК-белковых связей.

При проведении внутригруппового анализа выявлено, что у женщин – работниц основной группы с миомой матки количество микроядер было выше в 1,5 раза, протрузий в 1,3 раза по сравнению с работницами, контактирующими с промышленными токсикантами, но без патологии. Количество двуядерных клеток, отвечающих за процессы пролиферации у женщин с миомой матки достоверно выше в 1,1 раза. При

анализе цитотоксических показателей количество клеток букарального эпителия с вакуолизацией цитоплазмы у работниц с миомой матки выше в кратном количестве.

Таким образом, генотоксические и цитотоксические показатели в цитогамме букарального эпителия встречаются достоверно чаще у женщин, подвергающихся воздействию промышленных аэрозолей, содержащих мутагенные и репротоксичные элементы по сравнению с контролем. Частота выявления случаев миомы матки выше в основной группе.

У работниц с миомой матки получены достоверные изменения показателей букарального эпителия: микроядра, протрузии, двуклеточные клетки и вакуолизация цитоплазмы, которые могут быть использованы в качестве маркеров дополнительного скрининга и последующей ранней диагностики риска развития миомы матки у работниц, контактирующих с вредными химическими факторами на производстве.

Литература

1. Доброхотова, Ю. Э. Миома матки у пациенток пременопаузального периода / Ю. Э. Доброхотова, И. Ю. Ильина // Медицинский совет. – 2019. – № 13. – С. 123–128.
2. Кудрина, Е. А. Миома матки: современные аспекты патогенеза и лечения (клиническая лекция) / Е. А. Кудрина, Д. В. Баурин // Архив акушерства и гинекологии им. В. Ф. Снегирева. – 2016. – Т. 3, № 1. – С. 4–10.
3. Миома матки: взгляд на проблему / Р. А. Карамян, И. М. Ордянец, В. А. Хорольский, Д. Р. Асатрян // Медицинский вестник Юга России. – 2022. – Т. 13, № 2. – С. 18–25.
4. Machado-Lopez, A. Molecular and cellular insights into the development of uterine fibroids / A. Machado-Lopez, C. Simón, A. Mas // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, iss. 16. – Art. № 8483. – DOI: 10.3390/ijms22168483.
5. Зайцева, Н. В. Цитогенетические маркеры и гигиенические критерии хромосомных нарушений у населения и работников в условиях воздействия химических факторов с мутагенной активностью (на примере металлов, ароматических углеводородов, формальдегида) : монография / Н. В. Зайцева, М. А. Землянова, В. Б. Алексеев, С. Г. Щербина. – Пермь : Книжный формат, 2013. – 222 с.

Поступила 08.09.2025

БЕЛОК SST2 В СЫВОРОТКЕ КРОВИ МУЖЧИН МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА, РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА, И ЕГО СВЯЗЬ С ФАКТОРАМИ РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ

Страхова Л. А., *strahova.laris2019@yandex.ru*,

Трошин В. В., к. м. н., *vecheslavl@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Работающие лица, в зависимости от вида профессиональной деятельности, подвергаются воздействию различных факторов производственной среды и трудового процесса (производственный шум, вибрация, загрязнение воздуха рабочей зоны вредными веществами, напряженность и тяжесть трудового процесса), которые могут оказывать негативное влияние на сердечно-сосудистую систему (далее – ССС) и способствовать раннему развитию сердечно-сосудистых заболеваний (далее – ССЗ). Ранняя диагностика ССЗ у работающих лиц, особенно молодого и среднего возраста, является актуальной задачей общественного здравоохранения.

Продолжается интенсивный поиск информативных и чувствительных биомаркеров, позволяющих на ранних этапах выявить сердечно-сосудистую патологию или предсказать ее развитие. В последние годы внимание исследователей обращено на изучении прогностической роли такого маркера, как белок ST2 – стимулирующий фактора роста, экспрессируемый геном 2. ST2 синтезируется в кардиомиоцитах, сердечных фибробластах и эндотелиальных клетках сосудов в ответ на миокардиальный стресс. ST2 является рецептором интерлейкина-33 (далее – ИЛ-33) и состоит из двух основных изоформ: трансмембранной или клеточной (далее – ST2L), и растворимой или циркулирующей (далее – sST2), которая может быть обнаружена в сыворотке крови [1]. Комплекс ИЛ-33/ST2L оказывает кардиопротективное действие, препятствуя

развитию фиброза, гипертрофии кардиомиоцитов и способствуя улучшению функциональной способности миокарда [2]. Напротив, sST2, имея высокое сродство к ИЛ-33, связывается с ним, действуя как рецептор-ловушка, приводит к блокированию системы ИЛ-33/ST2L и устранению кардиопротективного эффекта [3]. Было показано, что sST2 способен непосредственно связываться и взаимодействовать с макрофагами и модулировать воспалительную реакцию [3]. В последние годы sST2 стали рассматривать в качестве нового маркера ССЗ. Была выявлена его более высокая прогностическая значимость по сравнению с натрийуретическими пептидами. В результате белок sST2 был представлен как перспективный надежный биомаркер в оценке прогноза заболеваний ССС [4].

Несмотря на интенсивные исследования роли белка sST2 в развитии ССЗ, нерешенных вопросов относительно данного маркера много. Не приведено достаточно данных по изучению концентрации sST2 в сыворотке крови популяции здоровых людей. Не определена связь sST2 с маркерами оксидативного стресса (далее – ОС) и воспаления, не исследована его роль, как фактора риска развития сердечно-сосудистой патологии у работающих лиц.

Цель исследования – дать оценку содержания sST2 белка в сыворотке крови у мужчин молодого и среднего возраста, работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов, и установить его связь с факторами риска развития сердечно-сосудистой патологии.

В работе проведены результаты изучения взаимосвязи уровня sST2 в сыворотке крови с некоторыми факторами сердечно-сосудистого риска (далее – ССР) – артериальным давлением (далее – АД), возрастом, индексом массы тела (далее – ИМТ), изменениями на электрокардиограмме (далее – ЭКГ), маркерами углеводного и липидного обменов, показателями ОС, воспаления, эндотелиальной дисфункции. Было обследовано 86 человек, работающих на металлургическом заводе Нижегородской области – мужчины (возраст от 29 до 51 года, стаж работы в условиях воздействия вредных производственных факторов от 8 до 35 лет, II группа здоровья), которые подвергались преимущественному воздействию производственного шума и промышленных аэрозолей (сварочные и кремнийсодержащие аэрозоли преимущественно фиброгенного действия).

Содержание взвешенных веществ (аэрозолей) в воздухе рабочей зоны постоянно превышали предельно допустимые концентрации. Среднесменные значения аэрозолей с содержанием диоксида триоксида на разных участках колебались от 0,65 до 7,2 мг/м³ (при предельно-допустимой концентрации (далее – ПДК) 6,0 мг/м³), диоксида кремния (при содержании пыли от 10 до 70 %) – от 0,44 до 2,4 мг/м³ (ПДК 2,0 мг/м³), железа – от 1,65 до 2,6 мг/м³ (ПДК 10,0 мг/м³), электрокорунда – от 1,8 до 6,6 мг/м³ (ПДК 6,0 мг/м³), марганца (при его содержании до 20 %) – от 0,25 до 0,72 мг/м³ (ПДК – 0,6 мг/м³). Уровень шума на некоторых участках производства достигал 90–95 дБА. Общая оценка трудового процесса характеризовалась классом условий труда 3.1–3.2 («вредный» первой и второй степени).

Данное исследование было одобрено местным локальным этическим комитетом ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, не нарушало права и не подвергало опасности обследованных лиц в соответствии с требованиями биомедицинской этики, предъявляемыми Хельсинской Декларацией Всемирной медицинской ассоциации (2000).

Индекс массы тела рассчитывали по формуле: отношение массы тела к квадрату роста (кг/м²). Ожирение диагностировали по классификации Всемирной организации здравоохранения (1997). Измерение систолического и диастолического АД проводили аускультативным методом по Н. С. Короткову. Выполнена стандартная ЭКГ в 12 отведениях. При анализе ЭКГ учитывали частоту сердечных сокращений, проводимость, ритм сердца, наличие гипертрофии отделов сердца. Забор крови проводили в период с 7 до 10 часов утра натощак. Образцы сывороток крови получали стандартным способом. Все образцы хранили до исследования при минус 70–80 °С.

Норму исследуемых биохимических показателей определяли в соответствии с рекомендациями производителей наборов реагентов. Содержание общего холестерина (далее – ХС), холестерина липопротеинов низкой плотности (далее – ЛПНП-ХС), холестерина липопротеинов высокой плотности (далее – ЛПВП-ХС), триглицеридов (далее – ТГ) и глюкозы в сыворотке крови определяли с использованием диагностических наборов и анализатора «Konelab 20» («Thermo Fisher Scientific Oy», Финляндия). Дислипидемию диагностировали при отклонении от нормы одного и более показателей липидного обмена: ХС > 4,9 ммоль/л и/или ЛПНП-ХС > 3,0 ммоль/л и/или ЛПВП-ХС < 1,0 ммоль/л, и/или ТГ > 1,7 ммоль/л [5]. Содержание sST2 в сыворотке крови определяли с использованием диагностического набора «Presage ST2 Assay» фирмы «Critical Diagnostics» (Германия). Диапазон референсных значений sST2 в сыворотке крови здоровых доноров по данным производителей набора составил 1,75–34,0 нг/мл. Содержание С-реактивного белка (далее – СРБ) в сыворотке крови определяли высокочувствительным методом ИФА с использованием диагностических наборов производства АО «Вектор Бест» (Россия). Содержание 8-OHdG (маркер ОС) в сыворотке крови определяли методом ИФА с помощью наборов реагентов «DNA Damage ELISA Kit» фирмы «Enzo LifeSciences» (Швейцария). Показатели ОС и общей антиокислительной способности сыворотки (далее – АОС) определяли

с помощью наборов реагентов «PerOx (TOS/TOC) Kit и «ImAnOx (TAS/TAC) Kit фирмы «Immundiagnostik» (Германия). Уровень ОС и АОС оценивали качественно по рекомендации производителей наборов как низкий, средний и высокий, количественно выражали в концентрации пероксидов в сыворотке крови. Уровень общего глутатиона (далее – ОГ) определяли в цельной крови методом Элмана.

В статистической обработке полученных данных использовались методы вариационной статистики с использованием программы Statistica 6.1 (StatsoftInc, USA).

Обследуемые лица не предъявляли жалоб на состояние здоровья. Однако у части обследуемых были выявлены отклонения от нормального уровня маркеров, относящихся к факторам ССР: у 45 человек (52,3 %) уровень АД в пределах значений высокого нормального АД (130–139/80–89 мм рт. ст.), у 36 (41,8 %) – избыточная масса тела, у 15 (17,4 %) – ожирение, у 33 (38,4 %) – дислипидемия, у 9 (10,4 %) – повышенный уровень глюкозы, у 45 (52,3 %) – фактор курения, у 64 человек (74,4 %) наблюдались различные изменения на ЭКГ.

sST2 выявлялся в сыворотке крови всех обследованных лиц в пределах от 8,3 до 59,3 нг/мл, составляя в среднем $20,3 \pm 10,3$ нг/мл. У большей части обследованных (74 человека (86,1 %)) уровень sST2 не превышал 34,0 нг/мл, составляя в среднем $24,6 \pm 10,3$ нг/мл. Повышенные концентрации sST2 в сыворотке крови (более 34,0 нг/мл) были выявлены у 12 из 86 человек (13,9 %).

Для анализа взаимосвязи между факторами ССР и уровнем sST2 все обследуемые были разделены на три группы в зависимости от уровня sST2: группа 1 (n = 34) – уровень sST2 менее среднего значения 20 нг/мл – от 8,3 до 19,9 нг/мл ($15,9 \pm 3,0$ нг/мл); группа 2 (n = 40) – уровень sST2 более среднего значения 20,0 нг/мл – от 20,4 до 32,9 нг/мл ($26,4 \pm 3,9$ нг/мл); группа 3 (n = 12) – уровень sST2, превышающий верхнюю границу референсного значения 34,0 нг/мл – от 35,2 до 59,3 нг/мл ($44,9 \pm 6,8$ нг/мл). Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Частота выявления отклонений от нормального уровня маркеров, относящихся к факторам ССР, у работающих лиц при разной концентрации sST2

Показатель	Группы обследуемых			p (t-критерий Стьюдента)
	Группа 1 (n = 34)	Группа 2 (n = 40)	Группа 3 (n = 12)	
Концентрация sST2 (нг/мл), (M ± σ)	15,9 ± 3,0	26,4 ± 3,9	44,9 ± 6,8	$p_{1-2} = 0,0006; p_{1-3} = 0,0001;$ $p_{2-3} = 0,0004$
Средний возраст (лет), (M ± σ)	37,7 ± 7,9	40,2 ± 8,2	35,4 ± 9,5	$p_{1-2} = 0,09; p_{1-3} = 0,21;$ $p_{2-3} = 0,05$
Маркеры, относящиеся к факторам ССР:	Частота выявления отклонений от нормального уровня маркеров, относящихся к факторам ССР, абс, (%)			p^* (критерий χ^2)
уровень АД, 130–139/80–89 мм рт. ст.	12 (35,3)	25 (62,5)	8 (66,6)	$\chi^2 = 5,441; p_{1-2}^* = 0,020$ $\chi^2 = 3,552; p_{1-3}^* = 0,060$ $\chi^2 = 0,069; p_{2-3}^* = 0,793$
избыточная масса тела, ИМТ от 25 до 29,9 кг/м ²	17 (50,0)	14 (35,0)	5 (41,7)	$\chi^2 = 1,699; p_{1-2}^* = 0,193$ $\chi^2 = 0,247; p_{1-3}^* = 0,620$ $\chi^2 = 0,177; p_{2-3}^* = 0,675$
ожирение, ИМТ от 30 и более кг/м ²	5 (14,7)	9 (22,5)	1 (8,3)	$\chi^2 = 0,700; p_{1-2}^* = 0,394$ $\chi^2 = 0,318; p_{1-3}^* = 0,574$ $\chi^2 = 1,193; p_{2-3}^* = 0,275$
изменения на ЭКГ (аритмия, нарушение внутрижелудочковой проводимости, синдром ранней реполяризации, блокада ножки пучка Гиса, гипертрофия левого желудочка сердца)	13 (38,2)	37 (92,5)	11 (91,6)	$\chi^2 = 5,043; p_{1-2}^* = 0,024$ $\chi^2 = 2,787; p_{1-3}^* = 0,095$ $\chi^2 = 0,004; p_{2-3}^* = 0,947$
уровень глюкозы, более 6,1 ммоль/л	0 (0)	8 (21,1)	1 (8,3)	$\chi^2 = 7,624; p_{1-2}^* = 0,006$ $\chi^2 = 2,896; p_{1-3}^* = 0,089$ $\chi^2 = 0,878; p_{2-3}^* = 0,349$
уровень ХС, более 5,0 ммоль/л	8 (23,5)	18 (45,0)	7 (58,3)	$\chi^2 = 3,717; p_{1-2}^* = 0,054$ $\chi^2 = 4,889; p_{1-3}^* = 0,028$ $\chi^2 = 0,657; p_{2-3}^* = 0,418$
уровни ЛПНП-ХС более 3,0 ммоль/л; ТГ более 1,7 ммоль/л; ЛПВП-ХС менее 1,0 ммоль/л	5 (15,0)	14 (34,7)	6 (50,0)	$\chi^2 = 3,966; p_{1-2}^* = 0,047$ $\chi^2 = 6,072; p_{1-3}^* = 0,014$ $\chi^2 = 0,878; p_{2-3}^* = 0,349$

Выявлено, что в группах лиц с концентрацией sST2 в сыворотке крови от 20,0 нг/мл и более (группы 2 и 3) с наибольшей частотой наблюдались изменения на ЭКГ, высокое нормальное АД, повышенные уровни

ХС и глюкозы, негативные изменения в составе липидограммы, относительно обследуемых лиц, в сыворотке крови которых содержание sST2 было менее 20,0 нг/мл (группа 1). Связи между уровнем sST2 с другими факторами ССР выявлено не было.

В таблице 2 представлены результаты, показывающие частоту выявления повышенных/пониженных значений некоторых маркеров ОС и воспаления при разной концентрации sST2 в сыворотке крови/цельной крови работающих лиц.

Таблица 2 – Частота выявления повышенных/пониженных значений биохимических показателей в сыворотке крови/цельной крови работающих лиц при разной концентрации sST2

Показатель	Группы обследуемых			p (t-критерий Стьюдента)
	Группа 1 (n = 34)	Группа 2 (n = 40)	Группа 3 (n = 12)	
Концентрация sST2 (1,75–34,0 нг/мл), (M ± σ)	15,9 ± 3,0	26,4 ± 3,9	44,9 ± 6,8	$p_{1-2} = 0,0006; p_{1-3} = 0,0001;$ $p_{2-3} = 0,0004$
Уровни показателей	Частота выявления (абс, (%)) повышенных/ пониженных значений			p^* (критерий χ^2)
Высокий уровень ОС: более 320 мкмоль/л	14 (41,2)	29 (72,5)	9 (75,0)	$\chi^2 = 7,408; p_{1-2}^* = 0,007$ $\chi^2 = 4,059; p_{1-3}^* = 0,040$ $\chi^2 = 0,029; p_{2-3}^* = 0,865$
Высокий уровень 8-OHdG: более 30,0 нг/мл	8 (23,5)	33 (82,5)	7 (58,3)	$\chi^2 = 25,867; p_{1-2}^* < 0,001$ $\chi^2 = 4,889; p_{1-3}^* = 0,028$ $\chi^2 = 3,037; p_{2-3}^* = 0,082$
Низкий уровень ОГ: менее 800,0 мкмоль/л	2 (5,9)	7 (17,5)	4 (33,3)	$\chi^2 = 2,322; p_{1-2}^* = 0,128$ $\chi^2 = 5,893; p_{1-3}^* = 0,016$ $\chi^2 = 1,387; p_{2-3}^* = 0,239$
«Базовый» уровень СРБ от 3,1 до 8,0 мг/л	8 (23,5)	23 (57,5)	7 (58,3)	$\chi^2 = 8,713; p_{1-2}^* = 0,004$ $\chi^2 = 4,889; p_{1-3}^* = 0,028$ $\chi^2 = 0,003; p_{2-3}^* = 0,960$

Выявлено, что в группах 2 и 3 с наибольшей частотой выявлялись лица с высоким уровнем ОС и 8-OHdG – маркера ОС, свидетельствующего о фрагментации ДНК и разрыве ее нитей, а также лица со сниженным уровнем ОГ и «базовым» уровнем СРБ более 3,0 мг/л, который указывает на повышенный риск сердечно-сосудистого события. Выявлена прямая корреляционная связь слабой силы между содержанием 8-OHdG и sST2 в сыворотке крови в группах 1 и 2 ($r = 0,29; p = 0,007$ (коэффициент корреляции r-Пирсона)). Следует отметить, что не было выявлено статистически значимых различий в частоте выявления перечисленных биомаркеров и их уровней между лицами с концентрацией sST2 в сыворотке крови от 20,0 нг/мл до 34,0 нг/мл и с концентрацией sST2 более 34,0 нг/мл (верхний предел референсного значения).

Таким образом, полученные результаты выявили взаимосвязь между концентрацией sST2 в сыворотке крови работающих лиц и рядом функциональных и биохимических показателей, относящихся к факторам ССР. Следует отметить, что изменения данных показателей с наибольшей частотой констатировались при концентрации sST2, находящейся в пределах референсных значений – от ее средней величины (20,0 нг/мл) до верхней границы референсного значения (34,0 нг/мл). Можно предположить необходимость более углубленного обследования практически здоровых лиц с уровнем sST2 в сыворотке крови от 20,0 до 34,0 нг/мл на предмет выявления доклинической сердечно-сосудистой патологии. Возможно, уже при концентрации sST2 20,0 нг/мл данный белок оказывает негативное воздействие на кардиозащитную роль системы ИЛ-33/ST2L. Избыточное образование свободных радикалов может привести к развитию субклинической сердечно-сосудистой патологии. Активные формы кислорода, воздействуя на клетки эндотелия, способствуют выделению эндотелина 1, который повышает экспрессию sST2. Данные ряда авторов свидетельствуют о влиянии sST2 на процесс поляризации макрофагов в направлении образования макрофагов M1, активирующих систему воспаления [3]. Кроме того, нарушается выработка интерлейкина-10, противовоспалительного цитокина, экспрессия которого стимулируется системой ИЛ-33/ST2L. В результате происходит стимуляция воспалительных реакций. Об этом свидетельствует превышение «базовой» концентрации в сыворотке крови СРБ (более 3,0 мг/л) у обследуемых лиц с концентрацией sST2 более 20,0 нг/мл. Вполне возможно, что изменения на ЭКГ, возникающие у практически здоровых субъектов, обусловлены влиянием растворимого ST2 и нарушениями в системе ИЛ-33/ST2L.

Таким образом, определение уровня растворимого ST2 белка в комплексе с другими показателями, относящимися к факторам ССР, может дать ценную информацию о патофизиологии болезней системы кровообращения на доклинической стадии.

Литература

1. Камардинов, Д. Х. Растворимый ST2 – как биомаркер, инструмент стратификации риска и терапевтическая мишень у пациентов с хронической сердечной недостаточностью / Д. Х. Камардинов, Р. Н. Сонгуров, В. И. Иошина, Ю. И. Бузиашвили // Кардиология. – 2020. – Т. 60, № 2. – С. 111–121.
2. Физиологическая и патофизиологическая роль стимулирующего фактора роста ST2 / Ю. А. Дылева, О. В. Груздева, О. Е. Акбашева [и др.] // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62, № 10. – С. 599–605.
3. Прогноз сердечно-сосудистых событий после имплантации кардиовертера-дефибриллятора пациентам с хронической сердечной недостаточностью: значение повышения концентрации эндотелина-1 и растворимой формы белка ST2 в плазме крови / А. Т. Тепляков, Н. И. Тарасов, Л. К. Исаков [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2018. – Т. 17, № 3. – С. 140–150.
4. Биомаркеры ST2 и интерлейкин 33 в оценке кардиального воспаления, фиброза и прогноза пациентов с хронической сердечной недостаточностью / О. М. Драпкина, А. В. Концевая, А. Я. Кравченко [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26, № 3S. – С. 79–85. – (Образование: приложение к Российскому кардиологическому журналу. Т. 26 ; № 3).
5. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024 / Ж. Д. Кобалава, А. О. Конради, С. В. Недогода [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2024. – Т. 29, № 9. – С. 230–329.

Поступила 26.08.2025

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН, ЗАНЯТЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИ

Сюрин С. А., д. м. н., доцент, kola.reslab@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Производство цветных металлов, в том числе меди, относится к отраслям экономики с вредными условиями труда. Они создают повышенный профессиональный риск здоровью работников, включая формирование болезней органов дыхания [1]. В настоящее время практически отсутствует информация об особенностях влияния условий труда при производстве меди на организм мужчин и женщин. В единичных исследованиях показана большая распространенность хронического ринита, бронхиальной астмы, нарушений репродуктивной функции у женщин, занятых в медно-никелевой промышленности. При этом есть все основания полагать, что негативное влияние на здоровье, описанное в цитируемых исследованиях, определялось преимущественно соединениями никеля, а не меди [2–4].

Помимо производственных факторов, у работников медно-никелевой промышленности доказанный риск развития болезней органов дыхания повышают и другие факторы, прежде всего курение и бытовые загрязнения воздуха [5]. Сложные сочетания производственных и бытовых вредных факторов затрудняют определение их этиологической значимости и особенностей влияния на развитие болезней органов дыхания у работников металлургических предприятий.

Цель исследования заключалась в изучении особенностей структуры и распространенности хронических бронхолегочных заболеваний (далее – ХБЛЗ) у мужчин и женщин, занятых в производстве меди. Для достижения поставленной цели изучены данные углубленного периодического медицинского осмотра 607 работников цеха по производству меди, из которых 353 человека были заняты в пирометаллургическом и 254 человека в электролизных переделах меди. Помимо стандартного клинико-функционального обследования методом анкетирования, проводился сбор данных о потреблении табачной продукции. Степень экспозиции к табачному дыму определялась по индексу курения (далее – ИК) (С. Н. Авдеев и др., 2025). Уровни и концентрации вредных производственных факторов устанавливались по результатам специальной оценки условий труда и данным ведомственного производственного контроля.

При обработке материалов исследования определялись t-критерий Стьюдента, относительный риск (далее – ОР) и его 95 % доверительный интервал (95 % ДИ), критерий согласия χ^2 (Microsoft Excel 2016, Epi Info, v. 6.04d). Числовые данные представлены как абсолютные и процентные значения, среднее арифметическое и его стандартная ошибка ($M \pm m$). Нулевая гипотеза считалась критической при $p < 0,05$.

Среди обследованных работников мужчин было 499 (82,2 %), а женщин – 108 (17,8 %) человек. Их средний возраст составил $(39,9 \pm 0,3)$ года, а средняя продолжительность стажа на предприятии – $(15,8 \pm 0,3)$ года. В числе работников были 108 (17,8 %) электролизников водных растворов, 77 (12,6 %) слесарей-ремонтников, 72 (11,9 %) плавильщика, 70 (11,5 %) аппаратчиков-гидрометаллургов, 64 (10,5 %) электромонтеров, 61 (10,0 %) машинист крана, 43 (7,1 %) конвертерщика, 82 (13,5 %) других рабочих-специалистов, 30 (4,9 %) инженерно-технических работников. Женщины были заняты только в специальностях электролизник, машинист крана, аппаратчик-гидрометаллург, обработчик матричных листов, шихтовщик, оператор пылегазоочистных установок, фильтровальщик, а также на инженерно-технических должностях. Особенно много женщин было среди машинистов крана и электролизников: 45 (или 73,8 % всех крановщиков) и 43 (или 39,8 % всех электролизников) человека соответственно. Значительно реже женский труд использовался в специальностях фильтровальщик ($n = 6$), аппаратчик-гидрометаллург ($n = 5$), обработчик матричных листов ($n = 4$), оператор пылегазоочистных установок ($n = 2$), инженерно-технический работник ($n = 5$).

По данным гигиенических исследований основным вредным фактором при производстве меди являются газопылевые аэрозоли. При плавке медного концентрата средняя концентрация пыли превышает ПДК в 4,2–7,5 раза, водонерастворимых соединений никеля – в 1,7–2,4 раза, диоксида серы в 2,2–2,5 раза. Максимальные концентрации соединений никеля выше предельно-допустимых концентраций (далее – ПДК) в 9–15 раз, диоксида серы – в 5,1–5,7 раза, свинца – в 2–5,3 раза, мышьяковистого ангидрида – в 1,6–2,0 раза. Средние уровни меди и ее соединений находятся в пределах допустимых значений, а максимальные – в 1,9–2,2 раза выше ПДК. При электролизном переделе меди средние концентрации аэрозолей водорастворимых соединений никеля превышают ПДК в 2–3 раза, а максимальные – до 30,4 раза. Средний уровень мышьяковистого водорода находится выше ПДК в 2,3 раза, а максимальный – в 9,5 раза. Средние и максимальные концентрации аэрозолей водорастворимых соединений меди и серной кислоты соответствуют установленным гигиеническим нормативам при осуществлении всех технологических процессов.

По итоговой оценке условия труда чистильщика газоходов, плавильщика, обжигальщика соответствуют классу вредности 3.4, аппаратчика-гидрометаллурга, конвертерщика, фильтровальщика – классу 3.3-3.4, стропальщика, грузчика шихты, разлищика металла – классу 3.3, электролизника водных растворов, слесаря-ремонтника, шихтовщика – 3.2-3.3, электромонтера, машиниста крана, оператора пылегазоочистных установок, мастеров – 3.2-3.1, катодчика, обработчика матричных листов, инженерно-технического работника – классу 3.1. В некоторых случаях отмечалась более значительная вариабельность классов условий труда у одних и тех же специалистов, что зависело от особенностей каждого рабочего места.

По результатам медицинского осмотра признаки ХБЛЗ отсутствовали у 384 (63,3 %) человек. Группу риска (наличие экспозиции к факторам риска и отдельных симптомов, недостаточных для установления диагноза хронической патологии) составили 141 (22,2 %) человек. Различные нозологические формы ХБЛЗ были диагностированы у 82 (13,5 %) человек, в том числе хронический бронхит (далее – ХБ) – у 70 (11,5 %), хроническая обструктивная болезнь легких (далее – ХОБЛ) – у 7 (1,2 %), токсический пневмосклероз (далее – ТП) – у 2 (0,3 %) и бронхиальная астма (далее – БА) – также у 2 (0,3 %) человек. Выявлены существенные гендерные различия в состоянии респираторного здоровья. Среди мужчин было меньше здоровых лиц ($p < 0,001$), больше лиц группы риска развития ХБЛЗ ($p = 0,004$), а также суммарно больных всеми формами ХБЛЗ ($p = 0,029$) вследствие более высокой распространенности ХБ ($p = 0,049$). Гендерной особенностью явилось также развитие ХОБЛ и ТП только у мужчин (таблица 1). Риск развития ХБЛЗ у мужчин был выше, чем у женщин: ОР = 2,32; 95 % ДИ: 1,10–4,89.

Таблица 1 – Гендерные различия структуры и распространенности хронических бронхолегочных заболеваний в не стандартизованных группах мужчин и женщин, занятых в производстве меди

Клиническое состояние	Мужчины (n = 499)	Женщины (n = 108)	p
Здоровые лица, чел. (%)	297 (59,5)	87 (80,6)	<0,001
Группа риска, чел. (%)	127 (25,5)	14 (13,0)	0,004
Хронические заболевания бронхов и легких, в том числе:	75 (15,0)	7 (6,5)	0,019
хронический бронхит, случаи (%)	64 (12,8)	6 (5,6)	0,032
хроническая обструктивная болезнь легких, случаи (%)	7 (1,4)	0	0,185
бронхиальная астма, случаи (%)	2 (0,4)	1 (0,9)	0,234
токсический пневмосклероз, случаи (%)	2 (0,4)	0	0,510

Для объяснения выявленных различий были проанализированы факторы, которые по данным ранее выполненных исследований оказывают влияние на структуру и распространенность ХБЛЗ: условия труда, курение табака, возраст и продолжительность трудового стажа [3, 5].

Установлено, что среди работников с наиболее вредными условиями труда (класс вредности 3.4) было 82 (16,4 %) мужчины и только 5 (4,5 %) женщин ($p < 0,001$). Напротив, доля работников, имевших менее вредные условия труда класса 3.1, у женщин превышала показатели у мужчин: 20 (18,5 %) и 26 (5,2 %) человек, $p < 0,001$. Число мужчин и женщин с условиями труда класса 3.2 составило 214 (42,9 %) и 46 (42,3 %) человек, а класса 3.3 – 177 (35,4 %) и 37 (34,3 %) человек. В структуре ХБЛЗ доли мужчин и женщин с данными условиями труда существенно не отличались ($p = 0,956$ и $p = 0,812$ соответственно).

Среди работников цеха меди курящих было 288 (47,4 %) человек, а средний ИК составлял $(11,2 \pm 0,3)$ пачки сигарет в год. У мужчин, по сравнению с женщинами, отмечался более высокий ИК $((12,2 \pm 0,4)$ и $(8,7 \pm 1,2)$ пачки сигарет в год, $p = 0,006$) за счет большей интенсивности курения $((13,9 \pm 0,5)$ и $(10,1 \pm 1,0)$ сигареты в день, $p < 0,001$) при его не отличающейся продолжительности $((17,3 \pm 0,5)$ и $(16,5 \pm 1,4)$ года, $p = 0,591$). Средний возраст и стаж у женщин были выше, чем у мужчин: $(43,3 \pm 0,6)$ и $(39,2 \pm 0,4)$ года ($p < 0,001$) и $(17,6 \pm 0,8)$ и $(15,4 \pm 0,4)$ года ($p = 0,014$) соответственно.

Таким образом, мужчины – работники цеха меди подвергались более интенсивному воздействию вредных производственных факторов и компонентов табачного дыма. У женщин большее значение имели возраст (то есть проявления биологического старения организма) и более длительное воздействие производственных факторов меньшей интенсивности.

Так как целью исследования было изучение особенностей влияния на дыхательную систему мужчин и женщин условий медного производства, то курение табака, возраст и стаж работников явились в данном случае confounding factors (факторами, мешающими установлению истинной причинно-следственной связи между изучаемыми явлениями). Поэтому для достижения поставленной цели первоначальные группы мужчин и женщин были преобразованы в группы, полностью сопоставимые по классам условий труда, уровню экспозиции к табачному дыму, возрасту и стажу работы. При этом численность включенных в разработку мужчин снизилась до 291, а женщин – до 87 человек. В результате стандартизации групп класс условий труда 3.1 имели 18 (6,1 %) мужчин и 10 (11,5 %) женщин, $p = 0,090$; класс 3.2 – 126 (43,1 %) мужчин и 40 (46,0 %) женщин, $p = 0,590$; класс 3.3 – 115 (39,3 %) мужчин и 32 (36,8 %) женщин, $p = 0,711$; класс 3.4 – 34 (11,5 %) мужчин и 5 (5,7 %) женщин, $p = 0,117$. Уровень экспозиции к компонентам табачного дыма по ИК у мужчин и женщин был $(5,53 \pm 0,30)$ и $(5,46 \pm 0,61)$ пачек сигарет в год, $p = 0,918$ соответственно. Возраст женщин и мужчин составил $(43,5 \pm 0,6)$ и $(42,3 \pm 0,5)$ года ($p = 125$), а продолжительность стажа – $(17,2 \pm 0,9)$ и $(16,0 \pm 0,5)$ года ($p = 0,245$).

В стандартизованных группах доли работников без ХБЛЗ, группы риска и работников с ХБЛЗ существенно не отличались. У женщин не выявлялись ХОБЛ, БА и ТП, но эти отличия не были статистически значимыми (таблица 2). Между мужчинами и женщинами также перестали выявляться отличия в уровне риска формирования ХБЛЗ: ОР = 1,77; 95 % ДИ: 0,63–4,96.

Таблица 2 – Структура и распространенности хронических бронхолегочных заболеваний в стандартизованных группах мужчин и женщин, занятых в производстве меди

Клиническое состояние	Мужчины (n = 295)	Женщины (n = 87)	p
Здоровые лица, чел. (%)	222 (75,3 %)	70 (80,2 %)	0,315
Группа риска, чел. (%)	49 (16,6 %)	13 (15,1 %)	0,711
Хронические заболевания бронхов и легких, в том числе:	24 (8,1 %)	4 (5,8 %)	0,266
хронический бронхит, случаи (%)	17 (5,8 %)	4 (5,8 %)	0,676
хроническая обструктивная болезнь легких, случаи (%)	5 (1,7 %)	-	0,222
бронхиальная астма, случаи (%)	1 (0,3 %)	-	0,587
токсический пневмосклероз, случаи (%)	1 (0,3 %)	-	0,587

При планировании исследования было логично предположено, что у женщин, вследствие меньшей резистентности организма к действию вредных факторов, в том числе производственных, будут выявлены более выраженные изменения органов дыхания. На первом этапе исследования структуры и распространенности ХБЛЗ действительно были установлены существенные различия между мужчинами и женщинами-работниками цеха меди. Однако показатели у мужчин были существенно хуже, чем у женщин, и это не соответствовало данным литературы [3].

Второй этап исследования, выполненный с учетом интенсивности действия вредных производственных факторов (не только их наличия), уровня экспозиции к табачному дыму, возраста и продолжительности стажа, показал другие результаты. Оказалось, что у мужчин и женщин-работников цеха меди структура и распространенность ХБЛЗ не имеют значимых различий и это является новым научным фактом. Надо

полагать, что дифференцированный учет влияния производственных и непроизводственных факторов риска позволит дать более точную оценку состояния здоровья лиц, имеющих вредные условия труда. В качестве ограничения исследования можно рассматривать отсутствие данных о реальных концентрациях и составе пылегазовых аэрозолей во вдыхаемом воздухе при применении индивидуальных средств защиты органов дыхания.

Результаты выполненного исследования показали, что у мужчин и женщин-работников производства меди в группах, стандартизованных по возрасту, продолжительности стажа, условиям труда и экспозиции к компонентам табачного дыма, отсутствуют различия в структуре и распространенности ХБЛЗ.

Исследование выполнено в рамках НИР «Научное обоснование совершенствования оценки условий труда, профессиональных рисков и профилактики нарушений здоровья работников горно-металлургических предприятий Арктической зоны Российской Федерации» Регистрационный номер НИОКР 124032000013-8.

Литература

1. Серебряков, П. В. Клинико-гигиеническая оценка состояния здоровья работников производства меди в условиях Крайнего Севера / П. В. Серебряков, О. И. Карташев, И. Н. Федина // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 1. – С. 25–28.
2. Рочева, И. И. Условия труда и состояние здоровья работниц на предприятиях никелевого производства Кольского Заполярья / И. И. Рочева, Н. Р. Лештаева // Экология человека. – 2008. – № 10. – С. 47–49.
3. Сюрин, С. А. Особенности бронхолегочной патологии у работников медного производства в Кольском Заполярье / С. А. Сюрин // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3. – С. 53–56.
4. Vaktskjold, A. Genital malformation in newborns of female nickel-refinery workers / A. Vaktskjold, L. V. Talykova, V. Chashchin [et al.] // Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. – 2006. – Vol. 32, iss. 1. – P. 41–50.
5. Сюрин, С. А. Значение образа жизни в развитии бронхолегочных заболеваний у работников, занятых в производстве меди / С. А. Сюрин // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2012. – Т. 229, № 4. – С. 45–48.

Поступила 30.09.2025

ОЦЕНКА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА У ВОДИТЕЛЕЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

*Федотова И. В., д. м. н., доцент, irinavfed@mail.ru,
Некрасова М. М., к. б. н., доцент, nmarya@yandex.ru,
Скворцова В. А., www.bba1995@mail.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Экологические проблемы, обусловленные загрязнением атмосферы городов, обуславливают повышенное внимание к развитию электротранспортной системы коммуникаций. Наземный общественный электротранспорт (трамваи, троллейбусы) относится к экологически более безопасным видам транспортных средств, чем использующие углеродное топливо, и включение их в городскую логистику считается перспективным решением снижения химической нагрузки на население. В России, согласно стратегической инициативе, рассмотренной в феврале 2023 г. на сессии по электротранспорту особое внимание уделяется наращиванию выпуска электротранспортных средств [1]. Предусматривается развитие и модернизация этого сегмента, восстановление и обновление трамвайных путей и парка подвижного состава. Возрастает объем перевозок пассажиров городскими трамваями; среднесписочная численность работников, занятых на предприятиях, осуществляющих регулярные перевозки пассажиров трамваями в городском и пригородном сообщении, превышает 32 тысячи. В рамках федерального проекта «Развитие общественного транспорта» и национального проекта «Безопасные качественные дороги» Правительство Российской Федерации одобрило модернизацию городского электротранспорта в 10 городах, в том числе в г. Нижнем Новгороде [2].

Водители трамваев в процессе выполнения своей профессиональной деятельности оказываются под воздействием профессиональных факторов, обусловленных работой электродвигателя, конструктивными особенностями устройства кабин и приборов управления, а также факторами городской среды при движении по автомагистралям – уровнем загрязнения воздуха от выбросов автотранспорта, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, и шума, создаваемого обтекающими транспортными потоками. При исследовании условий труда к наиболее значимым факторам, превышающим допустимые уровни, относятся шум и вибрацию [3, 4]. В кабине водителя может регистрироваться широкополосный шум с преобладанием звуковой энергии в низко- и среднечастотных диапазонах интенсивностью от 60 до 90 дБ. Во время движения электротранспорта постоянно создается общая вибрация, часто превышающая санитарные нормы, а также локальная вибрация, передающаяся на кисти рук (рулевая) и на стопы, стоящие на педалях. Повышенные уровни вибрации обуславливают значительную распространенность в этой профессиональной группе дорсопатий [5].

В г. Нижнем Новгороде трамвайное сообщение существует с 8 мая 1896 г. и хронологически это вторая линия в Российской империи (после запуска трамвая в Киеве в 1892 г.). В мае 2016 г. Нижегородский трамвай отметил свое 120-летие. Трамвайные перевозки осуществляются на 387 трамвайных вагонах, в среднем в течение дня они перевозят до 200 тыс. пассажиров, общая протяженность сети составляет около 198 км, линии обслуживаются тремя депо. По состоянию на 2023 г., применяемый для перевозки пассажиров подвижной состав Нижегородского трамвая представлен исключительно 14-метровыми четырехосными вагонами разных моделей.

Целью настоящего исследования являлась оценка профессионального риска водителей трамваев в г. Нижнем Новгороде, обусловленная воздействием виброакустических факторов.

Измерение уровней шума, инфразвука, общей и локальной вибрации выполнены на рабочих местах водителей в кабинах трамваев с использованием поверенной аппаратуры (шумомер-вибромметр-измеритель спектров «Экофизика», вибромметр «Октава-101 ВМ») по стандартным методикам во время движения трамваев по 5 городским маршрутам – 2, 3, 18, 21, 27, пролегающим по оживленным автомагистралям города как в верхней, так и в нижней (заречной) его части. Исследования проводились в кабинах широко представленных в России 5 моделей трамваев (PB3-E, Tatra T3SU, KBP TP3, 71-608KM, МТТЧ) со сроками эксплуатации от 3 до 15 лет. Оценка результатов измерений, определение класса условий труда и оценка профессионального риска осуществлялась в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», Руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса Критерии и классификация условий труда», Руководством Р 2.2.3969-23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки». Статистическая обработка полученных данных выполнена при помощи программ Microsoft Excel и Statistica 12.0.

С целью структурирования результатов исследования полученных фактических уровней и дальнейшего практического их применения для статистической обработки и оценки профессионального риска была разработана электронная база данных «Исследование уровней виброакустических параметров (шума, инфразвука, вибрации общей и локальной) на рабочих местах водителей трамваев», получено свидетельство о регистрации (№ 2024624541 от 17.10.2024). База данных содержит значения контролируемых параметров уровней шума и инфразвука ($n = 4844$), вибрации общей на полу (5580), вибрации общей на сиденье (5940), вибрации локальной (684) на рабочих местах водителей трамваев г. Нижнем Новгороде с учетом модели трамвая, участков маршрута движения, времени измерения. Реализован механизм поиска и сортировки по любым полям, возможен экспорт всех данных в таблицу Excel. База данных является постоянно пополняемой.

Анализ результатов измерения показал, что на водителей трамваев действует непостоянный, колеблющийся во времени, широкополосный шум с преобладанием звуковой энергии в низко- и среднечастотных областях. Интенсивность его в низкочастотном диапазоне (31,5–125 Гц) составила 77–104 дБ; в среднечастотном (250–1000 Гц) – 68–76 дБ. Эквивалентный уровень звука в зависимости от модели трамвая, участков маршрута, состояния рельсового полотна, интенсивности движения изменялся в диапазоне 66–85 дБА (при предельно-допустимом уровне (далее – ПДУ) 80 дБА). Наибольшие значения, превышающие ПДУ, были зафиксированы в кабинах водителей трамваев моделей Tatra T3SU (в 15 % измерений), 71-608KM (в 10 %) и PB3-E (в 9 %).

Результаты измерений уровней инфразвука (далее – ИЗ) свидетельствовали о превышении допустимого значения на частоте 16 Гц на всех транспортных средствах (на 5–14 дБ). Наибольшие отклонения от норматива эквивалентного общего уровня ИЗ на характеристике FI (линейная) отмечались на модели трамвая PB3-E в 82 %, а при применении частотной коррекции G (ISO 7196) – в 100 % измерений; на модели трамвая Tatra T3SU – соответственно в 45 и 95 % измерений.

Локальная вибрация (далее – ЛВ), измеренная на рукоятке контроллера, характеризовалась как средне-частотная с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 31,5–63,0 Гц. Колебания уровней регистрировали в пределах 92–139 дБ по оси X, 69–138 дБ по оси Y, 108–147 дБ по оси Z. Превышение предельно допустимого эквивалентного корректированного уровня виброускорения (126 дБ) ЛВ отмечено на модели трамвая РВЗ-Е (138 дБ по всем осям), Tatra T3SU (147 дБ по оси Z) и 71-608KM (132 дБ по всем осям).

Измерение общей вибрации (далее – ОВ), которая по категории относится к транспортно-технологической, проводили на полу кабины и сиденье водителей трамваев. По характеру спектра и частотному составу вибрация широкополосная, низкочастотная с преобладанием максимальных энергий в октавных полосах частот 2–4 Гц. Среднее значение эквивалентного корректированного уровня виброускорения на полу кабин трамваев составил по оси X – 104 дБ (диапазон колебаний 89–124 дБ), с превышением ПДУ (106 дБ (0,2 м/с²) относительно опорного значения виброускорения 1×10⁻⁶ м/с²) в 39 % измерений, по оси Y – 91 дБ (74–118 дБ) – 24,5 % превышений; по оси Z (ПДУ 109 дБ (0,28 м/с²)) – 103 дБ (73–129 дБ) – 47 % превышений.

Фактические значения ОВ на сиденье водителей в подавляющем большинстве случаев были выше допустимых. Средние общие эквивалентные уровни виброускорения составили: по оси X – 124 дБ (118–128 дБ) – 80 % превышений, по оси Y – 126 дБ (104–141 дБ) – 83 %, по оси Z – 124 дБ (106–137 дБ) – 84 %. Наиболее высокому воздействию ОВ подвергался водитель трамвая модели 71-608KM, на рабочем месте которого уровни вибрации на полу и сиденье превышали нормативы по всем осям на 18–22 дБ.

Следует отметить важное значение качества рельсовых путей при движении трамваев. Уровень шума и общей вибрации на рабочем месте водителя достоверно снижался на отремонтированном участке соответственно на 2,5 дБА (p = 0,002) и 2,8 дБ (по оси Z) (p = 0,0252).

Проведенные исследования позволили оценить класс условий труда (далее – КУТ) по виброакустическим факторам (таблица 1). Если по уровню слышимого спектра звука шум можно отнести к допустимому, то в инфразвуковом диапазоне на всех рабочих местах КУТ соответствует вредному первой степени (3.1). Априорный профессиональный риск при таком воздействии может быть отнесен к категории – малый (умеренный), что требует проведения мероприятий по его снижению. Профессиональный риск, обусловленный воздействием локальной вибрации, на рабочих местах водителей в кабинах моделей трамваев РВЗ-Е, МТТЧ и 71-608KM также является умеренным, на остальных моделях – пренебрежимо малый (переносимый). Наиболее высокий профессиональный риск обусловлен воздействием общей вибрации, КУТ при ее воздействии на рабочих местах в кабинах моделей трамваев РВЗ-Е, Tatra T3SU и 71-608KM относится вредному четвертой степени (3.4), т. е. соответствуют категории – очень высокий (непереносимый), что требует срочных, радикальных мер по его снижению.

Таблица 1 – Характеристика условий труда водителей трамваев (РВЗ-Е, Tatra T3SU, Tatra T3SU KBP TP3, МТТЧ, 71-608KM) по результатам измерений виброакустических факторов

Профессиональные факторы	Класс условий труда (согласно Р 2.2.2006-05)
Шум	2
Вибрация общая	3.1–3.4
Вибрация локальная	2–3.1
Инфразвук	3.1
Общая оценка условий труда	3.1–3.4

Таким образом, установлено, что уровни виброакустических факторов на рабочем месте водителя значимо зависят от конструктивных особенностей моделей трамваев и от состояния трамвайных путей. Рекомендуется ограничить в эксплуатации или провести модернизацию моделей трамваев, на рабочих местах водителей которых уровни вредных профессиональных факторов значительно превышают нормативные величины. Для снижения уровней вибрации на сиденье водителей рекомендуется оборудовать рабочее кресло демпирующими устройствами, пол и поверхности для ног внизу кабины, а также рукояти органов ручного управления покрыть антивибрационными материалами. Следует отметить, что в Нижегородскую область в 2024 г. отправили почти 180 трамваев отечественного производства, в настоящее время в Нижнем Новгороде активно ведутся работы по модернизации трамвайной системы и обновлению подвижного состава, которые должны завершиться в 2026 г. Активно осуществляемая политика правительства России по развитию и модернизации общественного транспорта, в том числе рельсового, будет способствовать реализации мероприятий, способствующих улучшению условий труда и снижению профессионального риска водителей трамваев.

Литература

1. Электротранспорт в 2023 году: меры поддержки и инновации в производстве // РБК-Тренды. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/64a50fe69a79476c590db326> (дата обращения: 10.09.2025).
2. Состояние и перспективы производства трамваев в России // ROLLINGSTOCK Agency. – URL: <https://rollingstockworld.ru/grt/sostoyanie-i-perspektivy-proizvodstva-tramvaev-v-rossii/> (дата обращения: 12.09.2025).
3. Урбан, В. Е. Особенности работы водителей городского наземного пассажирского электротранспорта / В. Е. Урбан, Б. Ю. Зязев, О. Г. Любская // Наукосфера. – 2022. – Т. 2, № 3. – С. 190–193.
4. Киселева, В. В. Исследование условий труда водителей городского электротранспорта / В. В. Киселева, Р. И. Адгамов, А. М. Добренко // Техносферная безопасность : материалы Пятой Всерос. молодеж. науч.-техн. конф. с междунар. участием, г. Омск, 28 апр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Омск. гос. техн. ун-т [и др.] ; редкол.: В. С. Сердюк (отв. ред.) [и др.]. – Омск, 2018. – С. 51–53.
5. Mihăilă, D. Dorsopathy in urban public transport drivers in relation to occupational risks and workloads / D. Mihăilă, R. M. Iordache, V. Petreanu // Web of Conferences. – 2021. – Vol. 342. – Art. № 01018. – DOI: 10.1051/mateconf/202134201018.

Поступила 24.09.2025

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АЗОФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОУДОБРЕНИЯ «ЕР МАЛХАМИ» В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

*Шеркузиева Г. Ф., к. м. н., доцент, fsalomova@mail.ru,
Саломова Ф. И., д. м. н., профессор, fsalomova@mail.ru*

Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

В настоящее время наряду с явной тенденцией снижения уровня плодородия почвы резко обострилась проблема загрязнения окружающей среды агропромышленными отходами [1]. Вместе с тем современное растениеводство характеризуется нестабильным фитосанитарным состоянием. Нарушение саморегуляции агроэкосистем стало следствием повсеместного перехода к таким агротехнологическим приемам, как короткие севообороты, минимальная обработка почвы и интенсивная химизация. [2].

В последние годы созданы и активно внедряются биологические методы защиты растений от болезней, которые являются высокоэффективными и экологически безопасными для человека и окружающей среды. В связи с этим в современных условиях большая роль отводится бактериальным препаратам с микроорганизмами, фиксирующими азот из воздуха, который является существенным дополнением к минеральным азотным удобрениям и позволяет сократить их применение. Биопрепараты не содержат химических элементов – они помогают растениям усваивать те питательные вещества, которые находятся в почве. К наиболее востребованным видам биоудобрений относятся азотификсаторы [3].

Биологическое удобрение «Ер малхами» эффективно при применении его на овощных, технических, кормовых культурах. Препаратом обрабатывают семена и рассаду овощных культур. Для обработки одного гектара семян хлопчатника, кукурузы, риса, гороха, моркови, редиса, свеклы используют 0,5 кг/га препарата. Семена обрабатывают в день посева, сушат в тени и высевают. Для обработки рассады (30–40 тыс. растений) расходуют 0,4 кг препарата. Для обработки одного гектара клубней картофеля (3 т посадочного материала) используют 400 г препарата.

Интенсификация мирового производства и применения азотных удобрений является ответом на растущие продовольственные потребности человечества, вызванные дефицитом доступного азота в сельскохозяйственных почвах и естественных экосистемах. Разработка в начале XX века технологии связывания атмосферного азота (N_2) в аммиак (NH_3), известной как Haber-Bosch процесс, привела к появлению индустрии азотных удобрений. Эти минеральные азотные удобрения наряду с улучшенной генетикой сельскохозяйственных культур и агрономией способствовали «зеленой революции», которая привела к многократному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур во многих частях мира, предотвратив голод для большого числа людей. В. М. Гармашовым и Л. В. Гармашовой (2022) проведены многолетние исследования развития групп микроорганизмов, связанных с циклом азота, с целью изучения направленности изменения почвенных процессов при минимизации обработки почвы. Показано, что в почвенно-климатических условиях юго-востока Центрально-Черноземного экономического района в зернопропашном

севообороте существует общий тренд на снижение активности этих микроорганизмов с нарастающим эффектом. Наибольшее угнетение микробиологической активности, в частности, развития нитрифицирующих бактерий и азотобактера, было отмечено при прямом посеве [2].

Согласно исследованию В. Н. Башкина (2022), технология дробного внесения удобрений позволяет существенно снизить потери азота на малоплодородных почвах, где потребность растений в питательных веществах невысока. Снижение потерь достигается за счет соответствия доз удобрений актуальной потребности культур, что особенно актуально при выращивании многолетних трав для целей рекультивации или биоэнергетики. Для дальнейшего сокращения миграции азота в окружающую среду эффективным агротехническим приемом является использование покровных культур. Их высевают после уборки основной культуры для поглощения остаточного азота из почвенного раствора, что предотвращает его потери. В дальнейшем поглощенный азот может быть ремобилизован из биомассы покровных культур для обеспечения основного урожая следующего года [1].

Цель исследования – определение остаточных количеств азотфиксирующих микроорганизмов при применении биоудобрения «Ер малхами» в сельском хозяйстве.

Объектом наших исследований явились смывы с открытых участков тела: кожа рук, лицо, зев, слизистая носа и специальная одежда работающих (поливальщики, энтомологи и агрономы), а также пробы воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха, почвы обработанного поля и у края поля.

Биоудобрение предназначено для предпосевной обработки семян и рассады овощных, технических культур, картофеля, корней молодых саженцев плодовых деревьев, лесных культур с целью ускорения роста растений, повышения урожая, улучшения его качества, подавления фитопатогенной микрофлоры. Производственные сельскохозяйственные испытания указывают на эффективность применения «Ер малхами». Отмечено повышение урожайности хлопчатника более чем на 10 % [5]. Исследования проводились в течение 2 лет в Ташкентской и Андижанской областях.

Отбор проб воздуха рабочей зоны осуществляется при помощи электроаспиратора через гофрированные трубки со скоростью 1,0–1,5 л/мин в течение 5 мин. Гофрированные трубки запенены гигроскопической ватой с плотностью, обеспечивающей сопротивление тока воздуха, равной 8 мм водного столба с обязательной их стерилизацией в сушильном шкафу в упакованном виде. После отбора проб трубки закрывали заглушками.

Пробы воздуха с датой и номером проб в стерильных боксах доставляли в лабораторию, где гигроскопическую вату вынимали из трубок стерильными пинцетами и переносили в заранее приготовленные стерильные колбы, заполненные 50 мл стерильного физиологического раствора. Далее их встряхивали в шюттель-аппарате в течение 10–15 мин с последующим приготовлением десятикратных разведений фильтра в зависимости от предполагаемого загрязнения азотфиксирующим микроорганизмом. Для выявления азотфиксирующих бактерий из последнего разведения производили высев по 0,1 мл на питательную среду в 3-кратной повторности.

Для организации условий отбора проб почвы на выбранном объекте выбирали 2 участка площадью 25 м² каждый. Один участок выбирали в центре поля, второй – на краю. С каждого участка площадью 25 м² составляли средний образец из отдельных проб, взятых в 5 точках по диагонали или в 3 точках по краям и одной в центре. Пробы отбирали на глубине поверхностного слоя 0–5 см и пахотного – 20–30 см. Для отбора почвы использовали стерильный инструмент. Пробы массой 200–300 г помещали в стерильные широкогорлые банки, закрытые ватными пробками. Каждую банку подписывали, указывая точку отбора и дату.

Первые разведения делали в колбе емкостью 500 мл. Для этого брали 300 г почвы и добавляли 270 мл дистиллированной воды. После взбалтывания в шюттель-аппарате в течение 10 мин делали разведения для чистых почв до 3–4 разведений, загрязненных до 4–6. Далее отбирали по 1 мл последнего разведения исследуемых образцов почвы для определения азотфиксирующих бактерий.

Метод основан на приготовлении ряда последовательных десятикратных разведений препарата стерильной водой, выращивании клеток азотфиксирующих бактерий в определенных условиях и подсчете выросших колоний. Всего было отобрано 395 проб (таблица 1).

Таблица 1 – Количество отобранных проб для проведения гигиенических исследований при использовании биоудобрения «Ер малхами»

№	Объект исследования	Количество проб
1	Воздух рабочей зоны	50
2	Смывы со спецодежды	35
3	Смывы с открытых частей тела	35

№	Объект исследования	Количество проб
4	Смывы с зева, носоглотки, слизистой полости рта	75
5	Атмосферный воздух	150
6	Почва	50

По результатам проведенных исследований установлено, что при приготовлении рабочих растворов биоудобрения «Ер малхами», при обработке семян, рассады и полива препарат может попадать в воздух рабочей зоны и атмосферный воздух, способен загрязнять открытые участки тела (кожу рук, лица, зева, носа) работающих, их специальную одежду (рисунок 1).

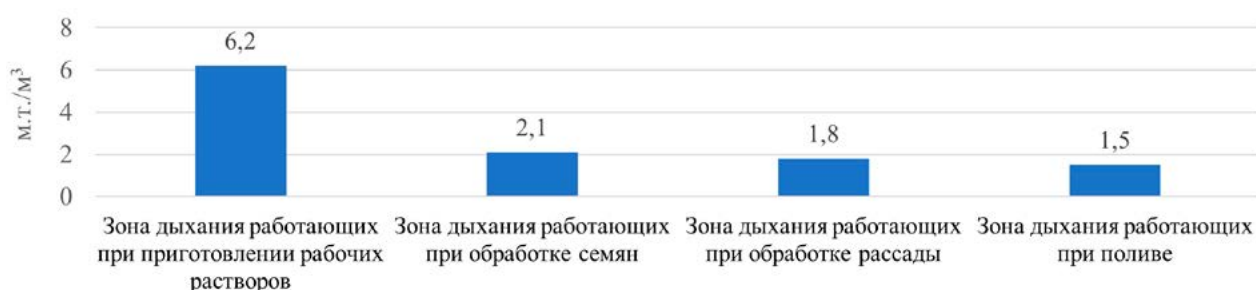


Рисунок 1 – Содержание азотофиксирующих микроорганизмов в воздухе рабочей зоны при применении биоудобрения «Ер малхами»

В зависимости от места отбора пробы и истечением времени показатели концентрации биоудобрения «Ер малхами» в воздухе отличались друг от друга ($p < 0,001$) (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание азотофиксирующих микроорганизмов в воздухе при применении биоудобрения «Ер малхами»

№	Место отбора	Содержание азотофиксирующих микроорганизмов (м. т. / м³)		
		1 день	2 день	3 день
1	В центре поля	$2,40 \pm 0,15$	$1,100 \pm 0,050$	$0,100 \pm 0,014$
От края поля				
2	50 метров	$0,190 \pm 0,018$	$0,080 \pm 0,010$	0
3	100 метров	$0,100 \pm 0,017$	$0,050 \pm 0,011$	0
4	300 метров	0	0	0
5	500 метров	0	0	0

Самое высокое содержание азотофиксирующих микроорганизмов ($2,40 \pm 0,15$) м. т. / м³ обнаружено в первый день в центре поля. По истечении 3 суток оно уменьшилось до 0,1 м. т. / м³, а в воздухе на расстоянии 50 м от края поля содержание азотофиксирующих микроорганизмов составило ($0,190 \pm 0,018$) м. т. / м³ (на расстоянии 50 м от края поля – ($0,100 \pm 0,017$) м. т. / м³). Данные, приведенные в таблице 2, свидетельствуют о нестойкости биоудобрения «Ер малхами» в воздухе.

Также нами проведены исследования по определению содержания азотофиксирующих микроорганизмов в смывах с открытых участков тела (кожа рук, лицо, зев, нос) и специальной одежды работающих с препаратом. Степень загрязнения рук и лица у рабочих, занятых приготовлением рабочих растворов, составили ($31,40 \pm 0,21$) и ($10,10 \pm 0,25$) м. т. / 100 см² поверхности (рисунок 2).

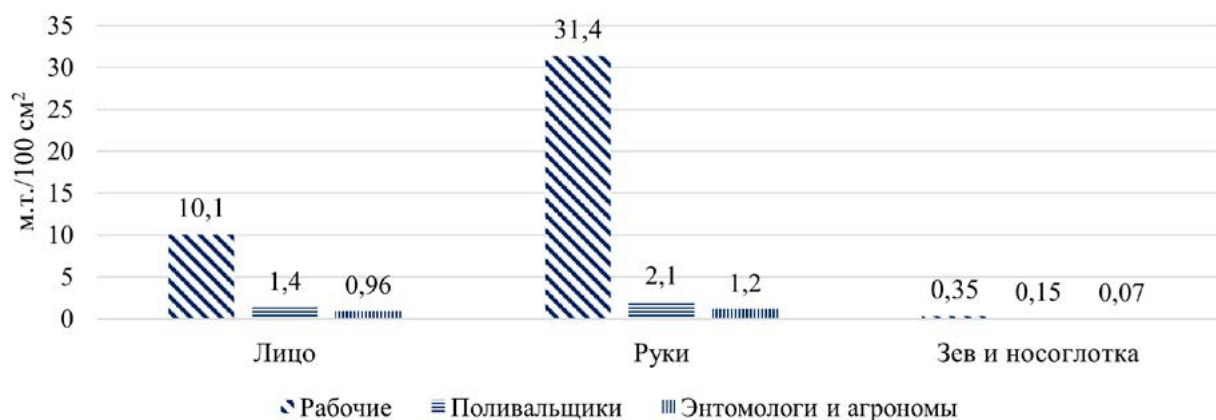


Рисунок 2 – Содержание азотофиксирующих микроорганизмов в смывах с открытых участков тела у работающих с препаратом

Специальная одежда у рабочих загрязнялась до $(0,40 \pm 0,21)$ м. т. / 100 см² поверхности. В зеве, носоглотке у рабочих препарат был обнаружен в количестве $(0,350 \pm 0,018)$ м. т. / 100 см², а на слизистой полости рта $(0,21 \pm 0,10)$ м. т. / 100 см².

Менее значимыми были уровни загрязнения у поливальщиков, энтомологов и агрономов. Специальная одежда последних была загрязненной до 2,1–2,9 м. т. / 100 см², руки до 1,2–2,1 м. т. / 100 см², лицо – 0,96–1,4 м. т. / 100 см², зев и носоглотка – 0,07–0,09 м. т. / 100 см².

Таким образом, анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что «Ер малхами» в процессе его использования загрязняет как воздух рабочей зоны, так и атмосферный воздух.

Нами изучено содержание биологического удобрения в объектах окружающей среды. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание «Ер малхами» в объектах окружающей среды при применении в сельском хозяйстве, мг/кг (л)

№	Пробы	Дни исследований (сутки)								
		в день применения	2	3	4	5	6	8	10	11
1	Почва обработанного поля	$10,7 \pm 0,31$	$9,3 \pm 0,26$	$8,0 \pm 0,20$	$6,3 \pm 0,23$	$5,1 \pm 0,14$	$4,0 \pm 0,15$	$1,6 \pm 0,14$	$0,3 \pm 0,05^*$	0
2	Почва у края поля	$0,9 \pm 0,086$	$0,81 \pm 0,084$	$0,5 \pm 0,066$	$0,3 \pm 0,057$	$0,11 \pm 0,021^*$	0	0	0	0
3	Арычная вода	$4,2 \pm 0,15$	$0,6 \pm 0,14$	$0,1 \pm 0,026^*$	0	0	0	0	0	0
4	Листья хлопчатника	$1,7 \pm 0,13$	$1,1 \pm 0,14$	$0,4 \pm 0,11^*$	0	0	0	0	0	0
5	Волокно хлопчатника	$0,3 \pm 0,024$	$0,12 \pm 0,017$	$0,07 \pm 0,018$	0	0	0	0	0	0
6	Семена хлопчатника	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Капуста	$15 \pm 0,17$	$0,92 \pm 0,042$	$0,31 \pm 0,023$	$0,12 \pm 0,015$	$0,03 \pm 0,0072^*$	0	0	0	0
8	Картофель	$2,9 \pm 0,18$	$2,5 \pm 0,14$	$1,9 \pm 0,13$	$1,68 \pm 0,065$	$1,07 \pm 0,065$	$0,61 \pm 0,065$	$0,11 \pm 0,017^*$		
9	Томаты	$0,6 \pm 0,13$	$0,1 \pm 0,021$	$0,1 \pm 0,024^*$						

* $p \leq 0,05$.

С истечением 10 суток содержание азотофиксирующих микроорганизмов в почве обработанного поля уменьшилось с 10,7 до 0,3 м. т. / кг. В почве у края поля азотофиксирующие микроорганизмы сохранялись в течение 5 суток (0,9 м. т. / кг – в день применения, 0,11 м. т. / кг – к 5-му дню). В арычной воде в день применения препарата было обнаружено до 4,2 мг/л, к 3-му дню азотофиксирующие микроорганизмы определялись в незначительных количествах – 0,1 м. т. / л. В листьях и волокне хлопчатника на протяжении 3 суток препарат был обнаружен на уровне 1,7–0,4 мг/кг и 0,3–0,07 м. т. / кг соответственно, в семенах хлопчатника азотофиксирующие микроорганизмы не были обнаружены. В капусте препарат определялся в течение 5 суток в количестве

1,5–0,03 м. т. / кг, в картофеле на протяжении 8 суток от 2,9 до 0,11 м. т. / кг и в томатах в течение 3 дней от 0,6 до 0,1 м. т. / кг.

Проведенные исследования показали, что наибольшие концентрации препарата обнаружены в зоне дыхания работающих при приготовлении рабочих растворов (6,2 м. т. / м³). При обработке семян и рассады уровень загрязнения воздуха рабочей зоны составили (2,10 ± 0,14) м. т. / м³ и (1,80 ± 0,15) м. т. / м³ соответственно.

В зоне дыхания работающих при поливе содержание азотофиксирующих микроорганизмов составило (1,50 ± 0,13) м. т. / м³. В зависимости от места отбора пробы и истечением времени показатели концентрации биоудобрения «Ер малхами» в воздухе отличаются друг от друга.

Наибольшее содержание азотофиксирующих микроорганизмов было обнаружено в 1-й день в центре поля. Так, начиная с третьего дня оно уменьшилось, что свидетельствует о нестойкости азотофиксирующих микроорганизмов в воздухе.

Определение содержания азотофиксирующих микроорганизмов в смывах с открытых участков тела (кожа рук, лицо, зев, нос) и специальной одежды работающих с препаратом свидетельствует о наибольших степенях загрязнения рук и лица у рабочих. С учетом профессиональной принадлежности работающих при применении биоудобрения наименьшие уровни загрязнения определялись у поливальщиков, энтомологов и агрономов.

Также при использовании «Ер малхами» было исследовано содержание азотофиксирующих микроорганизмов в объектах окружающей среды, которое показало, что «Ер малхами» в процессе его использования загрязняет как воздух рабочей зоны, так и атмосферный воздух.

Таким образом, при приготовлении рабочих растворов «Ер малхами», при обработке семян, посевах и поливе действующее вещество, т. е. азотофиксирующие микроорганизмы, способно попасть в атмосферный воздух, в воздух рабочей зоны, загрязнять открытые участки тела (кожу рук, лица, зева, слизистую носа) и спецодежду работников.

Наибольшее содержание азотофиксирующих микроорганизмов обнаружено в зоне дыхания работающих при приготовлении рабочих растворов (6,2 м. т. / м³). При обработке семян и рассады уровень загрязнения воздуха рабочей зоны составили (2,10 ± 0,14) м. т. / м³ и (1,80 ± 0,15) м. т. / м³, соответственно. В зоне дыхания работающих при поливе содержание азотофиксирующих микроорганизмов составило (1,50 ± 0,13) м. т. / м³.

Значительная степень загрязнения обнаружена в смывах рук и лица у рабочих, занятых приготовлением рабочих растворов (31,40 ± 0,21) и (10,10 ± 0,25) м. т. / 100 см² поверхности. Из отобранных смывов зева и носоглотки у рабочих препарат был обнаружен в количестве (0,350 ± 0,018) м. т. / 100 см², а на слизистой полости рта – (0,21 ± 0,10) м. т. / 100 см².

В течение 10 суток в отобранных пробах почвы обработанного поля было обнаружено содержание азотофиксирующих микроорганизмов в количестве от 10,7 до 0,3 м. т. / кг, а в пробах почвы у края поля – от 0,9 до 0,11 м. т. / кг, препарат сохранялся в течение 5 суток. В арычной воде в день применения препарата было определено до 4,2 м. т. / л.

Результаты исследования показали, что при применении в сельском хозяйстве «Ер малхами» приводит к незначительному и недлительному загрязнению объектов окружающей среды.

Литература

1. Башкин, В. Н. Повышение эффективности использования азота: Проблемы и пути решения. Сообщение 1. Агрогеохимические подходы / В. Н. Башкин // Агрохимия. – 2022. – № 7. – С. 82–96.
2. Гармашов, В. М. Развитие микроорганизмов, связанных с циклом азота, при минимизации обработки почвы и прямом посеве в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР / В. М. Гармашов, Л. В. Гармашова // Агрохимия. – 2022. – № 4. – С. 60–64.
3. Филимонов, Д. А. Прогноз спектров биологической активности органических соединений / Д. А. Филимонов, В. В. Поройков // Российский химический журнал. – 2006. – Т. 50, № 2. – С. 66–75.
4. Шеркузиева, Г. Ф. Результаты изучения токсичности биологического удобрения «Ер малхами» при ингаляционном хроническом воздействии / Г. Ф. Шеркузиева, Ф. И. Саломова, Н. Р. Самигова, Ф. У. Юлдашева // Журнал новый день в медицине. – 2023. – № 3 (53). – С. 55–58.
5. Шеркузиева, Г. Ф. Влияние биоудобрения «Ер малхами» на органолептические свойства воды водоемов / Г. Ф. Шеркузиева, Ф. И. Саломова // Наука и инновации. – 2023. – С. 1181–1187.

Поступила 10.09.2025

ОСОБЕННОСТИ КОСТНОГО МЕТАБОЛИЗМА У РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВИНЦА

^{1,2}Широков В. А., д. м. н., профессор, vashirokov@gmail.com,

²Левшина О. М., om.levshina@mail.ru

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация;

²Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Одним из самых распространенных метаболических заболеваний скелета является остеопороз. По распространенности остеопороз лидирует среди таких неинфекционных заболеваний, как онкология, болезни сердечно-сосудистой системы и сахарный диабет. Актуальность обзора литературы определяется обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровья и повышением качества жизни населения России. В данной статье представлен обзор современной научной литературы, посвященный особенностям техногенного воздействия свинца на костный метаболизм у работников цветной металлургии.

Цель исследования – провести систематический анализ литературы и обобщить современные данные об особенностях костного метаболизма у работников при техногенном воздействии свинца. В обзоре проанализированы публикации в рецензируемых отечественных и международных журналах, таких как российская научная электронная библиотека eLibrary и PubMed. Отбор статей проводился по ключевым словам: остеопороз, техногенное воздействие свинца, костный метаболизм у работников цветной металлургии.

Сохранение здоровья работающего населения является одной из приоритетных задач в Российской Федерации. Существующее техногенное загрязнение производственной среды обуславливает развитие как профессиональных, так и профессионально обусловленных общесоматических заболеваний с поражением различных систем организма.

Остеопороз – системное заболевание скелета, характеризующееся снижением костной массы и нарушением микроархитектоники костной ткани, что приводит к повышению хрупкости и повышению риска переломов.

Основным видом осложнений остеопороза являются патологические переломы вследствие снижения минеральной плотности костной ткани, которые в свою очередь являются причинами потери трудоспособности, могут быть причинами инвалидизации. Сложность диагностики остеопороза состоит в том, что при появлении патологических переломов он не имеет клинических проявлений. Ввиду полиэтиологичности остеопороза немаловажную роль в его развитии играет контакт с вредными производственными факторами, например, свинцом и его неорганическими соединениями.

Выделяют первичный и вторичный остеопороз. Первичный остеопороз развивается как самостоятельное заболевание. Женщины в постменопаузе в 95 % случаев страдают первичным остеопорозом, а мужчины старше 50 лет в 80 % случаев [1]. Идиопатический остеопороз у женщин до менопаузы, у мужчин до 50 лет и ювенильный остеопороз у детей также относятся к первичному остеопорозу. Ювенильные и идиопатические формы остеопороза крайне редки.

Остеопороз, который развивается вследствие заболеваний или различных состояний, приема лекарственных препаратов и иных причин принято классифицировать как вторичный. Более 50 % женщин пременопаузального возраста и от 50 до 80 % мужчин страдают вторичным остеопорозом [2].

Техногенные вещества, такие как тяжелые металлы (кадмий, свинец, ртуть), перфторированные соединения, пестициды и другие ксенобиотики, обладают способностью накапливаться в организме, нарушать метаболические процессы, в том числе минеральный обмен и процессы ремоделирования костной ткани. Остеотропное действие свинца давно известно, но распределение его среди разных групп рабочих вредных металлургических предприятий мало изучено. Воздействие профессиональных вредностей на здоровье работников промышленных предприятий является значимой медико-социальной проблемой, поскольку хроническая экспозиция может привести к развитию профессиональных и профессионально-обусловленных заболеваний. Ввиду полиэтиологичности остеопороза немаловажную роль в его развитии играет контакт с вредными производственными факторами, например свинцом и его неорганическими соединениями [3, 4].

Остеотропное действие свинца давно известно, но распределение его среди разных групп рабочих вредных металлургических предприятий мало изучено. При этом он широко используется в промышленности и различных производствах. Так как свинец высокотоксичный, он легко поступает и накапливается

в организме. Даже низкие концентрации свинца способны оказывать отрицательное действие на организм. Основными путями поступления свинца в организм являются ингаляционный и энтеральный. При ингаляционном пути человек вдыхает взвесь мельчайших частиц свинца в виде аэрозоля, например, при курении, во время рабочих процессов. Энтеральный путь осуществляется через пищу и воду.

У свинца выделяют две фракции, стабильная фракция 90 %, которая занимает место в костях, и обмениваемая фракция 10 %. Стабильную фракцию свинца также подразделяют на две: лабильную и инертную. Нерастворимые соли свинца в костях представляют собой инертную фракцию, тогда как лабильная фракция является промежуточной между инертной и обмениваемой фракцией. Обмениваемая фракция связывается с эритроцитами и поступает в органы мишени, накапливаясь в них. Связываясь с белками крови, свинец накапливается в костях скелета, обеспечивает длительное кумулятивное действие. Накопление свинца в костях происходит поэтапно, сначала клетки накапливают свинец, затем он связывается с биомолекулами и растворяется в липидах, далее депонирование свинца достигается за счет способности образовывать ковалентные связи. Экспериментальные исследования кумуляции свинца в организме показали возможность количественного расчета содержания свинца в костной ткани, крови, моче при условии наличия данных о поступлении его ингаляционным и энтеральным путями (В. С. Безель с соавторами, 1983).

Свинец оказывает общетоксическое действие на весь организм, в том числе на нервную систему, желудочно-кишечный тракт, репродуктивную систему, функцию почек, костно-мышечную систему [5]. Различные комбинации нарушений гомеостаза в организме могут как усиливать, так и уменьшать проявления свинцовой интоксикации. Например, введение ацетата свинца в условиях экспериментального гипопаратиреоза уменьшает влияние на костную ткань. В свою очередь гипервитаминоз D приводит к большей кумуляции свинца в костной ткани. Выявлены закономерные снижения накопления свинца и цинка при гиперкальциемии. Одновременное введение цинка и свинца уменьшает аккумуляцию свинца в организме. Установлено, что одним из основных факторов, определяющих ухудшение состояния здоровья, является дефицит жизненно важных элементов, а не средний уровень тяжести металлов в биосубстратах.

Ayat Al-Ghafari с соавторами оценили воздействие свинца и кадмия на костные остеобласты человека *in vitro* в зависимости от времени воздействия. Полученные результаты свидетельствуют, что загрязнители окружающей и производственной среды, такие как свинец и кадмий, повреждают клеточную биоэнергетику остеобластов человека, вызывают окислительно-восстановительный стресс через выработку активных форм кислорода и снижают эффективность клеточных систем оксидантной защиты. Тяжелые металлы также нарушали секрецию проколлагена 1-го типа, остеокальцина и щелочной фосфатазы.

В исследованиях Lidong Qin и Qiumei Liu с соавторами установлено, что существует прямая корреляционная связь между уровнем комбинированного воздействия полиметаллов и остеопорозом. В исследовании принимало участие 2115 человек, у которых были определены уровни концентрации 22 металлов в плазме крови. В результате чего была установлена положительная связь между более высокими концентрациями воздействия металлов и риском возникновения остеопороза. В другом исследовании L. N. Wang и соавт. было доказано, что у персонала, подвергающегося воздействию свинца на рабочем месте (свинцовая пыль и пары свинца), были определены высокие концентрации свинца в крови и высокие уровни аномальной минеральной плотности костной ткани. Логистический регрессионный анализ показал, что риск процессов ремоделирования костной ткани у мужчин в 5,069 раза выше, чем у работающих женщин.

В заключении следует отметить, что литературные данные свидетельствуют о негативном влиянии тяжелых металлов на состояние костной ткани у работников цветной металлургии. Требуется дальнейшее изучение влияния экспозиционной токсической нагрузки свинца и его соединений на костный метаболизм в условиях техногенного загрязнения.

Литература

1. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза / Ж. Е. Белая, К. Ю. Белова, Е. В. Бирюкова [и др.] // Остеопороз и остеопатии. – 2021. – Т. 24, № 2. – С. 4–47.
2. Лесняк, О. М. Аудит состояния проблемы остеопороза в странах Восточной Европы и Центральной Азии 2010 / О. М. Лесняк // Остеопороз и остеопатии. – 2011. – Т. 14, № 2. – С. 3–6.
3. Кудашева, А. Р. Проблема остеопении среди работников горнодобывающего предприятия / А. Р. Кудашева, Р. Р. Якупов // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 8. – С. 27–29.
4. Osteoporosis in a Chinese population due to occupational exposure to lead / Y. Sun, D. Sun, Z. Zhou [et al.] // Am J Ind Med. – 2008. – Vol. 51, iss. 6. – P. 436–442. – DOI: 10.1002/ajim.20567.
5. Интоксикация свинцом. Ведущие клинические синдромы и дифференциальная диагностика : учеб.-метод. пособие / К. А. Зыков, А. М. Попкова, И. Н. Федина [и др.]. – М. : РИО МГМСУ, 2023. – 80 с.

Поступила 27.08.2025

МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ

КРИТЕРИИ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ КОЖИ У РАБОТНИКОВ АВИАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Красавина Е. К., к. м. н., *krasavina.ek@fncg.ru*,
Крючкова Е. Н., д. б. н., *kruchkova.en@fncg.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Среди профессиональных заболеваний кожи, регистрируемых в развитых индустриальных странах, преобладают дерматозы, вызванные воздействием химических раздражителей и аллергенов. Развитие профессионального заболевания кожи отрицательно влияет как на качество жизни, так и на трудовые перспективы заболевшего, тем самым представляя собой определенный барьер для продолжения работы в профессии. Совершенствование методов профилактики с активным выявлением вероятных факторов риска и начальных форм заболевания позволит снизить профессиональную и профессионально обусловленную заболеваемость, что в свою очередь имеет социально значимые последствия.

Определение роли генетических маркеров в формировании индивидуальной чувствительности к воздействию вредных химических веществ открывает новые возможности для оценки риска развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний и решения вопросов профилактики.

Цель исследования – оценка риска развития профессиональных дерматозов у работников, занятых во вредных условиях труда.

Обследованы рабочие крупного авиастроительного предприятия, занятые в литейном, сварочном, гальваническом, механообрабатывающем, механосборочном цехах, подвергающиеся воздействию вредных производственных факторов на рабочем месте: физический (металлическая пыль, нагревающий микроклимат, шум) и химический (вещества раздражающего и аллергического действия) – класс вредности 3.1–3.3. Химический фактор является ведущим в возникновении аллергических заболеваний кожи в результате непосредственного и длительного контакта кожных покровов в условиях производства. Проведен анализ полиморфного состояния генов детоксикации и антиоксидантной защиты SULT1A1(rs9282861), SOD2(rs4880), CAT(rs1001179), CYP2C19*17(rs12248560) у 122 человек с диагностированной патологией кожи. В группу контроля вошли 54 работника, не контактирующие с вредными факторами производства.

Установлено, что общая дерматологическая заболеваемость составила 210 человек (31,8 % от общего числа осмотренного контингента). Наиболее распространенные поражения кожных покровов: аллергодерматозы (экзема, аллергический дерматит) 38,1 % случаев, микозы (онихомикозы, креатомикозы) 10 %, псориаз 7,1 %, себорейный дерматит 7,6 %, атопический дерматит 5,2 %, доброкачественные новообразования 19,5 %.

Биотрансформация ксенобиотиков (экзотоксинов, лекарственных препаратов, канцерогенов и др.) обеспечивается сложной метаболической системой, которая представлена многочисленными группами ферментов, функционирующих по каскадному принципу.

Проведенный молекулярно-генетический анализ продемонстрировал отсутствие статистически значимых связей полиморфных вариантов генов SULT1A1, SOD2, CAT, CYP2, расположенных в разных группах сцепления, с риском развития дерматологических патологий у лиц, работающих во вредных условиях труда авиационного машиностроения. Однако изучение комбинаций аллелей рассматриваемых генов указывает на возрастание риска развития патологий кожи у лиц данного предприятия при сочетании в генотипе аллелей G (rs9282861), T (rs4880), A(rs1001179), C(rs12248560) (ОШ = 9,69; 95% ДИ: 7,46–11,91).

При исследовании процессов перекисного окисления липидов у работников предприятия выявлена гиперактивация процессов свободнорадикального окисления, характеризующаяся достоверным повышением уровня продуктов перекисного окисления липидов в 1,4 раза по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$). Одновременно отмечается напряжение в функционировании ферментативного звена системы

антиоксидантной защиты (снижение каталитической активности миелопероксидазы в нейтрофильных лейкоцитах на 20 % ($p < 0,05$), увеличение активности каталазы – на 46 % ($p < 0,05$)).

Полученные критерии могут быть использованы для определения индивидуального риска развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии кожи у работников авиастроения, включая формирование групп динамического наблюдения, целенаправленного применения профилактических средств с учетом производственных вредностей.

Поступила 12.09.2025

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ТУБЕРКУЛЕЗОМ СРЕДИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Куцко М. А., *miss.tyshcko@yandex.by*,
Климук Д. А., *dzklm99@yahoo.com*,
Бобрукевич Е. Л., *niipulm@rnpсpf.by*,
Белько А. Ф., *niipulm@rnpсpf.by*

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр пульмонологии и фтизиатрии», г. Минск, Республика Беларусь

Туберкулез (далее – ТБ) остается одной из наиболее значимых инфекционных болезней в мире, несмотря на достигнутый прогресс в диагностике и лечении. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно миллионы людей заболевают ТБ, и около 1,3 млн умирают от этого заболевания. Особую тревогу вызывает высокая уязвимость медицинских работников, которые в силу профессиональной деятельности подвергаются повышенному риску инфицирования *Mycobacterium tuberculosis*. Риск заражения ТБ медицинских работников повышен ввиду наличия возможного профессионального контакта, особенно при работе в специализированных противотуберкулезных учреждениях, отделениях интенсивной терапии, бактериологических лабораториях. Факторами, повышающими вероятность инфицирования, являются продолжительный стаж работы, сопутствующие заболевания, а также недостаточные меры противотуберкулезного инфекционного контроля. Таким образом, проблема заболеваемости ТБ среди медицинских работников является актуальной и требует системных мер профилактики, ранней диагностики и защиты медицинского персонала.

В Республике Беларусь в период 2020–2024 гг. заболеваемость ТБ среди медицинских работников нетуберкулезных организаций здравоохранения характеризуется умеренными колебаниями и тенденцией к сохранению относительно стабильного уровня. В 2020 г. показатель заболеваемости ТБ среди медицинских работников нетуберкулезных организаций здравоохранения составил 15,7 на 100 тыс. контингента, после чего в 2021 г. был зафиксирован резкий спад – до 7,2 на 100 тыс. Однако уже в 2022 г. произошло существенное повышение до 19,6 на 100 тыс., что, вероятно, связано с особенностями эпидемиологической ситуации в постпандемийный период. В последующие годы уровень заболеваемости оставался близким к этому значению – 17,4 на 100 тыс. в 2023 г. и 17,0 на 100 тыс. в 2024 г. В то же время у работников противотуберкулезных организаций здравоохранения динамика имеет несколько иной характер. В 2020 г. показатель заболеваемости составлял 2,6 на 100 тыс. контингента, в 2021 г. произошло значительное снижение до 0,7 на 100 тыс., затем в 2022–2024 гг. наблюдались относительно невысокие значения (1,3–2,0 на 100 тыс.).

Среднее значение заболеваемости ТБ за пятилетний период среди работников противотуберкулезных организаций здравоохранения составило 1,52 на 100 тыс., что почти в 10 раз ниже, чем среди медицинских работников нетуберкулезных организаций. В сравнении с 2020 г. уровень заболеваемости снизился на 23 %, что указывает на наличие устойчивой положительной тенденции.

Таким образом, представленный анализ подтверждает различия в уровнях заболеваемости ТБ среди медицинских работников различных групп. Если для работников нетуберкулезных организаций здравоохранения характерно небольшое увеличение значений показателя, то для сотрудников противотуберкулезных учреждений прослеживается устойчивая тенденция к снижению заболеваемости. Это может быть связано как с более высоким уровнем профессиональной настороженности, так и с совершенствованием системы инфекционного контроля в специализированных организациях. В свою очередь, требуется внедрение элементов противотуберкулезного инфекционного контроля в нетуберкулезных организациях здравоохранения.

Поступила 02.09.2025

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ НА ФОНЕ СОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Ланко И. В., innakryl78@rambler.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Трудовая деятельность рабочих горнодобывающих предприятий осуществляется в условиях комплексного воздействия неблагоприятных факторов, что приводит к нарушениям функционального состояния организма, увеличивая риск развития профессиональной и соматической патологии.

Соматические заболевания могут влиять на профессиональное здоровье через взаимодействие с неблагоприятными производственными факторами. Соматическая патология может провоцировать обострения уже имеющихся заболеваний или являться предпосылкой для их развития, влияя на сроки развития профессиональных заболеваний.

Вследствие этого необходимо формировать новые подходы к совершенствованию профилактических мероприятий по сохранению состояния здоровья горнорабочих. Представляется актуальным выявление соматической патологии для определения направлений профилактики профессиональных заболеваний.

Обследование 475 горнорабочих предприятий Белгородской и Ростовской областей (средний возраст $44,8 \pm 6,2$ года, средний стаж – $17,2 \pm 5,6$ лет) позволило выявить, что приоритетным неблагоприятным фактором, характеризующим условия труда горнорабочих, остается шумовибрационный фактор и тяжесть трудового процесса.

Полученные в исследовании результаты свидетельствуют о том, что у большей части горнорабочих имеются те или иные метаболические нарушения и соматические заболевания. Установлено, что изменений соматического здоровья у изученных нами горнорабочих не отмечено только в 5,8 % случаев (средний возраст $45,04 \pm 0,53$ года).

Наиболее часто (до 68 %) у работников изучаемых производств мужского пола регистрируется увеличение массы тела (избыточная масса тела и абдоминальное ожирение), что значительно превышает общероссийские показатели среди населения сопоставимого возраста. Распространенность артериальной гипертензии при проведении медицинского осмотра составила 28,4 %, сахарного диабета – 10,9 %.

Обращает на себя внимание значительная вариабельность нарушений липидного обмена у горнорабочих различных возрастных и стажевых групп, регистрируемая по данным показателя общего холестерина крови.

Выявлено, что сопутствующая соматическая патология сокращает сроки развития вибрационной болезни (далее – ВБ): сахарный диабет (на 4,6 лет), артериальная гипертензия (на 3,7 года), наличие избыточной массы тела (на 2,5 года), гиперхолестеринемия (на 2,8 года).

Коморбидное течение профессиональной тугоухости на фоне сосудистой патологии сокращает сроки развития и прогрессирования заболевания на 2–3 года, увеличивая частоту развития умеренных и выраженных форм тугоухости.

При изучении темпов формирования вибрационной патологии обращают на себя внимание следующие особенности: средний срок прогрессирования признаков воздействия вибрации до ВБ I степени составил $9,4 \pm 2,0$ года. Сроки прогрессирования ВБ I степени до более выраженных форм составили $3,2 \pm 2,6$ года. Полученный результат указывает на то, что при длительном латентном периоде формирование ВБ у данного контингента происходит быстрыми темпами с прогрессированием от умеренных до выраженных клинических симптомов.

Средний срок прогрессирования признаков воздействия шума на орган слуха до сформировавшейся нейросенсорной тугоухости составил для рабочих подземных рудников $6,2 \pm 4,2$ года, для работников карьера – $9,4 \pm 3,7$ года.

Для профилактики и снижения негативного влияния соматических заболеваний на профессиональное здоровье необходимо:

- выявлять соматические заболевания у работников с небольшим вредным стажем; это поможет определить причинно-следственные связи между состоянием здоровья и воздействием неблагоприятных производственных факторов;
- проводить медицинские осмотры с учетом общих противопоказаний, индивидуальной чувствительности и прогностических рисков развития заболеваний;
- нормализовать санитарно-гигиенические и психофизиологические условия труда;
- рационально использовать средства коллективной и индивидуальной защиты;

- мотивировать работников на поддержание своего профессионального уровня, социального и духовного благополучия, ведение здорового образа жизни.

Организация медико-профилактического направления должна базироваться на основе современных научно-технологических и инновационных технологий. Создание прогностических математических моделей, учитывающих условия труда, стажевые и возрастные характеристики, индивидуальные особенности организма и сопутствующие соматические заболевания, позволяет разработать современные подходы по минимизации риска развития профессиональных заболеваний.

Внедрение современных диагностических методик позволяет оптимизировать выбор информативных биомаркеров ранней диагностики заболеваний, обеспечить регулярный мониторинг за профессиональными и соматическими заболеваниями.

Предложенные технологии позволяют определить комплекс показателей, влияющих на формирование профессиональной патологии, спрогнозировать течение заболеваний, протекающих на фоне соматических заболеваний. Ранняя диагностика и лечение соматических заболеваний у горнорабочих является профилактическим направлением в сохранении профессионального здоровья.

Поступила 18.09.2025

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СОСУДОВ У ЛИЦ С ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНЬЮ

Ланко И. В., innakryl78@rambler.ru,

Фирсова Е. И., eliz.kulshitskaya98@gmail.com

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Вибрационная болезнь относится к частой и актуальной на сегодняшний день профессиональной патологии периферической нервной системы, что делает проблему социально значимой. В настоящее время в литературе имеются работы, посвященные особенностям регионарных сосудистых нарушений при вибрационной болезни, в симптомокомплекс которой часто входит полинейропатия конечностей.

Сосудистые нарушения при вибрационной болезни связаны с прямым повреждающим действием вибрации на эндотелий сосудов и с развитием сложных регуляторных расстройств. Актуальность изучения сосудистых нарушений при вибрационной болезни определяется отсутствием четких диагностических критериев постановки диагноза и связанных с этим проблем проведения экспертизы связи с профессией.

Цель работы – на основе анализа собственных исследований и данных литературы оценить функциональное состояние периферических сосудов у лиц с вибрационной болезнью.

Проведен анализ литературных источников из информационных баз e-Library, CyberLeninka по оценке эффективности различных методов диагностики периферических сосудистых нарушений при воздействии производственной вибрации.

Обследовано 25 пациентов с полинейропатией верхних конечностей от воздействия локальной вибрации. Средний возраст обследуемых – $(42,4 \pm 6,7)$ года. Проводилась оценка жалоб, клинических проявлений периферических нейрососудистых нарушений на руках, паллестезиометрия, реовазография и ультразвуковое исследование сосудов рук.

Анализ литературных источников показал, что поиск объективных методов диагностики регионарных сосудистых нарушений при вибрационной болезни остается чрезвычайно значимым, так как большинство применяемых в настоящее время методов позволяют лишь косвенно оценивать проходимость кровеносного сосуда. Кроме того, не существует единого диагностического стандарта оценки нарушений периферических сосудов при вибрационной болезни.

Проведение собственных исследований функционального состояния периферической нервной системы показало, что первые жалобы на чувство онемения одного или нескольких пальцев рук, зябкости кистей и периодических болей в руках появляются уже при стаже до 10 лет, и частота их прогрессирует по мере увеличения стажа работы.

Периферические расстройства в виде мраморно-цианотичной окраски, гипергидроза кистей, дистальной гипалгезии на руках по типу «перчаток» появляются позднее, при стаже работы 11–20 лет и также медленно прогрессируют, достигая максимальных значений при стаже более 20 лет. Эти изменения объективизируются постепенным увеличением средних величин вибрационной чувствительности, которое

начинается с частот 8 и 250 Гц, с последующим вовлечением все большего спектра изучаемых частот, и прогрессирует по частоте и степени выраженности.

При проведении реовазографии верхних конечностей у пациентов с вибрационной болезнью выявлялся гипертонус в артериях среднего и мелкого калибра, снижение пульсового кровенаполнения сосудов, затруднение венозного оттока по дефицитному типу.

В последние годы в диагностике нарушений сосудистого русла лидирующее место занимает ультразвуковое исследование, не получившее широкого распространения в диагностике вибрационной болезни.

Проведение ультразвукового исследования артерий верхних конечностей у пациентов с вибрационной болезнью выявило изменение комплекса интима-медиа (уплотнение и утолщение с включениями фиброза и кальцинатов), определялось снижение пульсовой скорости кровотока на магистральных артериях при увеличении показателей периферического сопротивления, глубокие и поверхностные вены верхних конечностей, как правило, были проходимы.

Таким образом, имеется необходимость совершенствования методов диагностики нарушений периферических сосудов, разработки информативных диагностических критериев. Ультразвуковое исследование является перспективным методом диагностики сосудистых нарушений при вибрационной болезни, но пока недостаточно часто применяется в медицине труда.

Поступила 15.09.2025

ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АПРИОРНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ИНФЕКЦИОННОГО СТАЦИОНАРА

*Николаева Е. А., trud@rspch.by,
Импнаева-Людчик С. Л., к. м. н., доцент, ssecretary@rspch.by,
Гутич Е. А., к. м. н., trud@rspch.by,
Мадекша И. В., trud@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Профессиональный риск в контексте охраны здоровья медицинских работников представляет собой математическую концепцию, прогнозирующую вероятность и тяжесть неблагоприятных последствий от воздействия вредных факторов производственной среды. Актуальность проведения оценки профессионального риска обусловлена необходимостью разработки научно обоснованного комплекса профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья медицинского персонала инфекционных стационаров. В рамках настоящего исследования была проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда на 98 рабочих местах медицинского персонала инфекционного стационара г. Минска с использованием методологии анализа профессионального априорного риска на основе результатов исследований факторов условий труда и параметров трудового процесса. Исследование выполнено в соответствии с требованиями санитарных норм и правил «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 № 211.

Результаты проведенной оценки демонстрируют, что медицинские работники инфекционного стационара подвергаются комплексному воздействию вредных производственных факторов, при этом условия труда на 83,7 % обследованных рабочих мест классифицированы как вредные (3 класс 1–4 степени). Установлено, что основной вклад в формирование итоговых классов условий труда вносит биологический фактор, что обусловлено постоянным профессиональным контактом с инфекционными больными, их биологическими выделениями и контаминированными объектами больничной среды.

Детальный анализ распределения уровней профессионального риска выявил, что 22,5 % персонала, занятого в приемном отделении, отделениях воздушно-капельных инфекций, ВИЧ-инфекции, хронических гепатитов, интенсивной терапии и реанимации, а также в клинко-диагностической лаборатории, подвергаются очень высокому (непереносимому) риску, характеризующемуся вероятностью развития тяжелых форм профессиональных заболеваний с потерей общей трудоспособности, значительным ростом хронической патологии и высокими показателями заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Высокий (труднопереносимый) риск установлен для 36,7 % медицинских работников, у которых возможно развитие профессиональных болезней легкой и средней степеней тяжести с потерей профессиональной

трудоспособности, рост производственно-обусловленной патологии и повышенный уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Средний (существенный) риск, ассоциированный с возникновением стойких функциональных изменений, ростом показателей временной нетрудоспособности и появлением начальных признаков профессиональной патологии после продолжительной экспозиции (15 лет и более), отмечен у 8,2 % работников. Малый (умеренный) риск, характеризующийся обратимыми функциональными изменениями, требующими пролонгированного восстановления, выявлен у 16,3 % персонала. Аналогичный процент (16,3 %) работников, включая административно-управленческий персонал, старших медицинских сестер и сестер-хозяйек, имеют пренебрежимо малый (переносимый) риск с полным восстановлением функционального состояния к началу следующей смены. На рабочих местах санитарок (буфетчиц) уровень профессионального риска оценен как малый (умеренный).

Полученные данные свидетельствуют, что биологический фактор является детерминирующим в формировании профессионального риска у медицинского персонала инфекционного стационара. Установлено, что большинство медицинских работников, выполняющих профессиональные обязанности в условиях инфекционного стационара, подвергаются высокому и очень высокому уровню профессионального риска. Выявленная ситуация требует внедрения дифференцированной системы управления профессиональными рисками.

Поступила 11.09.2025

ПСИХОСОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ТРУДА И КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ У РУКОВОДИТЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹Новикова А. В., к. м. н., novikova.av@fncg.ru,

^{1,2}Широков В. А., д. м. н., профессор, vashirokov@gmail.com

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация;

²Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Возрастающая распространенность донозологических и субклинических когнитивных расстройств среди лиц трудоспособного возраста приобретает характер серьезной медико-социальной проблемы. Особую актуальность эта проблема приобретает в отношении руководящих работников, поскольку когнитивные нарушения в данной профессиональной группе представляют собой значительный профессиональный риск, непосредственно влияющий на качество принимаемых управленческих решений и эффективность деятельности организации. В рамках настоящего исследования осуществлялась комплексная оценка влияния психосоциальных факторов трудовой деятельности на показатели психического здоровья и когнитивные функции руководителей регионального управленческого аппарата.

В исследовании приняли участие 35 руководителей регионального управленческого аппарата. Для получения объективных данных применялся комплекс валидизированных диагностических инструментов: Копенгагенский психосоциальный опросник для анализа рабочих факторов, госпитальная шкала тревоги и депрессии, шкала депрессии Центра эпидемиологических исследований для выявления аффективных нарушений, а также опросник MBI-General для диагностики синдрома профессионального выгорания. Оценка когнитивной сферы проводилась с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивных функций, теста замены цифровых символов и опросника субъективных когнитивных нарушений.

Анализ полученных данных выявил основные показатели, находящиеся в критическом диапазоне: уровень эмоционального напряжения составил $1,2 \pm 0,3$ балла, интеллектуальная нагрузка – $2,1 \pm 0,4$ балла, интенсивность рабочего темпа – $3,2 \pm 0,5$ балла. Зафиксирована высокая распространенность аффективных расстройств: симптомы тревоги обнаружены у 34 % обследуемых, депрессивная симптоматика – у 28,5 % респондентов. Нейрокогнитивное тестирование выявило наличие легких когнитивных нарушений в исследуемой группе. Средний показатель по Монреальской шкале оценки когнитивных функций составил $27,3 \pm 2,1$ балла, что находится в пограничной зоне между нормальными значениями и легкими когнитивными нарушениями. При этом обращает на себя внимание существенное несоответствие между объективными

данными тестирования и субъективным восприятием участников. Значительная часть респондентов (38 %) сообщала о наличии выраженных субъективных когнитивных трудностей, которые проявлялись в жалобах на снижение памяти, трудности концентрации внимания и повышенную умственную утомляемость. Важно отметить, что субъективные когнитивные жалобы статистически значимо преобладали над объективно регистрируемыми нарушениями. Это может свидетельствовать о том, что участники исследования особенно остро воспринимали даже незначительное снижение когнитивных функций, что, в свою очередь, может быть связано с высокими требованиями к собственной эффективности в их профессиональной деятельности. Полученные данные подчеркивают важность учета как объективных, так и субъективных показателей при оценке когнитивного статуса лиц, занятых в сфере интеллектуального труда.

Статистический анализ выявил наличие значимых корреляционных взаимосвязей между выраженностью когнитивной симптоматики, показателями профессионального выгорания и уровнем тревожно-депрессивных проявлений ($r = 0,58-0,71$; $p < 0,01$). Обнаруженные когнитивные нарушения интерпретируются как функциональные и потенциально обратимые состояния, развивающиеся вследствие дезадаптации на фоне хронического профессионального стресса.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости внедрения системы регулярного мониторинга психосоциальных факторов профессионального риска и разработки специализированных профилактических программ для работников, занятых в сфере интеллектуального труда. Своевременная психологическая поддержка и оптимизация психосоциальной среды на рабочих местах представляются наиболее перспективными направлениями профилактики и коррекции когнитивных нарушений в данной профессиональной категории.

Поступила 15.09.2025

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ МУЛЬТИЧАСТОТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Перов С. Ю., perov@irioh.ru,

Белая О. В., belay@irioh.ru,

Митрюшина А. В., redpineapple94@mail.ru,

Зименков А. Д., azimenkov.00@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Российская Федерация

Разработка и широкое применение современных радиоэлектронных средств различного назначения способствуют не только увеличению общего уровня интенсивности, но и усложнению частотного состава электромагнитного фона в местах пребывания человека в быту и на рабочем месте. В качестве характерной особенности электромагнитных воздействий на человека можно отметить их мультимчастотность, обусловленную одновременной работой нескольких компонентов источника в различных диапазонах частот. Примером подобных мультимчастотных источников электромагнитного поля радиочастотного диапазона (далее – ЭМП) являются средства радиоэлектронной борьбы (далее – РЭБ), направленные на формирование мощных радиочастотных помех для подавления систем управления, связи и навигации беспилотных летательных аппаратов. Для эффективного противодействия современным беспилотным технологиям широкое применение получили коммерческие портативные/мобильные средства РЭБ, которые сочетают компактность и небольшой вес с относительно высокой мощностью и перекрытием широкого диапазона радиочастот от 400 МГц до 6 ГГц. Учитывая стохастический режим работы, а также мобильность и компактный размер таких источников, которые зачастую располагаются вблизи тела человека, оценка потенциально негативного действия мультимчастотного ЭМП, а также контроль за соблюдением предельно допустимых уровней (далее – ПДУ) является основной профилактической мерой при обеспечении защиты здоровья населения и работников от неблагоприятного влияния ЭМП. Важным условием обеспечения сохранения здоровья работающих и населения является разработка системы оценки мультимчастотного воздействия ЭМП на организм человека с использованием частотно-селективных измерений и дозиметрической оценки для предотвращения потенциально негативных биологических эффектов при эксплуатации новых источников ЭМП.

Цель исследования – разработать подходы к оценке условий электромагнитной экспозиции при эксплуатации системы радиоэлектронной борьбы.

Основой санитарно-эпидемиологических требований в Российской Федерации как ПДУ являются плотность потока энергии (далее – ППЭ) и энергетическая экспозиция, тогда как за рубежом еще используется дозиметрический параметр удельной поглощенной мощности (далее – УПМ), который непосредственно связан с биологическим эффектом преимущественно острых воздействий или теплового действия. Дозиметрические параметры определяются биофизическими закономерностями взаимодействия ЭМП с биообъектами и характером поглощения электромагнитной энергии в них, что также имеет частотную зависимость, как и проведение контроля условий экспозиции, даже при использовании широкополосных средств измерений. Учитывая мультимодальный характер экспозиции, в рамках оценки уровней экспозиции были рассмотрены два типа систем РЭБ: антидроновое ружье «Гарпия-120» (Китай), работающее в диапазоне 430–5850 МГц, и станция «Капюшон» ФПВ-4 (Россия), работающая в диапазоне 400–1020 МГц. Контроль уровней ЭМП осуществлялся с использованием селективного измерителя параметров электромагнитного поля Narda SRM-3006 (Германия) и широкополосного измерителя параметров электромагнитного поля Narda NBM-550 (Германия). Математическое моделирование условий экспозиции и численная дозиметрия проводились в программном продукте SEMCAD X V 20.0.1.8169 (Швейцария). Разработка численных моделей условий электромагнитной экспозиции проводилась на различных рабочих частотах отдельных антенных элементов соответствующих источников ЭМП. При разработке численных дозиметрических моделей использовался численный анатомический фантом взрослого мужчины Duke v3.0 (Швейцария).

Натурные измерения уровней ЭМП проводились в нескольких типовых режимах эксплуатации антидронного ружья. Наибольшие суммарные уровни ППЭ были зарегистрированы в режиме одновременной эксплуатации всех 5 радиоканалов и составили 20,21–26,46 мВт/см².

Натурные измерения уровней ЭМП станции РЭБ «Капюшон» ФПВ-4 проводились в типовом режиме эксплуатации при одновременной работе всех радиочастотных каналов. По данным широкополосных и частотно-селективных измерений наибольшие суммарные уровни ППЭ составили более 10–30 мВт/см².

На основании полученных данных структуры и уровней ППЭ, а также технических характеристик образцов РЭБ были разработаны математические модели источников ЭМП, которые легли в основу разработки математических моделей условий экспозиции человека при различных сценариях применения подобных систем. Для каждого положения антидронного ружья в руках человека и положения станции РЭБ относительно человека проводилось численное моделирование поглощения электромагнитной энергии в отдельных тканях и органах тела фантома мужчины на отдельных рабочих частотах устройства с последующей оценкой максимальных значений $УПМ_{10,r}$, рассчитанных в отдельных тканях и для всего тела.

Согласно результатам численного моделирования типовые условия эксплуатации антидронного ружья характеризуются выраженным локальным облучением тела человека, при этом наибольшее поглощение электромагнитной энергии по параметру $УПМ_{10,r}$ наблюдается в соединительных и мышечной тканях рук человека, наиболее приближенным к корпусу антидронного ружья, и может достигать величины 302,57 Вт/кг в режиме одновременной работы всех радиоканалов подавления устройства, что многократно превышает международные стандарты безопасности для локальных условий воздействия ЭМП на персонал. Типовые условия эксплуатации станции РЭБ характеризуются общим облучением тела человека с возможностью локального облучения, при этом наибольшее поглощение электромагнитной энергии по параметру $УПМ_{10,r}$ наблюдается в соединительных и мышечной тканях в областях тела человека, наиболее приближенных к устройству, и может достигать величины 8,94 Вт/кг с учетом одновременного облучения от всех радиоканалов подавления устройства.

Согласно полученным результатам для обеспечения защиты человека от высокоинтенсивного ЭМП при эксплуатации антидронного ружья требуется применение средств локальной защиты, прежде всего в области кистей рук, лица и головы, с эффективным ослаблением ЭМП в рабочем диапазоне частот устройства. При эксплуатации купольных станций РЭБ для обеспечения защиты человека требуется размещение источника над человеком с применением средств коллективной защиты или использование средств локальной защиты в области лица, головы, таза и бедер, с эффективным ослаблением ЭМП в рабочем диапазоне частот устройства.

Поступила 15.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗА ЖИЗНИ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КУЗБАССА

*Першин А. Н., к. м. н., доцент, 333838@bk.ru,
Челышков А. Н., ассистент, chel_an98@mail.ru,
Попкова Л. В., к. м. н., доцент, liliya-popkova@yandex.ru,
Власова О. П., к. м. н., доцент, gynzaoh@mail.ru,
Ситникова Е. М., к. м. н., доцент, len-sitnikova@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Кемерово, Российская Федерация

В современных условиях отмечается высокая значимость образа жизни работающего населения в формировании состояния его здоровья. Исходя из существующих представлений о факторах, формирующих здоровье, целесообразны изучение и оценка образа жизни. Считается необходимым комплексно оценивать у работающего населения условия труда и образ жизни, так как они взаимно могут влиять друг на друга. При этом формирование образа жизни работников угольных шахт Кузбасса в зависимости от возраста, стажа работы и условий труда остается недостаточно изученным. Установление вкладов этих составляющих факторов в формирование образа жизни работающих позволяет комплексно оценить вероятность развития производственно-обусловленных заболеваний и разработать систему профилактических мероприятий по улучшению состояния здоровья работников угольных шахт Кузбасса.

Целью исследования являлась гигиеническая оценка образа жизни работников угольных шахт Кузбасса в зависимости от возраста, стажа работы и условий труда.

По разработанной нами анкете, включавшей 41 вопрос, проводился анонимный опрос 812 работников горных и вспомогательных участков угольных шахт об их образе жизни. В данной анкете имелись вопросы, позволяющие установить распространенность вредных и полезных привычек, особенностей питания, факторов, которые, по мнению анкетирруемых, влияют на приверженность к ним. Предлагаемые в анкете варианты ответов были четкими, понятными и предполагали выбор по убывающей шкале. Гигиеническую оценку условий труда в профессиях проводили по результатам специальной оценки условий труда и производственного контроля за условиями труда. Для нахождения доли вкладов отдельных факторов в формирование составляющих образа жизни работников угольных шахт использовалась программа факторного анализа «Factor analysis», входящая в пакет программ Statistica 7.0.

Работники подвергались сочетанному воздействию целого ряда вредных факторов: химических веществ, пыли, шума, общей и локальной вибрации, неоптимальных параметров световой среды и охлаждающего микроклимата, а также физических перегрузок. Все эти факторы не соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям. Условия труда у 85,0 % опрошенных были классифицированы как вредные (3-й класс, 1–3 степени), и лишь у 15,0 % – как допустимые.

При анонимном анкетировании 92,5 % работников угольных шахт указали на то, что им знакомо понятие «здоровый образ жизни». Выявлено, что сведения о его составляющих факторах они получают в 34,0 % случаев от медицинского персонала лечебных учреждений, в 52,0 % случаев – из средств массовой информации, в 4,0 % случаев – при гигиеническом обучении, в 10,0 % – из других источников. При этом 56,2 % работников уверены, что лучше «заниматься профилактикой заболеваний, чем потом лечиться»; 19,0 % опрошенных считают, что лучше «регулярно обследоваться у врачей» и 24,8 % респондентов уверены, что «профилактикой заболеваний заниматься нет смысла, если заболел, тогда и надо лечиться».

Хотя 84,1 % работников считают, что только самому нужно заботиться о своем здоровье, 15,9 % лиц уверены, что об их здоровье должны заботиться персонал лечебных учреждений и администрация предприятия. Большинство (72,4 %) опрошенных считают, что «можно улучшить свое здоровье, если вести здоровый образ жизни».

Из результатов анкетирования следует, что здоровый образ жизни ведут 36,0 % работников угольных шахт Кузбасса. Подавляющая часть работников не занимается регулярно физической культурой, не придерживается принципов рационального питания. Широко распространены среди работников такие вредные привычки, как курение и употребление алкоголя. Один раз и более употребляли наркотические и токсические вещества 12,2 % анонимно анкетированных работников.

С увеличением возраста (старше 40 лет) и стажа работы (более 15 лет) на предприятии удельный вес работников, которые не придерживаются здорового образа жизни, снижается на 46,0 % и 16,0 % соответственно. Так, происходит уменьшение доли лиц, употребляющих табак и алкоголь в 1,7 раза и в 2,3 раза соответственно. С возрастом уменьшается употребление наркотических и токсических веществ. Однако

увеличивается доля лиц с недостаточной физической активностью на 38,0 %. С увеличением стажа работы возрастает доля лиц с недостаточной физической активностью – в 1,4 раза и неудовлетворенностью своим здоровьем – в 1,3 раза. Отсутствие интереса к профилактике заболеваний зарегистрировано у каждого 4-го анкетированного старше 40 лет и каждого 2-го опрошенного со стажем работы свыше 15 лет, тогда как в возрасте до 40 лет и при стаже работы до 15 лет – у каждого 7-го и 10-го соответственно.

Ухудшение условий труда приводит к возрастанию в 2,3 раза числа работников, которые не ведут здоровый образ жизни, по сравнению с лицами, работающими в условиях труда, классифицированных как «допустимые». Среди занятых во вредных условиях труда по сравнению с работниками, имеющими допустимые условия труда, больше (в 2,1 раза) лиц, которые «нерационально» питаются. Среди работников с вредными условиями труда доля курящих была в 4,3 раза выше, потребляющих алкоголь – в 1,8 раза выше, а употребляющих наркотические и токсические вещества – в 2,1 раза выше, чем среди работников с условиями труда, соответствующими санитарно-эпидемиологическим требованиям. Работа во вредных условиях труда обуславливает отсутствие интереса к профилактике заболеваний почти у половины опрошенных. При этом удельный вес работников, отмечающих неудовлетворенность своим здоровьем, среди занятых во вредных и опасных условиях труда в 2,3 раза больше, чем среди работающих в менее вредных или допустимых условиях труда.

С использованием факторного анализа установлено, что в формировании составляющих образа жизни работников угольных шахт, которые не придерживаются здорового образа жизни, доли вкладов равны: фактора класс условий труда – 38,6 %; фактора стаж работы – 27,2 %; фактора возраст – 15,5 %. Сумма всех учитываемых факторов – 81,3 %. При этом наибольшие доли вклада вносятся условиями труда 3-го класса 3 степени и стажем работы более 15 лет.

Среди работников угольных шахт Кузбасса распространены такие факторы, составляющие образ жизни, как курение табака, употребление алкогольных напитков, недостаточная физическая активность, нерациональное питание. Работа во вредных и опасных условиях труда формирует у работников недоверие к мерам профилактики заболеваний и скептически настраивает их к объективной оценке состояния собственного здоровья. Длительный стаж работы (более 15 лет) во вредных условиях труда может формировать нездоровый образ жизни работников угольных шахт Кузбасса.

Поступила 12.09.2025

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ДЛИН ТЕЛОМЕР КРЫС WISTAR С ВОЗРАСТОМ И НА ФОНЕ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ, ШУМА И ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА УРОВНЕ 1,5 ПДК, ПДУ) В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

¹Савченко О. А., к. б. н., savchenkooa1969@mail.ru,

¹Чуенко Н. Ф., natali26.01.1983@yandex.ru,

²Савченко О. А., к. м. н., olgasav1978@mail.ru,

²Савченко О. О., savchenkoox@yandex.ru

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека», г. Новосибирск, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Омск, Российская Федерация

Исследование молекулярных механизмов старения, в частности динамики укорочения длин теломер (далее – показатель TL), является ключевым для понимания процессов преждевременного старения организма. Особый интерес представляет изучение сочетанного воздействия факторов производственной среды (физических и химических), действующих длительное время на теплокровные организмы на уровнях, близких к предельно допустимым (1,5 ПДК, ПДУ) в модельных условиях хронического эксперимента, так как их синергетический эффект может ускорять клеточное старение даже при соблюдении нормативов для каждого фактора в отдельности. Выявление подобных закономерностей на модельных объектах способствует разработке надежных биомаркеров для оценки профессиональных рисков.

Исследование проведено на крысах самцах линии Wistar (n = 50) в соответствии с принципами Европейской конвенции о защите позвоночных животных (Страсбург, 1986) и протоколом,

одобренным этическим комитетом ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора.

Животные были рандомизированы на 3 группы:

группа 1 (контроль, n = 15): содержались в стандартных условиях вивария и не подвергались каким-либо экспериментальным воздействиям, являясь интактным контролем;

группа 2 (n = 15): подвергались воздействию общей вибрации (40–200 Гц) и широкополосного шума (75–90 дБА) на уровне 1,5 ПДУ ежедневно по 30 мин, 5 дней в неделю;

группа 3 (n = 15): подвергались воздействию факторов группы 2 и ингаляционной экспозиции смесью ароматических углеводородов (ксилол – 225 мг/м³, бензин – 225 мг/м³, толуол – 450 мг/м³, ацетон – 1200 мг/м³) в концентрации 1,5 ПДК по тому же графику.

Забор материала (поперечнополосатая мышечная ткань бедра) проводили на исходной точке (0 суток, возраст 6 мес, n = 5) и после 60, 120 и 180 суток эксперимента (по 5 особей из каждой группы на каждом сроке). Эвтаназию проводили с применением хлороформа.

Длину теломер определяли методом количественной ПЦР в реальном времени с использованием протокола R. S. Lee et al. в модификации В. Н. Максимова. Концентрацию ДНК измеряли на спектрофотометре Epoch (BioTek Instruments, США). Ввиду отклонения распределения данных от нормального (критерий Колмогорова – Смирнова), результаты представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (далее – Ме [Q1; Q3]). Для сравнения групп применяли непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

В контрольной группе зафиксировано ожидаемое возраст-зависимое укорочение теломер: к 180-м суткам показатель TL статистически значимо снизился по сравнению с исходным уровнем. Воздействие факторов достоверно ускоряло укорочение теломер у животных. Уже на 120-е сутки у животных в группах 2 и 3 значения показателя TL были значимо ниже не только относительно исходного уровня, но и относительно контрольной группы на тот же период времени. К 180-м суткам разрыв между контрольной и опытными группами увеличился, демонстрируя выраженный протаривающий эффект комбинированных воздействий (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика относительной длины теломер (отн. ед.) у крыс Wistar в ходе эксперимента

Группа	60 суток (n = 5)	120 суток (n = 5)	180 суток (n = 5)
Группа 1 (контроль)	1,84 [1,82; 2,38]	1,79 [1,66; 2,22]	1,52 [1,48; 1,61]*
Группа 2 (физические факторы)	1,52 [1,45; 1,78]	1,28 [1,08; 1,29]*, #	1,05 [1,01; 1,09]*, #
Группа 3 (физические + химические факторы)	1,60 [1,59; 1,68]	1,16 [1,10; 1,33]*, #	0,95 [0,86; 1,05]*, #
* статистически значимые различия ($p < 0,05$) с показателем на 0-е сутки (2,38 [1,92; 2,41]);			
# статистически значимые различия ($p < 0,05$) с контрольной группой на соответствующий срок наблюдения.			

Наибольшая динамика укорочения наблюдалась между 60-ми и 120-ми сутками эксперимента (календарный возраст животных 10 мес.), что в ретроспективном пересчете на продолжительность профессионального стажа человека эквивалентно примерно 10 годам. Максимальные значения показателя TL зарегистрированы к концу эксперимента (12 мес. жизни крыс, ~15 лет условного стажа).

Статистически значимой разницы между группами 2 и 3 выявлено не было, что может указывать на достижение порогового уровня биологического воздействия, при котором добавление химической нагрузки к физическим факторам не приводит к дальнейшему значимому усилению эффекта в данной модели.

Таким образом, установлено достоверное возраст-зависимое укорочение теломер у интактных крыс Wistar в течение 180-суточного наблюдения.

Хроническое сочетанное воздействие физических (вибрация, шум на уровне 1,5 ПДУ) и физико-химических факторов (с добавлением смеси ароматических углеводородов на уровне 1,5 ПДК) приводит у лабораторных животных к статистически значимому ускорению укорочения теломер по сравнению с контрольной группой, начиная с 120-х суток эксперимента.

Выявленный эффект свидетельствует о синергизме действия изученных факторов и подтверждает гипотезу о том, что сочетанное воздействие даже на регламентированных уровнях вредных производственных факторов может провоцировать процессы ускоренного клеточного старения, ассоциированного с нарушением стабильности генома.

Динамика укорочения длины теломер может рассматриваться как перспективный биомаркер для оценки кумулятивного повреждающего действия комплекса производственных факторов и связанных с этим рисков развития профессионально обусловленной патологии.

Поступила 09.09.2025

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ЗДОРОВЬЯ, РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ СЕСТЕР

*Смагулов Н. К., д. м. н., профессор, msmagulov@yandex.ru,
Агеев Д. В., ageevdimon88@mail.ru*

Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский университет имени академика Е. А. Букетова», г. Караганда, Республика Казахстан

Здоровье медицинских сестер является важнейшим ресурсом системы здравоохранения, так как именно они составляют более половины работников отрасли. Высокая интенсивность труда, ночные смены, кадровый дефицит и постоянное взаимодействие с пациентами делают профессию одной из наиболее стрессогенных. Последствия хронического стресса проявляются в росте сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний, нарушениях психоэмоциональной сферы и снижении работоспособности. Распространенность синдрома профессионального выгорания у медсестер достигает 30–70 %. Особую опасность представляет феномен «презентеизма» – продолжение работы при болезни, что усугубляет хронические патологии и повышает риск профессиональных ошибок. Данный феномен во многом связан с редкой обращаемостью медработников в медицинские учреждения, что обусловлено материальными потерями при оформлении больничных листов, административным давлением со стороны руководства и особенностями профессиональной культуры, предполагающей переносимость болезней «на рабочем месте». В связи с этим актуальным является изучение возрастных особенностей здоровья и выгорания медсестер, а также поиск доступных методов коррекции, включая физиологические подходы, такие как стимуляция нырательного рефлекса.

Исследование проведено в 2021–2024 гг. среди 109 медсестер больниц г. Караганды (возраст 19–63 года). Выделено три возрастные группы: до 30 лет, 30–45 лет и старше 45 лет. Использовались: индекс работоспособности (далее – WAI), опросники MBI-HSS, CBI, методика В. В. Бойко, WHOQOL-BREF, тест тревожности Спилбергера – Ханина, корректурные пробы по таблицам Анфимова, регистрация частоты сердечных сокращений, артериального давления и вариабельности сердечного ритма (SDNN, RMSSD, SI, LF/HF, ПАРС). Физическая активность оценивалась шагомером, масса тела – по индексу массы тела. Интервенционный этап включал 10-дневный курс стимуляции нырательного рефлекса. Статистическая обработка – в IBM SPSS Statistics 26.0 (ANOVA, корреляционно-регрессионный и факторный анализ, $p < 0,05$).

Исследование показало выраженные возрастные различия в восприятии условий труда. Медсестры до 30 лет чаще отмечали отдельные неблагоприятные факторы среды (температурный режим, освещение, сквозняки), при этом сохраняли общий положительный настрой и удовлетворенность деятельностью. В возрасте 30–45 лет усиливалась значимость организационных и межличностных факторов: дефицит кадров, напряженное взаимодействие с пациентами и их родственниками, рост административной нагрузки, что повышало риск конфликтных ситуаций и стресса. В группе старше 45 лет на первый план выходила неудовлетворенность экономическими аспектами и организацией труда, увеличивалось восприятие профессиональных ограничений, связанных со здоровьем и утомляемостью. Подобные возрастные сдвиги в оценке условий труда согласуются с данными отечественных и зарубежных исследований, указывающих на критическую роль организационно-социальных факторов в формировании профессионального выгорания.

Возрастные различия четко проявлялись в показателях психофизиологического состояния. До 30 лет доминировали высокий уровень личностной тревожности (72,2 %) и эмоциональная вовлеченность при сохранении устойчивого внимания. В возрасте 30–45 лет наблюдался оптимум когнитивной и функциональной активности: максимальные показатели работоспособности по WAI (39,6 балла), лучшие результаты корректурных проб, высокие показатели внимания. После 45 лет снижался уровень работоспособности (32,5 балла), возрастало число ошибок в когнитивных тестах и проявлялись признаки функционального напряжения. Показатели вариабельности сердечного ритма (SDNN, RMSSD, TP) снижались, стресс-индекс и ПАРС возрастали, что отражало истощение адаптационных резервов и доминирование симпатического влияния.

Заболевания распределялись по возрастным группам в соответствии с «многофакторной моделью стресса». Для объективной оценки распространенности заболеваний использовался пункт 3 опросника WAI («Ваши болезни или травмы, установленные врачом»), где респонденты отмечали патологии, диагностированные специалистами. Такой подход был выбран, поскольку медицинские работники редко берут больничные листы, и официальная регистрация заболеваемости не отражает реальную картину скрытой патологии. У медсестер до 30 лет преобладали функциональные нарушения сердечно-сосудистой, пищеварительной и дыхательной систем. В возрасте 30–45 лет фиксировался пик заболеваний опорно-двигательного аппарата (26,0 %), что связывалось с высокой физической нагрузкой и совмещением профессиональных и семейных

обязанностей. В группе старше 45 лет доминировали кардиометаболические нарушения (36,3 %), ожирение и гиподинамия, подтверждая усиление возрастных рисков и накопление хронических патологий.

Диагностика по MBI-HSS выявила высокую распространенность эмоционального истощения (70,7 % в формирующейся и сформированной стадиях) и редукции личных достижений (66,6 %). Деперсонализация чаще проявлялась у возрастных групп до 30 лет, отражая эмоциональные трудности адаптации в начале карьеры. Методика В. В. Бойко показала доминирование симптомов фаз напряжения и истощения, включая «психотравмирующие обстоятельства», «загнанность в клетку», «эмоциональный дефицит» и «психосоматические нарушения». По данным СBI, более высокие значения личного и рабочего выгорания регистрировались у младших групп, тогда как у старших возрастало организационно обусловленное выгорание.

Несмотря на высокую профессиональную информированность, медсестры демонстрировали низкую готовность обращаться за медицинской помощью. Более половины во всех возрастных группах предпочитали продолжать работу при заболевании, что формировало феномен «презентеизма». В группе до 30 лет большинство респондентов оценивали заботу о здоровье как «недостаточную» или «требующую усиления», а в возрасте 30–45 лет доля критических оценок возрастала до трети. В группе старше 45 лет увеличивалась обращаемость к врачам по причине хронических заболеваний, однако 40 % продолжали реже посещать специалистов. Эти данные указывают на противоречие между высоким уровнем медицинских знаний и низкой практикой самосохранительного поведения.

Апробация метода стимуляции нырательного рефлекса подтвердила его эффективность в качестве индивидуальной физиологической интервенции. 10-дневный курс регулярных процедур сопровождался снижением показателей эмоционального истощения и деперсонализации, ростом адаптационного потенциала и нормализацией вегетативной регуляции. Полученные данные свидетельствуют о том, что физиологические методы могут рассматриваться как доступный и безопасный инструмент коррекции проявлений профессионального выгорания, дополняющий психологические подходы. При этом стимуляция нырательного рефлекса имеет преимущество индивидуального применения, тогда как психологические интервенции чаще реализуются в коллективной форме и требуют участия специально подготовленных специалистов.

Проведенное исследование показало, что возраст является определяющим фактором в формировании различий в состоянии здоровья и выраженности профессионального выгорания у медицинских сестер. Молодые работники (до 30 лет) более подвержены тревожности и деперсонализации, в среднем возрасте (30–45 лет) достигается оптимум работоспособности при росте заболеваний костно-мышечной системы, а после 45 лет фиксируются кардиометаболические нарушения и истощение адаптационных ресурсов. Выявленная низкая медицинская активность и высокая распространенность презентеизма усиливают риски хронизации заболеваний и снижения работоспособности. Апробация метода стимуляции нырательного рефлекса подтвердила его эффективность как доступной физиологической интервенции, снижающей выраженность симптомов выгорания и стабилизирующей вегетативную регуляцию.

Поступила 29.09.2025

ИЗУЧЕНИЕ СУТОЧНОГО ИНДЕКСА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У РАБОТНИКОВ АВИАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЯЖЕЛОГО ТРУДА

Яцына И. В., yacyna.iv@fncg.ru,

Шеенкова М. В., sheenkova.mv@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Величина артериального давления (далее – АД) является важным, но далеко не единственным фактором, определяющим сердечно-сосудистый риск и прогноз при артериальной гипертензии.

Повышенная среднесуточная вариабельность АД является независимым от уровня цифр систолического и диастолического давления неблагоприятным прогностическим фактором развития сосудистых катастроф. Многочисленные исследования показали, что недостаточное ночное снижение АД и изменение суточного ритма АД коррелирует с увеличением частоты поражения органов-мишеней. Помимо этого, сохранение высокого уровня АД в ночное время, его нестабильность и повышенная вариабельность в течение суток являются предпосылками для развития церебральной недостаточности, снижения интеллектуально-мнестических функций.

Высокая распространенность артериальной гипертензии среди трудоспособного населения и негативное влияние на демографические показатели: частые и длительные заболевания с временной утратой трудоспособности, снижение продолжительность жизни обосновывают актуальность цели нашего исследования – изучение циркадных ритмов артериального давления у лиц тяжелого физического труда.

Обследовано 88 работников авиационного машиностроения с артериальной гипертензией.

Основную группу составили работники (51 человек), выполняющие технологические операции в условиях превышения гигиенических нормативов по тяжести трудового процесса. Превышение показателей тяжести трудового процесса работников основной группы связано с физической динамической нагрузкой (общая или региональная) и статической нагрузкой, в том числе на одну, две руки и с участием мышц корпуса и ног. Общая оценка тяжести трудового процесса соответствует классу 3.1 или 3.2 в зависимости от выполняемых технологических операций.

В контрольную группу (37 человек) включены работники, трудящиеся в тех же производственных комплексах, что и обследованные основной группы (литейное, термическое, сварочное, гальваническое, кузнечно-прессовое, механообрабатывающее, механосборочное, испытательное производства), но в условиях не превышающих второй класс условий труда по показателю тяжести трудового процесса. Рабочие места обследованных основной и контрольной группы были сопоставимы по прочим производственным факторам: производственный шум, общая вибрация, химические вещества в воздухе рабочей зоны, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, нагревающий микроклимат. Всем обследованным проведено суточное измерение АД (далее – СМАД) с расчетом степени ночного снижения АД – суточного индекса (далее – СИ) по формуле (1):

$$СИ = 100 \% \times (АДд - АДн) / АДд, \quad (1)$$

где АДд – среднее АД в период дневного бодрствования;

АДн – среднее АД в период ночного сна.

Выделено 4 типа суточного профиля АД в соответствии с величиной СИ: нормальная степень ночного снижения АД при значениях СИ от 10 до 20 %, недостаточная степень снижения АД при значениях СИ от 0 до 10 %, ночная гипертония при значениях СИ менее 0 %, чрезмерная степень ночного снижения АД при значениях СИ более 20 %. Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.5.0.

Показатели суточного индекса АД 28 обследованных основной группы (54,9 %) соответствовали оптимальному значению, в группе контроля нормальная степень ночного снижения АД выявлена у 29 работников (78,4 %). Выявление нормального циркадного ритма в группе работников с физическим перенапряжением в 2,78 раза ниже, чем в группе работников с допустимыми условиями труда (ОШ = 0,36 (95% ДИ: 0,14–0,89); $\chi^2 = 4,2$, $p < 0,05$). Недостаточная степень ночного снижения АД выявлена у 6 обследованных основной группы (11,8 %), 12 обследованных группы контроля (32,4 %), что свидетельствует о повышенной встречаемости СИ в пределах от 0 до 10 % среди обследованных основной группы в 3,33 раза (ОШ = 3,33 (95% ДИ: 2,15–8,67); $\chi^2 = 4,4$, $p < 0,05$). Прочие нарушения СИ встречались значительно реже, составляя в основной группе 5,9 %, в контрольной группе – 5,4 % ($p > 0,05$).

Таким образом, выявлены клинические особенности артериальной гипертензии у лиц тяжелого физического труда в виде изменения суточного профиля артериального давления. Нарушения суточного профиля АД выявляются в 2,78 раза чаще, чем в группе работников с условиями труда, не превышающими гигиенические нормативы по показателю тяжести трудового процесса, что следует учитывать при планировании лечебно-профилактических мероприятий.

Поступила 25.09.2025

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. СТАТЬИ

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

*Александрова И. Э., accialex@yandex.ru,
Храмцов П. И., pikhramtsov@gmail.com*

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Получение общего образования детьми с ограниченными возможностями здоровья (далее – ОВЗ) всемерно поддерживается государством, которое гарантирует создание необходимых условий, удовлетворяющих особые образовательные потребности таких детей [1]. В настоящее время в Российской Федерации функционирует более 1500 организаций, осуществляющих образовательную деятельность по адаптированным основным образовательным программам для детей с ОВЗ. Согласно санитарному законодательству их образование может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных классах, группах или отдельных организациях, осуществляющих образовательную деятельность [2]. Для детей с ОВЗ характерны быстрая утомляемость, сниженная устойчивость к стрессовым воздействиям. Это обуславливает необходимость оптимизации образовательных нагрузок в процессе обучения для предотвращения возникновения переутомления школьников [3].

Цель исследования – физиолого-гигиеническая оценка соответствия организации образовательного процесса в условиях разных моделей обучения: коррекционной (специальное отделение для детей с ОВЗ в образовательной организации) и инклюзивной (обучение детей с ОВЗ в общеобразовательном классе вместе с нормотипичными детьми) функциональным возможностям организма школьников с ОВЗ.

В 1–4-х коррекционных классах специального отделения школы обучалось 15 детей с ОВЗ (задержка психического развития, снижение слуха, расстройства аутистического спектра). В условиях инклюзии в общеобразовательных классах начальной школы с наполняемостью по 25–27 человек обучалось по 2–4 школьника с ОВЗ (всего – 13 школьников) с задержкой психического развития, снижением слуха, расстройством аутистического спектра, тяжелыми нарушениями речи.

Обучение в обеих образовательных моделях осуществлялось по 5-дневной учебной неделе; продолжительность уроков – 40 минут; количество уроков в день – не более 5. Во внеурочную деятельность каждого учащегося с ОВЗ еженедельно было включено 5 часов занятий коррекционной направленности с учетом возрастных особенностей и психофизиологических потребностей.

Проведена гигиеническая оценка расписания уроков в коррекционных классах и в классах инклюзии. Традиционно в гигиене детей и подростков в основе оценки школьного расписания лежит учет трудности учебных предметов с последующим ее распределением в течение учебной недели (дня) и сравнением полученных «кривых» с классической недельной и дневной динамикой умственной работоспособности (далее – УР) [4]. Проанализировали 14 недельных и 70 дневных школьных расписаний. С помощью метода гигиенической оценки школьного урока проанализировано 20 уроков [5].

Исследования функционального состояния организма ребенка включали изучение показателей УР, оценку которой проводили по результатам коррективного теста [4]. УР рассматривается прежде всего как интегральный показатель функционального состояния центральной нервной системы ребенка, имеющий определяющее значение для учебной деятельности. Динамику УР оценивали с учетом характера индивидуальных сдвигов работоспособности в процессе обучения: в динамике учебного дня, недели. Результаты исследования подвергнуты статистической обработке с использованием программы Statistica 13.3. Проведено 298 исследований УР обучающихся младших классов.

Выявили, что в коррекционных классах лишь половина (50,0 %) исследуемых недельных и 27,5 % дневных расписаний была составлена гигиенически рационально. В классах инклюзии оптимальными с физиолого-гигиенической точки зрения были всего 16,7 % недельных и 23,3 % дневных расписаний. Наиболее

частыми ошибками при составлении расписания были следующие: наибольший балл трудности учебных предметов приходился на дни с наиболее низким уровнем УР (понедельник, пятница) в течение недели или первый (последний) уроки в динамике учебного дня; а также равномерное чередование предметов (уроков) с максимальным и минимальным баллами трудности.

Получили, что в коррекционных классах половина уроков (50,0 %) проводится с оптимальной или низкой для нормотипичных школьников плотностью учебной деятельности: 60–80 % или менее 60 %. Плотность остальных уроков несколько превышает оптимально допустимую для учащихся начальных классов и составляет 85–90 %. Количество видов учебной деятельности в 1–2-х классах – 2–3, а в 3–4-х классах – 4–7. На всех уроках присутствовали эмоциональные разрядки. Физкультминутки проводились на 83,3 % уроков: в 50,0 % – 1 раз за урок, а на трети уроков – 2 раза за урок. На части уроков (16,7 %) физкультминутки не проводились. В классах инклюзии плотность $\frac{2}{3}$ уроков составляет более 90 %, что превышает допустимую даже для обучающихся среднего и старшего школьного возраста. Количество видов учебной деятельности на уроках во всех классах инклюзии – 4–7. На всех занятиях один раз за урок присутствовали эмоциональные разрядки и физкультминутки. Использование электронных средств обучения (электронной доски) на анализируемых уроках в обеих моделях обучения детей с ОВЗ осуществлялось в пределах нормативного времени, установленного санитарным законодательством, – не более 20 минут суммарно за урок.

Организация учебного процесса в классах коррекции отличалась более здоровьесберегающей направленностью, чем в классах инклюзии. Наряду с этим «слабые места» с позиции гигиены были выявлены в организации обучения всех обследованных классов (неоптимальная плотность урока, нерациональное построение школьного расписания, отсутствие или однократное проведение физкультурных минуток на уроках и т. п.).

Характеристика УР младших школьников с ОВЗ, обучающихся в условиях обеих образовательных моделей, в целом свидетельствует о соответствии организации образовательного процесса функциональным возможностям детей. Однако при обучении в специальном (коррекционном) отделении образовательной организации выявлена значимо более благоприятная динамика УР, чем в условиях инклюзии детей с ОВЗ в общеобразовательном классе. Так, при сравнении средненедельных показателей УР у школьников с ОВЗ, обучающихся в условиях специального отделения и в условиях инклюзии в общеобразовательном классе, получили, что при преобладании числа просмотренных знаков у детей с ОВЗ в условиях инклюзии ($204,1 \pm 8,03$ против $165,0 \pm 5,56$; $p < 0,01$), они делают и значимо больше ошибок в тестах ($9,39 \pm 0,38$ против $5,89 \pm 0,22$; $p < 0,001$). Соответственно, у них отмечено меньшее количество работ, выполненных без ошибок ($10,6 \pm 3,8$ против $26,7 \pm 4,0$; $p < 0,01$).

Средненедельные показатели индивидуальных сдвигов, отражающих явное и выраженное утомление, у детей обеих сравниваемых моделей значимо не различались. Вместе с тем у младших школьников с ОВЗ, обучающихся в условиях инклюзии, наблюдается более негативная динамика показателей УР в течение учебной недели, выражающаяся в увеличении доли индивидуальных сдвигов, отражающих явное и выраженное утомление. В динамике недели сохраняются различия между моделями обучения в скорости и точности выполнения корректурных тестов: в условиях инклюзии школьники к концу недели просматривают большее число знаков ($211,9 \pm 16,8$ против $145,4 \pm 11,3$; $p < 0,01$), но делают больше ошибок ($10,93 \pm 0,72$ против $4,30 \pm 0,43$; $p < 0,001$). Причем при обучении в условиях коррекционного отделения школы число сделанных ошибок в тестах школьников значимо уменьшается от понедельника к пятнице ($5,98 \pm 0,48$ до $4,30 \pm 0,43$; $p < 0,01$), а в условиях инклюзии, наоборот, увеличивается ($9,11 \pm 0,69$ до $10,93 \pm 0,72$; $p < 0,05$).

Полученные результаты согласуются с данными, представленными в научных публикациях, анализирующих здоровьесберегающие аспекты процесса обучения детей с ОВЗ. Малая наполняемость классов, индивидуальный подход к ребенку, дружественная атмосфера на уроке и во внеучебной деятельности на фоне посильной учебной нагрузки в отдельных коррекционных классах в целом позволяют снизить «физиологическую стоимость» обучения для детей с ОВЗ, достигнуть адекватного уровня адаптационных реакций и функционирования регуляторных систем. В меньшей степени обладают возможностями здоровьесбережения модели, где обучение осуществляется в условиях интеграции обучающихся в общеобразовательные классы. Ряд нерешенных вопросов по данной проблеме обуславливает в том числе неготовность педагогов к особенностям педагогического сопровождения таких детей.

Результаты свидетельствуют о необходимости учета потребностей каждого из детей с ОВЗ в условиях любой модели обучения на основе оптимизации «слабых мест», касающихся индивидуализации обучения, социализации и социальной адаптации обучающихся.

При организации обучения в условиях инклюзии в общеобразовательном классе необходимо учитывать потребности детей с ОВЗ, поскольку для них предусмотрены более «щадящие» правила, регламентирующие большинство сторон школьной жизни.

В целом при обучении по любой из существующих на сегодняшний день образовательных моделей для детей с ОВЗ необходимы:

- индивидуальный (дифференцированный) подход к дозированию образовательной нагрузки для каждого учащегося (в зависимости от вида ОВЗ, варианта адаптированной программы и т. п.);

- гигиеническая рационализация урока (оптимальная плотность урока, адекватная смена видов учебной деятельности, минимизация использования электронных средств обучения, проведение физкульт-минутки и положительные эмоциональные разрядки);

- рациональное использование времени перемен (подвижные игры, по возможности – прогулка на большой перемене);

- гигиенически оптимальное построение учебного расписания с рациональным включением в него индивидуальных коррекционных занятий и т. п.

Оптимальным является использование положительных сторон как коррекционной, так и инклюзивной модели обучения, что реализуется в существующих в современном образовании моделях, представляющих собой различную степень интеграции детей с ОВЗ в общеобразовательный процесс (эпизодическая, фрагментарная, комбинированная интеграция и т. п.), «ресурсные классы».

Основополагающим моментом в организации обучения детей с ОВЗ является гармонизация системы медицинского и психолого-педагогического сопровождения учебно-воспитательного процесса, что будет способствовать поддержанию оптимальной адаптации детей с ОВЗ, профилактике возникновения переутомления и декомпенсации состояния здоровья.

Литература

1. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации : Федер. закон от 21 нояб. 2011 г. № 323-ФЗ : в ред. от 23 июля 2025 г. № 261-ФЗ // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 03.09.2025).

2. СП 2.4.3648-20. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи : постановление Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 сент. 2020 г. № 28 : в ред. от 30 авг. 2024 г. // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 03.09.2025).

3. Александрова, И. Э. О взаимосвязи показателей утомляемости учащихся с факторами урока и школьного расписания / И. Э. Александрова // Здоровье населения и среда обитания – ЗНисО. – 2017. – № 8 (293). – С. 24–26.

4. Кучма, В. Р. Гигиена детей и подростков. Руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / В. Р. Кучма ; под ред. В. Р. Кучмы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2025. – 832 с.

5. Александрова, И. Э. Разработка и определение эффективности метода гигиенической оценки урока / И. Э. Александрова, З. И. Сазанюк // Здоровье населения и среда обитания – ЗНисО. – 2016. – № 10 (283). – С. 29–31.

Поступила 04.09.2025

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ШКОЛЬНО-ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ

Борисова Т. С., к. м. н., доцент, gozd@bsmu.by,

Кушнерук А. В., gozd@bsmu.by,

Самохина Н. В., gozd@bsmu.by

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Состояние здоровья подрастающего поколения является индикатором социального благополучия современного общества, а также залогом его репродуктивного, трудового, интеллектуального, социального потенциала, и охрана его относится к числу национальных приоритетов в Республике Беларусь.

С увеличением «школьного стажа» наблюдается возрастание числа детей с отклонениями в здоровье. Наиболее значительный рост школьно-обусловленной патологии регистрируется при переходе учащихся из начальной школы в средние классы. К концу обучения в школе не менее 50 % учащихся в разной степени имеют снижение остроты зрения, нарушения костно-мышечной, пищеварительной, эндокринной, нервной систем [1].

Стремительное развитие в современном обществе компьютерных технологий, разработка дистанционных курсов и программ обучения, электронных книг и учебников также способствуют погружению ребенка в интерактивное пространство, сопровождающееся ростом гипокинезии и зрительного напряжения, тем самым актуализируя проблему сохранения здоровья детского населения [2, 3]. Воздействие обозначенных факторов риска значительно усугубляется при несоблюдении условий организации образовательного процесса, а темпы развития нарушений здоровья непредсказуемы [4]. Поэтому мониторинг состояния здоровья обучающихся позволяет своевременно диагностировать возможные риски с целью принятия обоснованных управленческих решений по предотвращению неблагоприятных последствий.

Целью настоящего исследования являлась оценка распространенности школьно-обусловленной патологии среди детей и подростков.

В рамках исследования по данным официальной статистической отчетности «О медицинской помощи детям» (форма 1-дети, Министерство здравоохранения Республики Беларусь), предоставленной одной из городских детских клинических поликлиник (далее – ГДКП) г. Минска с обслуживанием 13 704 детей, осуществлен анализ состояния здоровья детей в динамике 10 лет наблюдения (2014–2024 гг.).

Результаты анализа первичной заболеваемости анализируемой когорты детей по основным классам болезней в динамике 10 лет наблюдения представлены на рисунке 1.

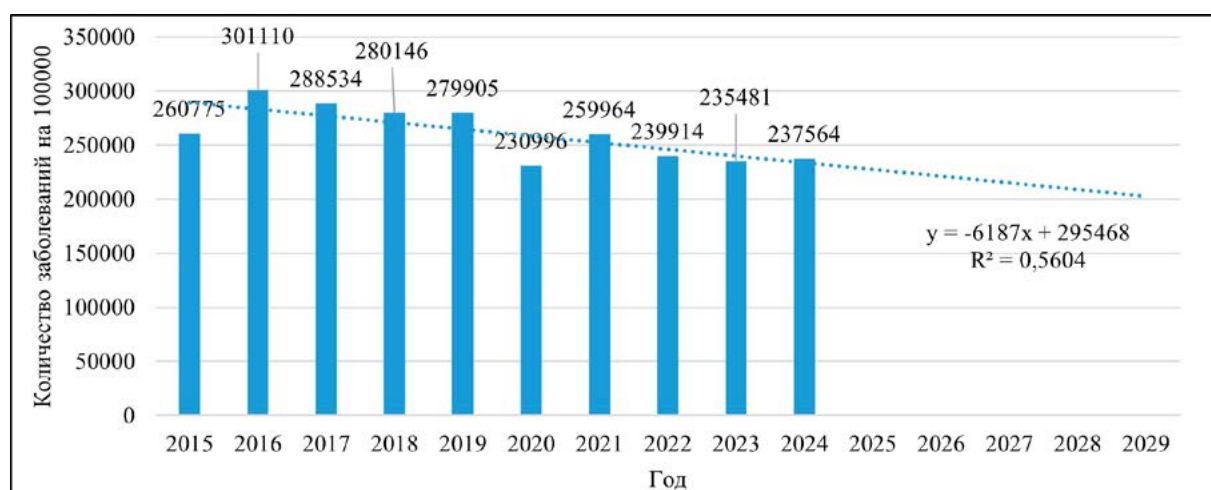


Рисунок 1 – Динамика заболеваемости детей в возрасте 0–17 лет по основным классам болезней с диагнозом, впервые установленным в жизни, в динамике 10 лет наблюдения, на 100 000 детского населения

Как видно из представленных данных, первичная заболеваемость исследуемой группы детей 0–17 лет по основным классам болезней имеет тенденцию к снижению ($y = -6187x + 295468$; $R^2 = 0,5604$), при этом остается на достаточно высоком уровне.

При этом прогнозируемая тенденция первичной заболеваемости детей в разрезе отдельных возрастных групп имеет разнонаправленный характер. Так, установлена тенденция к ее снижению в возрастных группах до года ($y = -5222,9x + 422914$; $R^2 = 0,2166$), 1–4 года ($y = -5222,9x + 422914$; $R^2 = 0,2166$), 5–9 лет ($y = -941,78x + 245856$; $R^2 = 0,0387$), 10–13 лет ($y = -5164,2x + 209622$; $R^2 = 0,6641$), 14 лет ($y = -6699,5x + 226423$; $R^2 = 0,5017$) и тенденцию к росту в возрастной группе 15–17 лет ($y = 702,98x + 229922$; $R^2 = 0,0049$).

Динамика заболеваемости детей 0–17 лет обследуемой территории по отдельным классам болезней также имеет разнонаправленный характер. Тенденция к снижению распространенности характерна по болезням эндокринной системы ($y = -0,4184x + 461,19$; $R^2 = 0,0001$), психическим расстройствам и расстройствам поведения ($y = -50,263x + 540,12$; $R^2 = 0,7031$), болезням нервной системы ($y = -27,477x + 735,13$; $R^2 = 0,0504$) и системы кровообращения ($y = -10,115x + 311,87$; $R^2 = 0,3584$), болезням органов дыхания ($y = -2385,4x + 214876$; $R^2 = 0,188$) и органов пищеварения ($y = -207,3x + 2366,9$; $R^2 = 0,8108$), а также болезням костно-мышечной системы ($y = -174,13x + 1780,9$; $R^2 = 0,8193$). Из группы школьно-обусловленной патологии тенденция к росту ($y = 278,85x + 8039,5$; $R^2 = 0,2696$) прослеживается лишь по болезням глаза и его придаточного аппарата (рисунок 2), что определяет профилактику развития данной патологии как наиболее актуальное направление в организации здоровьесбережения подрастающего поколения.

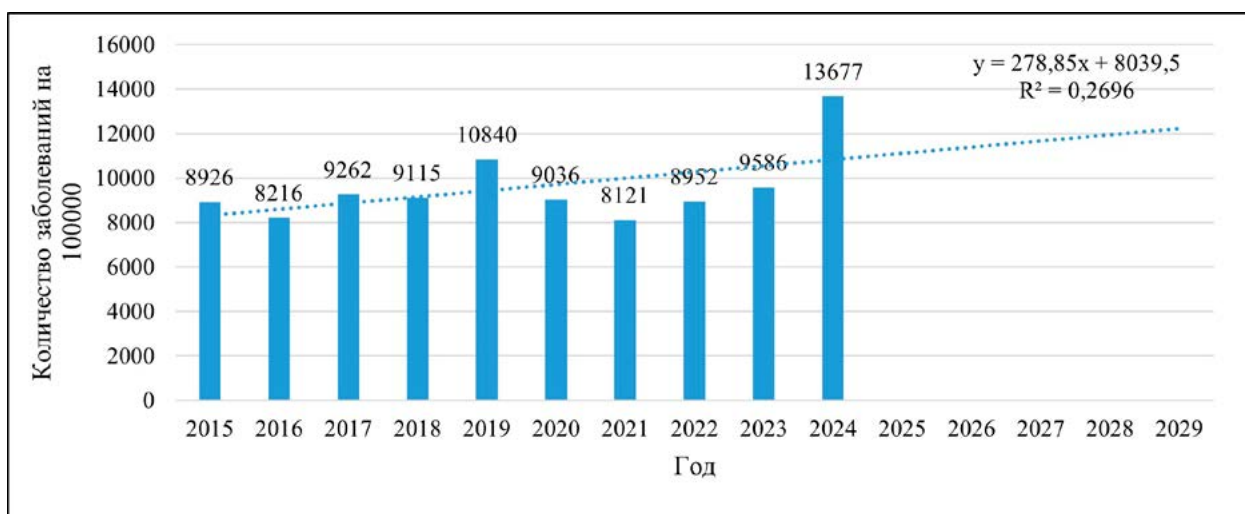


Рисунок 2 – Динамика распространенности болезней глаза и его придаточного аппарата среди детей в возрасте 0–17 лет ГДКП за период 2015–2024 гг. с прогнозом на ближайшую перспективу на 100 000 детского населения

Анализ числа случаев заболеваний, выявленных впервые (на 100 000 детского населения) в разрезе отдельных возрастных групп за 2024 год показал, что уровень первичной заболеваемости по отдельно взятым классам болезней имеет различный характер в зависимости от возрастной категории детей. Лидирующие позиции в структуре первичной заболеваемости во всех возрастных группах детей традиционно занимают болезни органов дыхания, а вот далее следуют болезни глаза и придаточного аппарата. Вместе с тем наиболее высокие уровни первичной заболеваемости болезнями глаза и его придаточного аппарата отмечаются в возрастной группе 5–9 лет (15 930 случаев на 100 000), что определяет данную возрастную группу детей как группу риска и целевую группу для реализации первичных мер профилактики.

По результатам профилактических осмотров анализируемой ГДКП в динамике 10 лет наблюдений за период 2015–2024 гг. с прогнозом на ближайшую перспективу выявлена тенденция к снижению распространенности у детей всех форм школьно-обусловленных патологии и функциональных нарушений: пониженной остроты зрения ($y = -0,2383x + 5,2881$; $R^2 = 0,4218$), сколиоза ($y = -0,0289x + 0,4917$; $R^2 = 0,3839$), нарушений осанки ($y = -0,5588x + 5,7365$; $R^2 = 0,6054$), пониженной остроты слуха ($y = -0,0139x + 0,2233$; $R^2 = 0,1746$), дефектов речи ($y = -1,8524x + 17,737$; $R^2 = 0,7723$). Однако в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом наблюдается рост распространенности среди обследованных детей пониженной остроты зрения (3,1 % в 2023 году и 4,5 % в 2024 году).

Анализ распространенности отдельных видов нарушений по данным профилактических осмотров детей обследуемой территории за 2024 год представлен на рисунке 3.

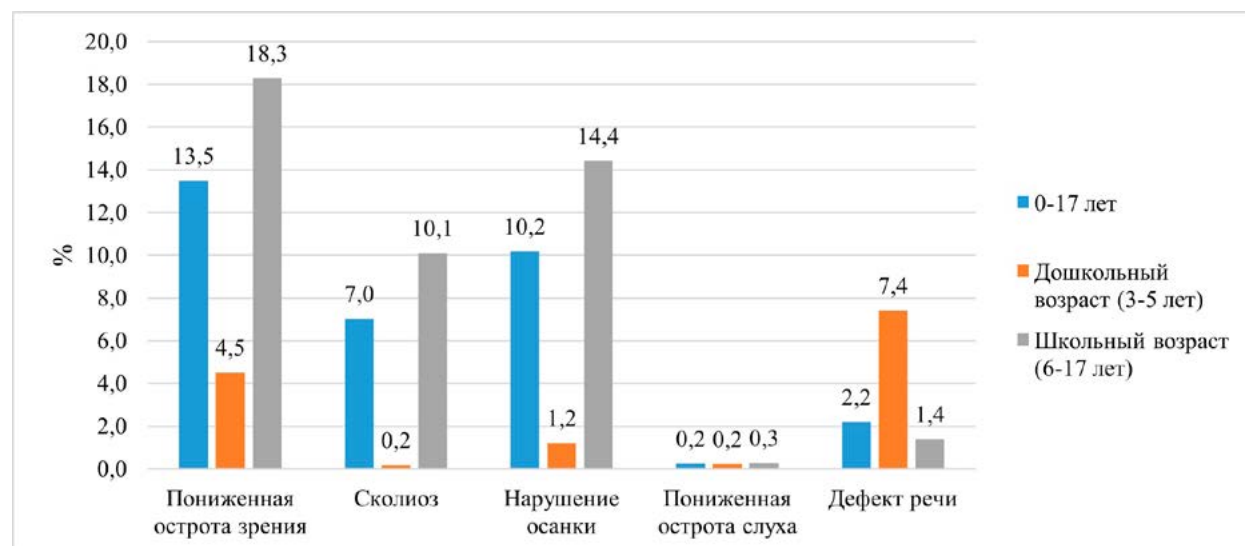


Рисунок 3 – Распространенность различных форм школьно-обусловленных патологии и функциональных нарушений у детей 0–17 лет и в разрезе отдельных возрастных категорий за 2024 год в соответствии с официальными статистическими данными ГДКП (в %)

Как видно из представленных на рисунке 3 данных наиболее распространенным нарушением у детей по данным профилактических осмотров за 2024 год является пониженная острота зрения, которая регистрируется у 13,5 % осматриваемых. Далее по распространенности следуют нарушения осанки и сколиоз, что усугубляет выявленный неблагоприятный прогноз в плане нарастания патологии органа зрения ввиду взаимообусловленности данных нозологий.

Следует также отметить, что распространенность пониженной остроты зрения, сколиоза и нарушений осанки значительно возрастает у учащихся в сравнении с детьми дошкольного возраста, особенно в отношении нарушений со стороны органа зрения (18,3 % и 4,5 % соответственно группам наблюдения).

Более детальный по возрастной анализ распространенности нарушений состояния здоровья детей школьного возраста за 2024 год представлен на рисунке 4.

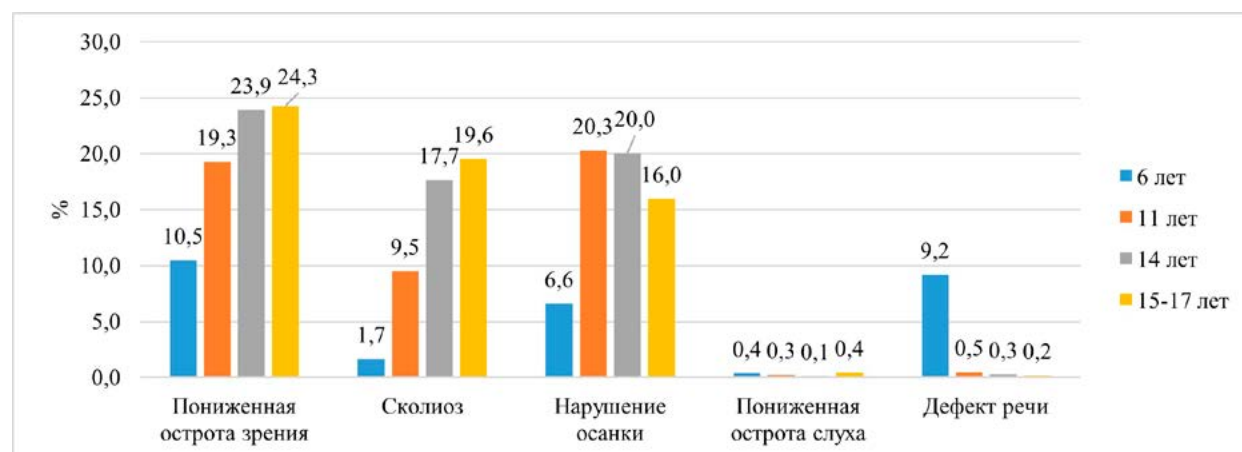


Рисунок 4 – Распространенность различных форм школьно-обусловленных патологии и функциональных нарушений у детей школьного возраста за 2024 год (в %)

Как видно из представленных на рисунке 4 данных школьно-обусловленная патология достаточно распространена во всех возрастных группах учащихся. При этом наиболее выраженный скачок роста распространенности отмечается в возрастной группе детей 11 лет, что определило возрастную группу 7–11 лет как целевую группу для дальнейшего углубленного обследования с целью установления наиболее значимых факторов и предикторов риска формирования нарушения остроты зрения у детей.

Таким образом, выявленные закономерности и тенденции состояния здоровья детей:

- 1) тенденция к росту первичной заболеваемости детей в возрастной группе 15–17 лет;
- 2) лидирующие позиции болезни глаза и придаточного аппарата в структуре первичной заболеваемости во всех возрастных группах детей от 0 до 17 лет;
- 3) наиболее высокие уровни первичной заболеваемости болезнями глаза и его придаточного аппарата в возрастной группе 5–9 лет;
- 4) рост распространенности пониженной остроты зрения в 2024 году по сравнению с предыдущим годом среди всей когорты обследованных детей и наиболее выраженный скачок роста распространенности в возрастной группе детей 11 лет;
- 5) указывают на необходимость дальнейшего исследования с целью своевременной диагностики факторов риска и обоснования адресных мер профилактики школьно-обусловленной патологии у детей.

Литература

1. Социально-гигиенические факторы, вызывающие развитие миопии у городских школьников / И. Н. Горбачевская, В. И. Орел, В. В. Бржеский, Р. В. Ершова // Педиатр. – 2019. – Т. 10. – № 5. – С. 35–41.
2. Научный обзор вопроса детской инвалидности как медико-социальной проблемы / В. А. Деннер, П. С. Федюнина, О. В. Давлетшина, М. В. Набатчикова // Молодой ученый. – 2016. – № 20 (124). – С. 71–75.
3. Заболеваемость обучающихся средних общеобразовательных школ по результатам углубленных медицинских осмотров / И. Е. Штина, Л. В. Ошева, С. Л. Валина [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2023. – Т. 31, № 7. – С. 26–34.
4. Попов, В. И. Состояние здоровья и физическая активность детей в период обучения в школе / В. И. Попов, Т. Л. Настаушева, О. А. Жданова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65, № 3. – С. 238–244.

Поступила 15.09.2025

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕБЕЛИ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВОСПИТАННИКОВ УЧРЕЖДЕНИЙ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Карпович Н. В., deti@rspch.by,
Грекова Н. А., deti@rspch.by,
Полянская Ю. Н., deti@rspch.by,
Итпаева-Людчик С. Л., к. м. н., доцент, ssecretary@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Дошкольный возраст является периодом интенсивного роста и развития ребенка, характеризуется высокой чувствительностью организма к воздействию факторов окружающей среды. Нарушения осанки и зрения традиционно рассматриваются как формы «школьной патологии», однако по данным современных исследователей и официальной статистики наблюдается достаточно высокая распространенность данных нарушений в состоянии здоровья у детей уже до поступления в школу.

Многочисленные научные исследования свидетельствуют о многофакторном воздействии среды на здоровье детей, в соответствии с современными представлениями внешнесредовые факторы по своему значению лишь немногим уступают биологическим. Дети дошкольного возраста проводят значительное время в учреждениях дошкольного образования (до 50 % суточного бюджета времени), находясь под воздействием комплекса факторов образовательной среды: пространственно-предметных, социально-психологических и информационно-методических. При этом параметры микросреды образовательного учреждения являются во многом управляемыми факторами, нормализация которых способствует нормальному росту и развитию детей, предупреждению возникновения патологии. Результаты научных исследований свидетельствуют о существенном влиянии характеристик оборудования учреждений дошкольного образования на здоровье воспитанников. Установлены статистически значимые зависимости между показателями распространенности нарушений осанки и зрения и условиями в учреждении дошкольного образования, в частности – параметрами организации рабочих мест детей [1–4].

Высокая распространенность и социальная значимость заболеваний костно-мышечной системы и нарушений зрения определяют актуальность профилактики данных отклонений у детей. Возникающие в дошкольном возрасте функциональные нарушения зачастую прогрессируют в период школьного обучения и могут приводить к развитию более серьезных форм патологии у подростков и взрослых, оказывая существенное влияние на выполнение социальных функций и качество жизни.

В связи с началом в старшем дошкольном возрасте систематического обучения, сопряженного с длительным нахождением в позе сидя за столом, правильная организация рабочих мест воспитанников в учреждениях образования является одной из приоритетных задач при формировании здоровьесберегающей среды. В настоящее время мебель для детей в учреждениях дошкольного образования подбирается в зависимости от роста ребенка, в соответствии с ростовой шкалой, функциональные размеры детской мебели различных ростовых групп регламентируются действующими нормативными правовыми актами.

Исследования выполнены в рамках научно-исследовательской работы «Разработать и внедрить метод гигиенической оценки мебели с учетом особенностей физического развития воспитанников учреждений дошкольного образования» (задание 01.12. подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг»).

В исследовании приняли участие 560 детей дошкольного возраста (284 девочки и 276 мальчиков), воспитанники средних и старших групп учреждений дошкольного образования г. Минска и районных центров 6 областей Республики Беларусь. Возраст детей на момент выполнения измерений составлял от 4 до 6 лет. Изучена оснащенность мебелью и параметры организации рабочих мест, выполнены антропометрические измерения, хронометражные наблюдения за рабочей позой воспитанников при различных видах деятельности и различных вариантах организации рабочих мест.

Большинство обследованных дошкольников (97,5 %), согласно принятой ростовой шкале, относились к ростовым группам № 1 (рост от 100 до 115 см, 35,4 %) и № 2 (рост от 115 до 130 см, 62,1 %). В связи с недостаточным объемом выборки для ростовых групп № 0 и № 3 дальнейший анализ результатов измерений данных групп не проводился.

По результатам оценки соответствия функциональных размеров мебели антропометрическим показателям современных дошкольников установлено, что регламентируемые размеры мебели при подборе номера мебели по росту не соответствовали размерам тела детей дошкольного возраста соответствующих

ростовых групп по показателям: высота сиденья (24,4 %), дифференция мебели (62,1 %), ширина сиденья (37,1 %), высота верхнего края спинки (20,1 %) – ростовая группа № 2; высота сиденья (22,7 %), дифференция мебели (42,9 %), ширина сиденья (19,7 %), высота верхнего края спинки (10,6 %) – ростовая группа № 1. Необходимо отметить, что соответствие высоты сиденья значению показателя «высота подколенной ямки» является одним из наиболее важных критериев, который позволяет длительно поддерживать оптимальную позу сидя.

При анализе результатов хронометражных наблюдений установлено, что более трети детей (39,0 %) ни разу в течение периода наблюдения не принимали оптимальную рабочую позу, 61,0 % обследованных дошкольников периодически находился в оптимальной позе, однако никто из обследованных не поддерживал ее на протяжении всего периода наблюдения. У всех дошкольников отмечены периодически возникающие отклонения от оптимальной рабочей позы по различным параметрам. Наиболее часто отмечалось отсутствие опоры на ступни, прямых углов в голеностопных и коленных суставах: 22,0 % обследованных ни разу за период наблюдения не соблюдали данные критерии оптимальной позы, еще 46,3 % соблюдали данные критерии менее половины периода наблюдения. Сутулость и низкий наклон головы на протяжении более половины периода наблюдения зафиксированы у 26,8 и 31,7 % обследованных дошкольников соответственно.

Необходимо отметить, что способ расстановки мебели также оказывал существенное влияние на поддержание позы детьми. Круговая рассадка, при которой доска с расположенным на ней наглядным материалом расположена сбоку или сзади от значительной части воспитанников, провоцирует многочисленные отклонения от оптимальной позы у детей, такие как асимметричное расположение корпуса, наклон, поворот головы.

При комплексной оценке позы установлено, что при наличии опоры на стопы чаще выдерживались и другие характеристики оптимальной позы: ноги согнуты в коленных и тазобедренных суставах под прямым углом, прямое расположение корпуса и головы, соответственно были выше значения комплексного показателя оценки позы. Для выполнения данного критерия оптимальной позы высота сиденья должна находиться в соответствии с длиной конечностей ребенка.

Значения показателя «высота подколенной ямки» среди дошкольников ростовой группы № 1 колебались от 23,3 до 31,1 см. Следовательно, для рациональной организации рабочих мест детей, относящихся к одной ростовой группе согласно принятой шкале, были необходимы сиденья трех различных размеров (№ 0, № 1, № 2). Аналогичная картина наблюдалась среди воспитанников ростовой группы № 2, значения показателя «высота подколенной ямки» составляли от 26,5 до 35,7 см (размеры стульев № 1, № 2, № 3).

Таким образом, по результатам выполненных исследований установлено, что рост не является универсальным критерием для определения размеров детской мебели в связи с существенными различиями в пропорциях дошкольников в пределах одной ростовой группы. Результаты антропометрических измерений свидетельствуют о значительной распространенности несоответствия функциональных размеров мебели принятой в настоящее время ростовой шкалы антропометрическим показателям современных дошкольников, что затрудняет поддержание оптимальной позы, является фактором риска развития нарушений осанки и зрения.

Использование значения показателя «высота подколенной ямки» в качестве определяющего критерия для подбора размера мебели позволяет оборудовать рациональные рабочие места дошкольников в соответствии с их индивидуальными росто-возрастными особенностями.

На основании выполненных исследований научно обоснован метод гигиенической оценки мебели с учетом особенностей физического развития воспитанников учреждений дошкольного образования, содержащий методику выполнения необходимых измерений, критерии для определения размера детской мебели, а также ориентировочные данные о распределении детской мебели по номерам с учетом физического развития современных дошкольников. Использование метода в практике учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, будет способствовать увеличению доли рационально организованных рабочих мест дошкольников с целью создания здоровьесберегающей среды в учреждениях дошкольного образования и снижения риска развития нарушений опорно-двигательного аппарата у детей дошкольного возраста.

Литература

1. Санитарно-эпидемиологическое благополучие и риски здоровью детей и подростков при обучении в образовательных учреждениях / В. Р. Кучма, Е. И. Шубочкина, С. Г. Сафонкина [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 65–73.
2. Ищенко, А. И. Основы мониторинга здоровья дошкольников в современных условиях / А. И. Ищенко, Ф. У. Козырева // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2013. – № 4 (14). – С. 72–78.

3. Степанова, М. И. Гигиенические принципы проектирования пространства и архитектурной среды детских садов / М. И. Степанова, В. Р. Кучма // Гигиена и санитария – 2017. – Т. 96, № 2. – С. 158–161.

4. Пронина, Т. Н. Риск здоровью учащихся, формируемый условиями пребывания в учреждениях дошкольного и общего среднего образования / Т. Н. Пронина, Ю. Н. Полянская, Н. В. Карпович // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – Вып. 25, Т. 1. – С. 159–164.

Поступила 15.09.2025

ОСНОВНЫЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ ЭКРАННОГО ВРЕМЕНИ

Курганский А. М., к. м. н., kurgansk@yandex.ru

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Проблема гигиенической оценки экранного времени является основной для гигиены детей и подростков в эпоху информационной революции, происходящей в наше время. При этом физиолого-гигиеническая классификация видов экранного времени в России на настоящий момент не разработана. Имеется классификация, в которой экранное время подразделяется на рецептивное (пассивное) и интерактивное (активное). На этом нейрофизиологические подходы к классификации экранного времени исчерпываются. Важно отметить, что с развитием цифровой среды появилось большое разнообразие приложений, которые для своей работы требуют активации различных психофизиологических функций. При этом в среде геймеров игровая зависимость достаточно давно разделяется на хардкорную (от англ. *hardcore* – жесткий, радикальный) и казуальную (от англ. *casual* – случайный, непостоянный).

Полноценная психофизиологическая диагностика включает большое количество разнообразных тестов, направленных на определение различных мозговых функций, видов внимания и пр., имеются специальные наборы «батареи» психофизиологических тестов. К примеру, простая зрительно-моторная реакция («SRT»), Фланкер-тест («FLANKER»), Тест Go-NoGo с редким Go-сигналом («GNG-1») и пр., но в компьютерной программе достаточно сложно выделить определенную функцию в чистом виде, поэтому специфическая диагностика данных функций при игровом процессе затруднена. С другой стороны, как уже было сказано выше, компьютерные программы можно типировать по различным видам деятельности, компьютерные игры, социальные сети и прочее, когда различие в виде деятельности очевидно, как в случае казуального и хардкорного гейминга.

В итоге идея данного подхода заключается в том, что при оценке контента оцениваются не отдельные психофизиологические функции, а их более крупные конгломерации – тип деятельности в цифровой среде, тип экранного времени.

За нейрофизиологическую основу данной классификации была взята теория функциональных систем Петра Кузьмича Анохина. В ней были выделены основные блоки, характерные для обработки компьютерной информации: блок внимания и анализа (ориентации) – афферентный синтез, блок действия (интеграции) – программирования и контроля и состояние системы в покое, которое наступает после положительного срабатывания блока акцептора результата действия.

Таким образом, первому блоку – афферентному синтезу соответствует клиповое восприятие информации. Когда ребенок просматривает ленту в социальных сетях, находит понравившуюся информацию, реагирует на данный стимул, просматривает ее несколько секунд и переходит к дальнейшему поиску новой информации. То есть работает афферентный синтез, но не происходит полноценного запуска блока программирования и контроля – следующего этапа функциональной системы.

Второму блоку – программирования и контроля соответствуют сложные компьютерные игры, особенно стратегии, когда на прохождение одного уровня может уйти несколько часов «напряженной операторской деятельности». При этом может быть большое количество поражений, переигрываний уровня, что требует больших психофизиологических затрат. И данный вид деятельности может затруднять переход к следующему блоку – состоянию системы в покое, что, по нашим данным, может выражаться в повышении невротизации, вплоть до нарушений сна [1].

Последний из принципиальных элементов – блок состояния системы в покое – это рецептивное (пассивное экранное время), в отличие от предыдущих двух видов активного экранного времени. Оно наблюдается, когда человек просматривает фильм, что может длиться несколько часов, при этом срабатывает акцептор результата действия – содержание фильма нравится, работают ассоциативные зоны мозга, человек получает социальный опыт, сравнивает свои представления с поведением героев, но при этом не происходит переход к активным видам деятельности.

Последний вид игрового времени – мобильный гейминг затрагивает все основные блоки, при этом на первый план выходит динамичность и цикличность процесса. При мобильном гейминге игровая партия длится в среднем несколько минут, динамично сменяются все стадии функциональной системы, хотя работа блоков функциональной системы происходит интенсивно, при этом не происходит длительного запуска ее элементов – блоков, например, не происходит полноценного запуска блока программирования и контроля на длительное время, игровой процесс сжат и динамичен. Данный вид деятельности может приводить к поверхностности процессов.

Важно отметить, что в современных нейронауках доминирует трехсетевая модель мозга, включающая сеть выявления значимости, центральную исполнительную сеть и дефолтную сеть мозга. По современным представлениям данные крупномасштабные мозговые сети управляют работой мозга. При этом выдвинута гипотеза [1, 2], что сеть выявления значимости доминирует при работе афферентного синтеза, центральная исполнительная сеть активна при работе блока программирования и контроля, а дефолтная сеть мозга активна при состоянии системы в покое. Данные литературы подтверждают представление, что различные виды экранного времени управляются различными крупномасштабными мозговыми сетями, за просмотр видео отвечает дефолтная сеть, за сложное игровое экранное время – исполнительная сеть [3, 4].

Аналогичные подходы относительно различий «серфинга в интернете» при клиповом мышлении и процесса размышления над сложными текстами представлены в работе Ломбиной Т. Н., 2018 [5], когда она выделяет сеть выявления значимости при обработке клиповой информации, в противовес центральной исполнительной сети при работе – размышлением над сложными текстами. Важно отметить, что человек, помимо обработки цифровой информации – в плане кибернетической системы, обладает также эмоциональными реакциями. В. М. Русалов в своей теории связал блоки функциональной системы П. К. Анохина со свойствами нервной системы – эмоциональностью и активностью (эргичностью).

В нашей работе была предложена альтернативная гипотеза по соотношению свойств нервной системы по И. П. Павлову с блоками функциональной системы П. К. Анохина [2]. Так последовательный переход от блока «внимания» к блоку «исполнения» определяет силу реакции. Переход от блока «исполнения» к блоку «покоя» определяет уравновешенность поведения. От блока «покоя» к блоку «внимания» при запуске нового цикла – подвижность нервной системы. Нарушения данных реакций в свою очередь определяют соответственно: слабость нервной системы – темпераментную черту меланхолика (затрудненный переход от блока «внимания» к «действию»), неуравновешенность нервной системы – свойства холерика (затрудненный переход от блока «действия» к блоку «спокойствия»), инертность нервной системы, свойства флегматика (затрудненный переход от блока «спокойствия» к блоку «внимания»). Повышенная динамичность цикла, активная смена его стадий в сочетании с поверхностностью поведения характеризует сангвиника.

Таким образом, анализируя полученную информацию, мы можем прийти к выводу, что различные виды контента влияют на активацию различных свойств нервной системы. Так клиповый контент может приводить к слабости реакции, игровой контент (сложные игры) – неуравновешенности реакции, длительный просмотр видео – инертности поведения, мобильный контент – поверхностности реакции.

Из данного спектра поведенческих реакций особую важность представляют невротические реакции, поэтому для детей, склонных к нарушениям сна и т. д., можно рекомендовать более жестко нормировать игровое экранное время, проводимое за сложными играми. Другие виды экранного времени, по данным представлениям, невротизацию вызывать не должны. Остальные виды экранного времени, особенно видеоконтент, могут использоваться для снятия напряжения стресса, не приводя к невротизации, но при этом являясь хронофагом – то есть фактором потери времени, праздного времяпровождения.

Выводы: в работе предложена классификация видов экранного времени на основе теории функциональных систем П. К. Анохина, при этом «клиповому» экранному времени соответствует активность блока афферентного синтеза, сложному игровому процессу – блока программирования и контроля, просмотру видео – состояние системы в покое. Мобильный гейминг характеризуется повышенной динамичностью процессов.

Предложена гипотеза, что на основании современных нейропсихологических данных при работе блока афферентного синтеза активна сеть выявления значимости, при работе блока программирования и контроля – центральная исполнительная сеть, при состоянии системы в покое – дефолтная сеть мозга.

Переключение между данными блоками функциональной системы (крупномасштабными мозговыми сетями) определяют индивидуальные особенности эмоциональных реакций, что соответствует

темпераментным чертам, при этом разумный подбор контента и его временные ограничения могут служить профилактической мерой предупреждения развития невротизации.

Литература

1. Нарушения сна у младших школьников при использовании различных видов цифровых устройств / П. И. Храмцов, А. М. Курганский, Н. О. Березина [и др.] // Российский вестник гигиены. – 2024. – № 4. – С. 35–40.
2. Курганский, А. М. Интеграция теории функциональных систем, свойств нервной системы, трехсетевой модели мозга в понимании темпераментов / А. М. Курганский // Новые исследования. – 2025. – № 2 (82). – С. 122–131.
3. Anderson, D. R. Receptive versus interactive video screens: A role for the brain's default mode network in learning from media / D. R. Anderson, M. C. Davidson // Computers in Human Behavior. – 2019. – Vol. 99. – P. 168–180. – DOI: 10.1016/j.chb.2019.05.008.
4. Functional Integration between Salience and Central Executive Networks: A Role for Action Video Game Experience / D. Gong, H. He, W. Ma [et al.] // Neural Plasticity. – 2016. – Vol. 2016, iss. 1. – Art. № 803165. – DOI: 10.1155/2016/9803165.
5. Ломбина, Т. Н. Особенности обучения детей с клиповым мышлением / Т. Н. Ломбина, О. В. Юрченко // Общество: социология, психология, педагогика. – 2018. – № 1. – С. 45–50.

Поступила 02.09.2025

ПРОФИЛЬ МЕТАБОЛИТОВ МОЧИ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ПИТАНИЯ И ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

^{1,2}Мажаева Т. В., к. м. н., mazhaeva@ymrc.ru,

¹Чернова Ю. С., chernovaus@ymrc.ru,

¹Унесихина М. С., unesihinams@ymrc.ru

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Актуальность проблемы здоровья детского населения обусловлена комплексным воздействием неблагоприятных факторов урбанизированной среды, включая загрязнение атмосферного воздуха, воды, пищевых продуктов, а также распространенностью нерационального питания и других поведенческих рисков. Школьный возраст характеризуется динамичными изменениями в обмене веществ, ростом и развитием, а также повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. В последние годы в исследованиях в области метаболомики уделяется большое внимание метаболитическим профилям мочи. Эти профили представляют собой показатели, которые можно использовать для ранней диагностики различных заболеваний и оценки влияния вредных факторов окружающей среды и питания на здоровье человека [1]. Контаминанты органических соединений могут легко попадать в организм человека различными путями (например, при вдыхании, проглатывании, всасывании через кожу и резорбции в кишечнике), распределяются между различными отделами организма и выводятся различными путями (например, при выдыхании, экскреции и секреции). Кроме того, летучие органические соединения (далее – ЛОС) могут попадать в пищевые продукты из окружающей среды, мигрировать из упаковки, образовываться в результате применения пищевых добавок и при высокотемпературной технологической обработке. По данным ряда исследований высокие концентрации этилбензола выявляются в жевательной резинке, стироле и толуоле, встречающихся в травах и специях; хлороформ и толуол регистрируются в отдельных консервированных безалкогольных напитках и соках. В то же время сам человеческий организм может вырабатывать различные ЛОС эндогенно в результате нормальных или аномальных физиологических процессов или даже через постоянно проживающие симбионтные микроорганизмы. Совокупность экзогенных и эндогенных ЛОС, выделяемых человеческим организмом, называется волатиломом человека [2].

Метаболиты ЛОС в моче рассматриваются в качестве надежных биомаркеров воздействия в связи с их высокой специфичностью и более длительным периодом полувыведения по сравнению с исходными соединениями. [3].

Метаболический фенотип мочи может использоваться как альтернативный подход для получения информации о характере питания и поступлении органических соединений из окружающей среды [4].

Цель исследования – оценить метаболический профиль мочи у детей школьного возраста, а именно содержание производных бензола и бензойной кислоты для установления возможных негативных факторов среды обитания, определяющих его формирование.

В группу исследования вошли здоровые школьники (5–7 классов) в возрасте 12–14 лет ($13,2 \pm 0,7$), не имеющие хронических заболеваний, и родители которых дали информированное согласие. В группу исключения – школьники, имеющие диагностированные хронические заболевания. Всего обследовано 83 школьника (50 девочек и 33 мальчика). Исследование проведено с разрешения локального этического комитета. Анализ 60 органических кислот проводился методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии в научно-лабораторном комплексе «Хромолаб», Москва, Российская Федерация. Референсные значения предоставлены лабораторией «Хромолаб». Метаболомный анализ органических кислот осуществлялся методом ассоциации набора метаболитов с изменениями в метаболических путях или молекулярными механизмами патологий (Metabolite Set Enrichment Analysis). MetaboAnalyst позволяют реконструировать связи между различными метаболическими путями на основе классических схем KEGG, что обеспечивает сопоставление нутриомного профиля с метаболомом [5]. В соответствии с требованиями стандарта метода проведена подготовка школьников к сбору мочи (исключение из пищи ряда продуктов).

Для анализа выбраны органические кислоты, которые являются прямыми метаболитами бензола и его производных, а также бензойной кислоты, которая может поступать извне в виде летучих соединений воздуха или присутствовать в фруктах и овощах как естественный компонент. Эта кислота может быть продуктом жизнедеятельности микробиоты на растительных субстратах или присутствовать в пищевых добавках в виде бензоата натрия.

Производные бензола, поступающие из окружающей среды (транспорт, мебель, пластик, оборудование, вода и др.), могут быть бензойной, гиппуровой кислотами (бензол), орто-, мета-, пара-метилгиппуровыми кислотами (ксилол), гиппуровой (толуол) и стиролом, метаболизирующимся в миндальную и фенилглиоксиловую органические кислоты. Также производные бензола могут быть естественными компонентами фруктов и овощей, пищевых добавок и продуктами жизнедеятельности микробиоты кишечника, такими как миндальная, фенилглиоксиловая, орто-, мета-, пара-метилгиппуровые, гиппуровая, бензойная, орто-гидроксифенилуксусная, пара-гидроксибензойная, гидроксифенилпировиноградная, гомогентизиновая органические кислоты.

В зависимости от концентраций гиппуровой, фенилглиоксиловой, миндальной и суммарного значения метилгиппуровых кислот с помощью программы MetaboAnalyst возможно предположить наиболее вероятные источники происхождения органических кислот в моче. Они могут являться маркерами экспозиции бензола или следствием метаболизма пищевых веществ. В соответствии с данными по концентрации органических кислот в моче программой MetaboAnalyst был установлен рейтинг наиболее вероятных связей и путей поступления прямых метаболитов органических соединений. Также установлено, что у 20,0 % детей концентрации в моче миндальной кислоты, у 18,8 % – орто-, мета-, гиппуровой кислоты, у 6,3 % – фенилглиоксиловой и у 2,5 % – пара-метилгиппуровых кислот превышают референсные значения. Высокие значения этих органических кислот и данные метаболограммы свидетельствуют о наибольшей вероятности поступления производных бензола в организм из окружающей среды за счет воздействия загрязнения воздуха, связанного с транспортом. Возможные источники включают производные ксилола, толуола и стирола, табачный дым или курение (в меньшей степени). Эти выводы подтверждаются данными о наличии на исследуемой жилой территории приоритетных органических загрязнителей атмосферного воздуха за счет выбросов стационарных и передвижных источников (автотранспорта), таких как гидроксибензол (фенол), формальдегид, бензол, толуол, ксилол, этилбензол, этилбензол (стирол), проп-2-ен-1-аль (акролеин).

Кроме того, метаболиты бензола могут поступать в организм вместе с пищевыми продуктами: черным или зеленым чаем, злаками, ржаным хлебом, специями, шоколадом и фруктами, а также присутствовать в консервантах фруктовых напитков и соков. Специфика питания школьников характеризуется высоким потреблением продуктов с консервантами и полуфабрикатов, что прослеживается по наличию метаболитов производных бензола. Так установлено, что концентрации в моче детей ряда органических кислот имели значения ниже референсных (гликолевая – 1,25 % детей; глицериновая; щавелевая – 3,75 % детей; бензойная; орто-гидроксифенилуксусная – 55 % детей; пара-гидроксибензойная – 15 % детей; винная – 23,75 % детей; кофейная – 12,5 % детей; лимонно-яблочная – 13,75 % детей; гиппуровая – 8,75 %), что может свидетельствовать о недостаточном потреблении овощей и фруктов в рационе питания. Повышенные же уровни концентрации малоновой кислоты в моче у 20 % детей и низкие значения этилмаловой и метилантарной

кислот – у 45 % и 20 % соответственно, в сочетании с повышенными уровнями глутаровой, себациновой, адипиновой и субериновой кислот у 6,25 %, 31,5 %, 17,5 % и 7,5 % детей, указывают на избыточное потребление насыщенных жиров.

По данным метаболических путей в соответствии с метаболограммой (MetaboAnalyst) и концентрациями органических кислот в моче, на первом месте в рейтинге метаболитов-маркеров органических соединений стоят ЛОС, поступающие из окружающей среды и оказывающие токсическое воздействие. Также отмечается недостаточное количество биологически активных полифенольных соединений из пищи, способных снизить это токсическое действие.

Таким образом, факторы окружающей среды и пищевые привычки способствуют формированию характерного мочевого метаболического профиля у детей школьного возраста в условиях мегаполиса.

Наличие повышенных концентраций производных бензола в моче и сопутствующих изменений в метаболическом профиле указывает на необходимость мониторинга качества воздуха и коррекции рациона с целью снижения риска метаболических и воспалительных нарушений у детей и подростков. Рекомендована разработка превентивных программ и стратегий питания, направленных на снижение воздействия загрязняющих веществ и увеличение потребления фруктов, овощей и цельнозерновых продуктов.

Данный подход – интеграция мочевых метаболитов с данными об окружающей среде и диете – может служить основой для ранней диагностики и профилактики метаболических состояний у детей, а также для мониторинга эффективности профилактических программ.

Литература

1. Design and Characterisation of a Randomized Food Intervention That Mimics Exposure to a Typical UK Diet to Provide Urine Samples for Identification and Validation of Metabolite Biomarkers of Food Intake / N. D. Willis, A. J. Lloyd, L. Xie [et al.] // *Frontiers in Nutrition*. – 2020. – Vol. 7. – Art. № 561010. – DOI: 10.3389/fnut.2020.561010.

2. Robust Markers of Coffee Consumption Identified Among the Volatile Organic Compounds in Human Urine / C. I. Mack, B. Egert, E. Liberto [et al.] // *Molecular Nutrition & Food Research*. – 2019. – Vol. 63, iss. 10. – Art. № 1801060. – DOI: 10.1002/mnfr.201801060.

3. Volatile organic compounds (VOC) metabolites in urine are associated with increased systemic inflammation levels, and smokers are identified as a vulnerable population / Y. Hu, Z. Niu, C. Cao [et al.] // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2024. – Vol. 288. – Art. № 117398. – DOI: 10.1080/19440049.2015.1129072.

4. Ong, E. S. Urine metabolites and bioactive compounds from functional food: applications of liquid chromatography mass spectrometry / E. S. Ong // *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. – 2024. – Vol. 54, iss. 8. – P. 3196–3211. – DOI: 10.1080/10408347.2023.2235442.

5. Nutriome-metabolome relationships provide insights into dietary intake and metabolism / J. M. Posma, I. Garcia-Perez, G. Frost [et al.] // *Nature Food*. – 2020. – Vol. 1. – P. 426–436. – DOI: 10.1038/s43016-020-0093-y.

Поступила 22.08.2025

АКТУАЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ГЕНДЕРНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОДРОСТКОВ

¹Солтан М. М., к. м. н., доцент, mvadp@tut.by,

²Янчук О. А., yanchukywca@gmail.com,

³Слайковская Л. А., slaikovskaya.a@yandex.by

¹Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь;

²Детский Фонд Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) в Республике Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь;

³Учреждение здравоохранения «17-я городская детская клиническая поликлиника», г. Минск, Республика Беларусь

Сохранение здоровья подрастающего поколения является приоритетной задачей любого государства. Однако исследования, проводимые по всему миру, свидетельствуют об ухудшении состояния здоровья детей и подростков и широкого распространения поведенческих факторов риска среди последних [1]. Модифицируемые факторы риска, сформировавшиеся в подростковом возрасте, способствуют

возникновению неинфекционных заболеваний у взрослого населения [2]. Подростковый возраст является одним из критических периодов в жизни ребенка, когда идет формирование личности, жизненных установок и гендерной идентичности, что влияет на отношение к собственному здоровью и распространение рискованных форм поведения [3].

Научные исследования, проведенные в республике в последние годы, также свидетельствуют об ухудшении здоровья подростков и широкой распространенности рискованных форм поведения среди отдельных гендерных групп [Е. О. Гузик, 2020; О. А. Езепчик, 2024; С. И. Сычик, 2022]. В связи с этим изучение гендерных особенностей отношения к здоровью и разработка соответствующих подходов к организации профилактических мероприятий являются актуальными проблемами.

Целью настоящего исследования стало изучение гендернообусловленных стереотипов поведения в отношении здоровья и обобщение опыта проведения профилактических мероприятий среди юношей-подростков.

Материалом для исследования послужили результаты реализации в 2020–2021 гг. совместного проекта комитета по здравоохранению Мингорисполкома и Детского Фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) в Республике Беларусь «Расширение доступа подростков групп риска и уязвимых групп к услугам Центров, дружественных подросткам» (далее – ЦДП). Для разработки и внедрения гендерно специфичных интервенций необходимо было изучить проблемы, не позволяющие молодежи своевременно обращаться за помощью из-за гендерной принадлежности. Для решения этой задачи была разработана специальная анкета и проведено социологическое исследование для изучения барьеров, которые мешают мальчикам-подросткам обращаться в ЦДП, изучены их потребности, которые могут быть удовлетворены услугами ЦДП, а также желаемые и возможные формы участия мальчиков-подростков в работе ЦДП. В анкетировании приняли участие 100 респондентов в возрасте от 12 до 18 лет. С целью оценки степени удовлетворенности подростков новыми услугами ЦДП было проведено анкетирование среди 86 участников проекта. Для целей исследования были созданы оригинальные анонимные анкеты, реализованные с помощью инструмента Google Формы. Респонденты заполняли их в режиме онлайн на любом устройстве (компьютер, смартфон, планшет и т. д.), имеющем выход в интернет, по предоставленной гиперссылке или QR-коду. Полученные в ходе анкетирования сведения автоматически сохранялись в облачном хранилище (Google Диск). В дальнейшем данные были обработаны на IBM PC с помощью Microsoft Excel. В исследовании использованы формально-логический, системный методы исследования, социологический, статистический.

Подростковый возраст является важнейшим периодом в формировании гендерной идентичности. Гендерная идентичность формирует систему правил поведения в обществе, взаимодействия с окружающими, определяет мотивы и потребности. Именно это оказывает влияние на психическое здоровье и качество взаимодействия с другими людьми [Соколова Е. В., 2024].

В 2020–2021 гг. в г. Минске на базе двух ЦДП, являющихся структурными подразделениями детских поликлиник: ЦДП «Доверие» (УЗ «8-я городская клиническая детская поликлиника») и ЦДП «Ювентус» (УЗ «17-я городская клиническая детская поликлиника»), реализовывался проект «Расширение доступа подростков групп риска и уязвимых групп к услугам Центров, дружественных подросткам» при поддержке комитета по здравоохранению Мингорисполкома, Детского Фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ), Республиканского общественного объединения «Белорусская Ассоциация клубов ЮНЕСКО», который показал, что подростки в возрасте 15–19 лет требуют более пристального внимания специалистов и новых организационно-методических подходов в оказании помощи. Эта возрастная группа составила половину от всех участников проекта. Также были выявлены гендерные различия в заинтересованности к предлагаемым мероприятиям. Так, наибольший интерес к проводимым мероприятиям и активное участие чаще демонстрировали девушки, чем юноши (соответственно 57,2 % и 42,8 % от всех участников). Девушки чаще по сравнению с юношами участвовали в опросах, проходили мотивационное консультирование, пользовались услугами специалистов ЦДП (соответственно 53,47 % и 46,53 % от всех участников). Юноши проявляли больший интерес к возможностям посетить новые места и провести время в компании сверстников. Так, среди посетителей комьюнити-пространств юноши составили 55,77 %, девушки – 44,23 %. Полученная в рамках проекта информация о гендерных предпочтениях подростков в услугах ЦДП позволила запланировать более детальное изучение данного вопроса в рамках последующих исследований. В 2022–2023 гг. на базе тех же ЦДП г. Минска реализовывался совместный проект комитета по здравоохранению Мингорисполкома и Детского Фонда Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) «Совершенствование оказания комплексной медико-психо-социальной помощи подросткам из групп риска, в том числе живущим с ВИЧ» (далее – Проект), одной из задач которого были разработка и внедрение гендерно специфичных интервенций для привлечения мальчиков-подростков к услугам ЦДП.

В структуре гендерной идентичности выделяют три основных компонента, а именно: оценочный, когнитивный, поведенческий. Указанные компоненты необходимы для разграничения представления о себе и своем поведении в обществе. Для когнитивного компонента необходимо определение таких категорий,

как «маскулинность» и «феминность». В соответствии с ними каждый способен идентифицировать себя с определенным полом. Категория «маскулинность» репрезентирует совокупность определенных поведенческих и психологических черт, присущих мужскому полу; определенные представления о мужских качествах, поведении, сформированных в конкретном обществе. Категория «феминность» включает в себя определенные поведенческие и психологические черты, присущие женскому полу, наборы представлений о теле, внешнем проявлении своей идентичности, жизненных целях. Помимо указанных категорий, гендерная идентичность включает в себя набор некоторых стереотипных представлений, принятых в данном обществе, прежде всего касающихся интересов и нормативного поведения, соответствующих определенному полу [4].

Закрепленные в массовом сознании гендерные нормы часто становятся барьерами, которые препятствуют юношам и мужчинам обращаться за помощью к специалистам. Проведенное исследование позволило зафиксировать основные барьеры, обусловленные стереотипной моделью маскулинного поведения мальчиков-подростков. Стереотипная маскулинность проявилась в следующих убеждениях

- в отношении здоровья:

- обращение за помощью является проявлением слабости, которое лучше скрывать от одноклассников;

- обращение за помощью – это угроза личной безопасности и демонстрация собственной уязвимости;

- восприятие себя неуязвимым и невосприимчивым к проблемам злоупотребления, зависимостей, психического и физического здоровья;

- запрос на конкретные действия для ощущения контроля за собственной жизнью (не абстрактная «профилактика», а конкретные действия с видимым результатом, например, тестирование на ВИЧ);

- табуирование проблем категории «Половое здоровье и личная жизнь», принципиальный запрет на их обсуждение с кем-либо;

- новая тенденция заботы о теле: достижение крепкого, выносливого, мускулистого тела любыми средствами;

- в отношении получения медицинских услуг:

- желание получать услуги у специалистов с «мужским» лицом и опытом жизни;

- формирование доверия к услугам или конкретному специалисту через взаимодействие в мужском кругу общения («сарафанное радио между парнями», внимание к отзывам парней на сайте);

- предубеждение ко всему, ассоциирующемуся с «типично женским» (противопоставление женского и мужского здоровья, опыта публичной и личной жизни парней и девушек, невидимость услуг для парней в информационных материалах, нарочито «женская» специализация врачей в амбулаторно-поликлинических организациях вообще и в ЦДП в частности);

- 62–82 % мальчиков-подростков считают проблемы, на решение которых направлена работа ЦДП, неактуальными для себя лично;

- уверенность в собственных силах, непонимание условий анонимности, опасение оповещения школы/родителей (что в глазах подростков не решает, но усугубляет проблемы), опасение осуждающего отношения;

- воспроизведение стереотипа о парне, обратившемся в ЦДП, который является или «хулиганом» или «слабаком», так как в центрах «слабаков лечат», «хулиганов воспитывают».

Среди опрошенных подростков 55 % составили группу, которая с наименьшей вероятностью обратится за помощью к взрослым (родственникам, врачам, специалистам ЦДП, педагогам). Это подростки, интерпретирующие запрос о помощи как угрозу их безопасности. Они высоко оценивают риск публичной демонстрации собственной уязвимости, снизить который возможно только заручившись верностью и преданностью людей их близкого круга – друзей-ровесников. Также они высоко оценивают риски неискренности к себе отношения, обмана чувств, насмешки, возможной защитой от которых может стать «честность» близких людей. Такое понимание потребности в помощи соответствует стереотипным социокультурным нормам мужественности, включающим приверженность нормам эмоциональной твердости, обязанность мужчины контролировать свои чувства и разрешать свои проблемы без помощи окружающих [4].

Проведенное анкетирование показало, что подростки, наиболее подверженные последствиям стереотипно-маскулинной модели поведения (рисковое поведение, злоупотребление и зависимости, межличностное насилие, активная половая жизнь, использование сексуального принуждения и т. д.), имеют наименьший контакт со взрослыми (и профессионалами, и членами семьи), низкую степень доверия к ним, наименее вероятно окажутся своевременно перенаправленными к источникам профессиональной помощи, а также будут восприимчивы к ней. В связи с этим возникает необходимость создания условий, при которых будет обеспечиваться равный доступ к медицинским услугам всех подростков, которые в них нуждаются. Сложное взаимодействие индивидуальных, межличностных, социальных, организационных, экологических, структурных факторов определяет уникальный характер того, каким образом подростки понимают информацию, какие каналы информации влияют на их поведение, а также того, как они видят

будущее и принимают решения, касающиеся их настоящего [5]. Все это требует поиска новых форм работы и передачи знаний для формирования навыков здоровьесберегающего поведения у подростков.

В рамках Проекта были апробированы новые формы работы с юношами, которые были направлены на минимизацию ряда гендерно обусловленных барьеров: интенсив для парней 14–16 лет. Прежде всего с мальчиками-подростками работал мужчина педагог-психолог. Работа была организована в нескольких форматах: офлайн-тренинги (3 встречи по 3 часа), онлайн-встречи (4 онлайн-созвона 1–1,5 часа), онлайн-сопровождение в закрытом чате мессенджера (в течение трех недель). Использовались интерактивная групповая работа и индивидуальные консультации.

Для удовлетворения потребностей юношей было организовано проведение двух циклов тренингов (офлайн) на базе ЦДП «Ювентус» и ЦДП «Доверие» для мальчиков-подростков 14–16 лет по обучению первичным навыкам борьбы со стрессом и тревогами, помогающим в формировании уверенности в себе, поддержании собственного здоровья, оказании помощи и взаимопомощи сверстникам. Работа с подростками была направлена на создание безопасного и доверительного пространства, где через интерактивную групповую работу были показаны возможности выстраивать отношения с близкими, друзьями, преподавателями, решать жизненные задачи эффективнее, мыслить вне шаблонов, а главное быть в гармонии с собой и сохранять свое ментальное и физическое здоровье. Кроме того, проводились дополнительные онлайн-встречи и было организовано общение в закрытом анонимном Telegram-канале для участников тренингов.

В процессе серии групповых занятий и онлайн-сопровождения ребят в закрытом Telegram-чате педагог-психолог обучал ребят понимать и принимать свои эмоции, бережно переживать негативные чувства, помогал развивать эмоциональный интеллект, а также знакомил со стратегиями ненасильственной коммуникации, осознанного выбора вне стереотипного давления, что способствовало формированию навыков сопротивления манипуляциям и стрессу. Непрерывное взаимодействие участников-подростков с тренером во время дополнительных онлайн-встреч и сопровождение в телеграмм-канале позволило многим получить не только теоретические ответы на интересующие вопросы, но и рекомендации к применению знаний в повседневной жизни. В течение онлайн-встреч и при общении в телеграмм-канале приходилось неоднократно возвращаться к пройденным темам, чтобы отвечать на новые вопросы, которые возникали у участников тренингов.

Полученный опыт работы с юношами позволил в дальнейшем организовать в рамках партнерства ЦДП и ЮНИСЕФ 3-месячный цикл занятий для юношей 14–17 лет «Психологическое комбо для парней», который включал еженедельные тематические онлайн-встречи/вебинары длительностью 1–1,5 часа, индивидуальные беседы со специалистом психологом-мужчиной, онлайн-сопровождение ребят в закрытом Telegram-чате в течение 12 недель.

В целом проведенные мероприятия показали востребованность полученных знаний и эффективность применяемых методов. С целью оценки степени удовлетворенности подростков новыми услугами ЦДП было проведено анкетирование среди 86 участников проекта. Подросткам предлагалось использовать качественно-количественную шкалу: «супер» – от 8 до 10 баллов, «так себе» – от 5 до 7 баллов, «не понравилось» – от 1 до 4 баллов, где 1 балл соответствовал самой низкой степени удовлетворенности, а 10 баллов – самой высокой степени удовлетворенности. Оценку «супер» поставили все опрошенные за индивидуальные занятия с психологом и 87,5 % – за групповые занятия с психологом. Оценку «так себе» поставили 12,5 % – за групповые занятия с психологом. Оценок «не понравилось» среди опрошенных не было.

Эксперты ВОЗ рекомендуют формировать кадровые ресурсы, компетентные в вопросах работы с подростками [5]. В соответствии с этими рекомендациями всем работникам здравоохранения в учреждениях, куда обращаются подростки, следует обладать компетенциями (т. е. знаниями, навыками и психологическими установками) в области оказания услуг здравоохранения с учетом специфических потребностей подростков. В связи с этим весь полученный в рамках реализации проекта «Совершенствование оказания комплексной медико-психосоциальной помощи подросткам из групп риска, в том числе живущим с ВИЧ» опыт по внедрению гендерно специфичных интервенций был задокументирован и лег в основу учебных материалов для специалистов ЦДП. Так, были разработаны чек-листы «Фасилитация без предрассудков», памятка «Твоя безопасная линза», пособие «Я рядом». Для передачи наработанного опыта и учебных материалов было проведено 2 тренинга и организовано сопровождение для специалистов 58 ЦДП по внедрению стандартов безопасного пространства, в том числе для просветительских онлайн-групп поддержки для девочек, и устранению барьеров (как на уровне отношений, так и на операционном уровне), приводящих к нежеланию мальчиков-подростков обращаться в ЦДП. На занятиях были рассмотрены следующие темы: «Гендерно обусловленные барьеры в работе с мальчиками в условиях ЦДП. Результаты исследования» и «Гендерно-чувствительные услуги на базе ЦДП. Задачи. Принципы. Технологии». В процессе занятий специалисты – участники мероприятий через работу в малых группах, интерактивные лекции и дискуссии смогли проанализировать основные барьеры на личном, мезо- и макроуровнях, препятствующие парням 14–17 лет обращаться в ЦДП, увидеть их потребности, которые могли бы быть удовлетворены услугами ЦДП

и партнерских организаций. Были представлены примеры офлайн- и онлайн-услуг для парней и девушек, учитывающие их гендерно обусловленный опыт, социально-психологические особенности, особенности взаимодействия со значимыми взрослыми и сверстниками, а также стандарты безопасного пространства для просветительских онлайн-групп поддержки для девочек.

Для работы в отношении более широкого круга детерминантов здоровья подростков, по мнению экспертов ВОЗ [5], необходимо обеспечить сотрудничество между различными ведомствами в тесном взаимодействии с местными сообществами, гражданским обществом, молодежью и частным сектором. Для координации действий в интересах здоровья и благополучия подростков, рабочей группой проекта с участием тренеров была разработана и утверждена программа семинаров, в которую вошли такие вопросы, как возрастные границы подросткового возраста; риски окружающей среды для подростков, характерные для региона; оценка ситуации в регионе с уязвимыми категориями детей и подростков; социальный портрет уязвимой категории детей и подростков в регионе; медицинские, психологические, социальные факторы, влияющие на приверженность к лечению и качество жизни подростка; формирование мультидисциплинарной команды специалистов в регионе по комплексной медико-психо-социальной помощи подросткам из групп риска, в том числе живущим с ВИЧ; механизмы межведомственного взаимодействия, функциональные обязанности; создание дорожной карты эффективного межведомственного взаимодействия.

Таким образом, необходимо совершенствовать работу учреждений здравоохранения с подростками с учетом гендерных потребностей последних, осознанно подходить к организации и проведению профилактических программ и предоставлению услуг. Целесообразно выстраивать работу как индивидуально, так и в групповом формате; в гетерогенных и гомогенных группах, создавая условия безопасной среды и учитывая значимость гендерно обусловленного опыта и страхов осуждения из-за укоренившихся в обществе стереотипов, которые могут влиять на решение подростка обратиться или нет за помощью при возникновении проблем со здоровьем, доверять или не доверять рекомендациям специалистов. Формирование ответственного отношения к собственному здоровью у подростков должно сопровождаться активным внедрением новых форм работы с использованием социальных сетей и электронных средств коммуникации для распространения информации и оказания услуг подросткам. Реализация вышеперечисленных подходов в оказании помощи подросткам требует соответствующей подготовки кадров.

Литература

1. Здоровье подростков и молодежи: основные факты // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/adolescents-health-risks-and-solutions> (дата обращения: 10.09.2025).
2. Trends in health complaints from 2002 to 2010 in 34 countries and their association with health behaviours and social context factors at individual and macro-level / V.Ottova-Jordan, O. R. Smith, L. Augustine [et al.] // European Journal of Public Health. – 2015. – Vol. 25, iss. suppl_2. – P. 83–89. – DOI: 10.1093/eurpub/ckv033.
3. Гендерные особенности отношения к здоровью и здоровому образу жизни старших подростков / Т. И. Бонкало, С. И. Артемьева, С. В. Шмелева, Н. В. Белякова // Прикладная психология и педагогика. – 2022. – Т. 7, № 3. – С. 117–126.
4. Гендерная психология : практикум по психологии / Д. В. Воронцов, Л. В. Штылева, Н. П. Реброва [и др.] ; под ред. И. С. Клециной. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 496 с. – (Серия «Практикум»).
5. Глобальное ускорение действий в интересах здоровья подростков: руководство по осуществлению в странах. Резюме / Всемир. орг. здравоохранения. – Женева : ВОЗ, 2017. – 30 с. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/a21b6612-f968-47a7-9cb2-7b3d59190cbd/content> (дата обращения: 10.09.2025).

Поступила 15.09.2025

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТНОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЕЖИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

*Тищенко Е. Н., brhcmh@brest.by,
Ильяшева Е. В., mail@brest.by,
Садовникова Г. В., mail@brest.by*

Государственное учреждение «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Брест, Республика Беларусь

Одним из направлений деятельности санитарно-эпидемиологической службы Брестской области является целенаправленная работа по повышению уровня знаний и личной ответственности каждого человека за свое здоровье.

С учетом демографической ситуации, социальных факторов здоровья, а также возможности активного сотрудничества государственных и негосударственных структур на Брестчине реализуется созданная в 2017 г. и оправдавшая себя региональная модель продвижения здорового образа жизни и профилактики неинфекционных заболеваний (далее – НИЗ) среди населения области.

В связи со вступлением в силу Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. была выбрана тактика комплексного подхода и межведомственного взаимодействия в реализации профилактических программ для решения задач в рамках Цели устойчивого развития № 3 в части профилактики НИЗ.

На территории Брестской области реализуется 11 масштабных межведомственных информационно-образовательных и консультативно-диагностических профилактических проектов, направленных на профилактику НИЗ и охватывающих все административно-территориальные единицы области.

Один из таких проектов получил свое начало в 2019 году. 2 февраля 2019 г. на базе ГУ «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» состоялось открытие Центра наглядной профилактики (далее – ЦНП), предназначенного для проведения профилактической работы по первичной профилактике наркопотребления и наркозависимостей среди подростков и молодежи.

Помещения ЦНП оборудованы необходимой многофункциональной мебелью, компьютерной техникой, телеприемной аппаратурой (мультимедийный проектор, проекционный экран, сенсорный компьютер (моноблок), колонки, 2 жидкокристаллических телевизора, 11 компьютерных мониторов). Изготовлены 7 информационных стендов в виде роллапов с информацией о наркотических средствах и психотропных веществах, о последствиях их употребления, об уголовной и административной ответственности. В одном из помещений размещены наглядные материалы (фотографии здоровых органов человека – сердце, легкие, почки, печень, головной мозг и муляжи этих же органов, пораженных под воздействием наркотических средств и психоактивных веществ; фотографии наркопритонов, фотографии внешнего вида наркоманов со стажем).

Работа ЦНП организована в соответствии с Положением, утвержденным заместителем председателя облисполкома, Алгоритмом работы и Программой занятий, согласованными с главными управлениями по здравоохранению, образованию, управлением внутренних дел облисполкома. В данном Проекте используется принцип межведомственного взаимодействия между структурными подразделениями облисполкома, горрайисполкомов. Положением определена основная целевая группа – учащиеся учреждений общего среднего, среднего специального и профессионального образования в возрасте от 14 лет и старше.

Формат занятий предусматривает:

- донесение до аудитории информации о наркотиках (классификация, влияние их на организм человека, ответственность за употребление и распространение наркотических средств и психотропных веществ в соответствии с законодательством Республики Беларусь и др.);
- показ и обсуждение видеоматериалов антинаркотической направленности;
- демонстрация наглядных пособий (роллапов, фотоматериалов, муляжей, учебно-демонстрационных пособий «Последствия употребления алкоголя и наркотиков», моделирующих очков, имитирующих состояние опьянения, моделей курящей куклы и ротовой полости курильщика);
- диалог «Мифы и реальность»;
- тренинг жизнестойкости и умения сказать – НЕТ;
- предоставление информационно-образовательных материалов;
- анкетирование с целью изучения мнения и оценки работы ЦНП.

Для наглядной работы с аудиторией в режиме реального времени используется компьютерный программный продукт по изменению лица человека – как результат воздействия психотропных веществ.

Во исполнение Регионального комплексного плана по профилактике правонарушений, утвержденного решением Брестского облисполкома от 17.02.2022 № 69, и решения заседания координационного совещания по борьбе с преступностью и коррупцией Брестской области от 24.05.2022 № 2 на функциональной основе на базе ЦНП создана передвижная площадка по профилактике употребления наркотических средств и психотропных веществ (далее – Площадка), 05.12.2022 утвержден Алгоритм ее работы и график выездов в районные центры – населенные пункты, входящие в областную сеть государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки».

Одним из условий данного формата профилактической работы является формирование групп не более 30 человек для более тесного общения с аудиторией, проведения тренингов, викторин и др.

За период 2023–2024 гг. Площадка работала в 16 районных центрах области (100 %): проведено 56 занятий с охватом профилактической работой 1719 детей и подростков.

В работе Площадки принимают участие сотрудники отделов внутренних дел, горрайисполкомов и врачи-наркологи территориальных центральных районных больниц.

Кроме того, профилактическая работа с подростками осуществляется и в летний период на базе летних оздоровительных лагерей в соответствии с утвержденным графиком. В летние сезоны 2021–2024 гг. областными специалистами организовано 18 выездных мероприятий в оздоровительных лагерях области с охватом 1120 детей.

Итоги работы за 2019–2024 гг. специалистов ГУ «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ функционирования ЦНП на базе отдела общественного здоровья Брестского областного ЦГЭиОЗ за период 2019–2024 гг.

Период работы ЦНП	Количество занятий	Количество человек	Количество СОП/ИПР
2019 год	216	3214	130
2020 год	102	1681	63
2021 год	189	2766	281
2022 год	363	5967	231
2023 год	343	5826	317
2024 год	281	4714	161
Итого с 2019 по 2024 г.	1494	24168	1183

За указанный период было проведено 1494 занятия, которые охватили 24 168 человек из числа подростков и молодежи. Целевая аудитория включала учащихся учреждений общего среднего, среднего специального и профессионального образования области. Среди них 1183 подростка, находившихся в социально опасном положении (далее – СОП), с которыми проводилась индивидуальная профилактическая работа (далее – ИПР).

В соответствии с Комплексом дополнительных мер по профилактике правонарушений несовершеннолетних, в том числе связанных с незаконным оборотом наркотиков и потреблением психоактивных веществ на 2022–2023 гг., утвержденным в мае 2022 г. министрами внутренних дел, образования, здравоохранения, труда и социальной защиты, и Комплексным планом мероприятий по профилактике наркомании и противодействию незаконному обороту наркотиков, социальной реабилитации наркозависимых лиц на 2023–2024 гг., утвержденным заместителем премьер-министра Республики Беларусь, с целью большего охвата первичной профилактикой наркопотребления и наркозависимостей подростков и молодежи принято решение о создании антинаркотических площадок в городах Пинск и Барановичи. С 1 января 2024 г. начали работу образовательный Центр наглядной профилактики в ГУО «Средняя школа № 18 г. Барановичи» и «Антинаркотическая площадка» на базе ГУ «Пинский зональный центр гигиены и эпидемиологии».

За 2024 г. было проведено 177 занятий с учащимися г. Барановичи и Барановичского района, в рамках которых обучено 3115 человек (в т. ч. СОП/ИПР – 126). Посещаемость «Антинаркотической площадки» за аналогичный период в г. Пинске составила 2532 человека (в т. ч. СОП/ИПР – 192) в рамках 183 занятий.

Таким образом, за период с 2019 по 2024 г. на территории Брестской области в рамках профилактической работы было проведено 1928 занятий. Общая численность целевой аудитории (подростки и молодежь) составила 32 654 человека, из которых 1501 человек относился к категориям СОП и ИПР.

С целью повышения эффективности работы ЦНП, проведения индивидуальной работы с подростками и их родителями по первичной профилактике потребления наркотических средств и психоактивных веществ, онлайн-опросов, продвижения информации о работе Центра среди молодежи специалистами ГУ «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» в январе 2021 г. в социальной сети «ВКонтакте» создана группа «Центр наглядной профилактики», где размещены информационные

материалы по профилактике потребления психоактивных веществ, видеоролики, листовки о ЦНП с контактами специалистов, оказывающими консультативную помощь по профилактике потребления наркотических средств и психоактивных веществ, по правовым аспектам этой проблемы и другие официальные материалы, представляемые сотрудниками УВД облисполкома.

За истекший период страничку группы в социальной сети «ВКонтакте» посетило свыше 7,5 тыс. человек.

Принимаемые организациями здравоохранения, учреждениями образования и иными заинтересованными субъектами профилактики меры привели к улучшению ряда показателей по области за последние 5 лет (за период 2020–2024 гг.) (таблица 2):

- количество несовершеннолетних лиц, находящихся под наркологическим наблюдением, снизилось на 46,3 % (с 1671 до 897 несовершеннолетних);
- количество несовершеннолетних лиц, потребляющих психоактивные вещества, снизилось на 47 % (с 1464 до 777 несовершеннолетних).

Таблица 2 – Показатели по Брестской области за период 2020–2024 гг.

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	% в сравнении с 2020 г.
Количество несовершеннолетних лиц, находящихся под наркологическим наблюдением	1671	1305	1369	1139	897	снижение на 46,3 %
Количество несовершеннолетних лиц, потребляющих психоактивные вещества	1464	1071	1152	944	777	снижение на 47,0 %

Таким образом, на основании утвержденного алгоритма работы с подростковым, молодежным контингентом по первичной профилактике потребления наркотических средств и психотропных веществ с применением групповых методов работы в интерактивной форме и индивидуальных подходов, а также с учетом полученных отзывов от учащихся о проводимой работе, можно говорить об успешности выбранной модели изменения отношения подростков и молодежи к обозначенной в статье проблеме.

Реализация Проекта будет продолжена на территории области, в том числе в рамках государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки» для достижения показателей Целей устойчивого развития Республики Беларусь в области профилактики неинфекционных и инфекционных заболеваний и формирования у подрастающего поколения установок на здоровый образ жизни. С целью повышения эффективности профилактической работы среди детей и молодежи будет прорабатываться вопрос о целесообразности создания антинаркотических площадок во всех районных центрах области.

Поступила 02.09.2025

**МЕНСТРУАЛЬНАЯ ГИГИЕНА ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ
С ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ: ДОСТУП К САНИТАРИИ И УДОБСТВАМ**

Туляганова Д. С., dildoratulyaganova1989@gmail.com

Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Девочки-подростки с психическими расстройствами находятся в группе повышенного риска нарушений менструальной гигиены из-за когнитивных, эмоциональных и организационных трудностей. Эмпирических данных о доступе к санитарным условиям и его влиянии на качество жизни этой группы в регионе недостаточно. Менструальная гигиена является важным элементом здоровья и благополучия девочек-подростков, однако у подростков с психическими расстройствами этот сегмент здоровья сопровождается уникальными барьерами, что остается пока недостаточно изученным. Исследование в Лесото и Гамбии показало, что 27 % опрошенных девушек пропускали ≥ 1 учебный день в месяц из-за менструаций. Ключевыми факторами были менструальная боль (AOR = 16,8), симптомы инфекций, а также неудовлетворительная инфраструктура санитарии (наличие чистого туалета с мылом снижало риск пропусков) [1]. В Непале недостаток инфраструктурного обеспечения для менструальной гигиены усугубляет психоэмоциональные симптомы у девушек, включая чувства грусти и одиночества, что непосредственно сказывается на их образовательных результатах через повышение уровня абсентеизма [2]. В США среди студенток колледжей менструальная нищета оказалась связанной с повышением уровня депрессии (AOR $\approx 2,34$ при

регулярной нехватке средств гигиены) [3]. Анализ литературы, опубликованной африканскими исследователями, показывает, что недостаток знаний, культурные табу, высокие затраты на средства гигиены и плохие санитарно-гигиенические условия в школах усугубляют ситуацию, снижая посещаемость и качество жизни девочек [4]. В Северной Эфиопии распространенное вмешательство – распределение образовательных буклетов и гигиенических комплектов – привело к снижению пропусков у девочек на 24 % по сравнению с юношами [5].

Целью работы было оценить доступность санитарии и санитарные привычки у девочек-подростков с психическими расстройствами и их связь с посещаемостью школы и уровнем тревожности.

В данном кросс-секционном исследовании приняли участие 50 девушек в возрасте от 13 до 17 лет, находящаяся под наблюдением в трех дневных стационарах г. Ташкента. В выборку были включены пациентки с установленными диагнозами: тревожные расстройства, депрессивные расстройства, синдром дефицита внимания и гиперактивности, расстройства аутистического спектра (далее – РАС), шизофрения и другие психотические расстройства. Сбор данных осуществлялся с помощью специально разработанной анкеты, включавшей вопросы о доступе к средствам гигиены (доступ к уборным, наличие гигиенических прокладок), конфиденциальности и эмоциональных барьерах, связанных с личной гигиеной. Для оценки уровня тревожности применялась стандартизированная шкала генерализованного тревожного расстройства (далее – GAD-7). Для определения факторов, ассоциированных с уровнем тревожности и другими изучаемыми исходами, был проведен регрессионный анализ. В зависимости от типа зависимой переменной использовались модели множественной линейной регрессии и множественной логистической регрессии.

Результаты исследования менструальной гигиены и связанных с менструацией факторов показали, что 56 % ($n = 28$) девочек способны самостоятельно посещать туалет во время менструации, тогда как 44 % нуждаются в помощи матери или опекуна. Только 42 % ($n = 21$) респонденток указали на постоянную доступность одноразовых средств гигиены. В этой же подгруппе опекуны систематически ведут менструальный календарь. В целом по выборке календарь не ведется в 58 % случаев. Нарушения социального функционирования были значительными: 70 % девочек пропускали школьные занятия не менее одного дня в месяц из-за менструации. Кроме того, у 86 % обследуемых была зафиксирована повышенная предменструальная тревожность (≥ 10 баллов по шкале GAD-7).

Неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия (отсутствие доступа к уединенному санузелу и средствам личной гигиены) были достоверно ассоциированы с повышенной вероятностью пропусков школьных занятий ($OR = 2,3$; 95 % ДИ: 1,3–4,1; $p = 0,005$) и с более высоким уровнем тревожности ($\beta = 4,2$ пункта; 95 % ДИ: 2,1–6,3; $p < 0,001$).

Исследование показало, что ограниченный доступ к средствам санитарии и личной гигиены у девочек-подростков с психическими расстройствами ассоциирован с повышенным риском школьных пропусков и усугублением симптомов тревоги. В связи с этим представляется необходимым внедрение целевых санитарно-гигиенических и психообразовательных программ в образовательных и медицинских учреждениях.

Для определения навыков самообслуживания у девочек: правильного использования прокладки, регулярной ее смены (каждые 4–6 часов), мытья рук до/после процедуры также проведено анкетирование. Результаты анализа приведены в таблице (таблица 1).

Таблица 1 – Распространенность сформированных навыков самостоятельного ухода у девочек-подростков с различными видами психических расстройств

Навык	У лиц с аффективными расстройствами	У лиц с РАС	У лиц с психотическими расстройствами
Умение правильно использовать прокладку	57 %	32 %	11 %
Соблюдение регулярной смены (каждые 4–6 ч)	55 %	36 %	9 %
Мытье рук до/после процедуры	65 %	26 %	9 %

Как видно из таблицы 1, наиболее сформированные навыки гигиенического ухода наблюдаются у девочек с аффективными расстройствами, в то время как при РАС и психотических расстройствах показатели существенно ниже. Это указывает на необходимость разработки дифференцированных обучающих программ.

Девочки с аффективными расстройствами могут испытывать трудности с соблюдением гигиены во время менструации из-за перепадов настроения и эмоций (депрессия, грусть) или маниакальных проявлений (чрезмерная раздражительность, импульсивность). У подростков с РАС ключевыми барьерами становятся сенсорные особенности: неприятие запаха средств личной гигиены, текстуры прокладок, дискомфорт при контакте с водой или тканью. Эти факторы снижают готовность к использованию стандартных средств гигиены и требуют адаптированных подходов (например, использование гипоаллергенных или специальных

средств). У подростков с психотическими расстройствами выявлена низкая осознанность происходящих процессов и сниженная критика к собственному состоянию, что существенно затрудняет обучение самостоятельному уходу и требует постоянного участия опекунов или медицинского персонала. Результаты совпадают с данными международных исследований. Так, исследования в Гамбии и Непале показывают, что менструальные трудности напрямую связаны с частыми пропусками школы и эмоциональным дистрессом [1, 2]. В США отмечена взаимосвязь «менструальной нищеты» с повышением уровня депрессии [3], а обзор африканских данных выявил, что культурные табу и ограниченные ресурсы усиливают риски для психического здоровья подростков [4]. Наши результаты показывают, что у девочек с психическими расстройствами риск нарушения гигиенических практик выше в 1,5–2 раза, чем у сверстниц без подобных диагнозов, что подтверждает глобальные тенденции.

Было обнаружено, что девочки-подростки с расстройствами психического здоровья имеют ограниченный доступ к средствам санитарии и гигиены или не соблюдают санитарные правила во время менструального цикла, что приводит к усилению расстройств психического здоровья и снижению посещаемости школы. Необходимо разработать индивидуальные программы поддержки для девочек-подростков с расстройствами психического здоровья, которые можно было бы использовать во время менструации, а также обучить их опекунов или лиц, осуществляющих уход.

Литература

1. Effects of Menstrual Health and Hygiene on School Absenteeism and Drop-Out among Adolescent Girls in Rural Gambia / V. Shah, H. Nabwera, B. Sonko [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2022. – Vol. 19, iss. 6. – Art. № 3337. – DOI: 10.3390/ijerph19063337.
2. Yilmaz, S. K. The Stressor in Adolescence of Menstruation: Coping Strategies, Emotional Stress & Impacts on School Absences among Young Women in Nepal / S. K. Yilmaz, A. K. Bohara, S. Thapa // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – Vol. 18, iss. 17. – Art. № 8894. – DOI: 10.3390/ijerph18178894.
3. Cardoso, L. F. Period poverty and mental health implications among college-aged women in the United States / L. F. Cardoso, A. M. Scolese, A. Hamidaddin, J. Gupta // *BMC Women's Health*. – 2021. – Vol. 21. – Art № 14. – DOI: 10.1186/s12905-020-01149-5.
4. Tshivule, M. Z. Factors influencing menstrual hygiene knowledge, attitudes, and practices among adolescent girls in African rural schools: scoping review / M. Z. Tshivule, M. M. Rasweswe, T. M. Mothiba, M. A. Bopape // *Frontiers in Reproductive Health*. – 2025. – Vol. 7. – DOI: 10.3389/frph.2025.1553101.
5. Belay, S. Girls' attendance at school after a menstrual hygiene intervention in northern Ethiopia / S. Belay, A. K. S. Kuhlmann, L. L. Wall // *International Journal of Gynecology & Obstetrics*. – 2020. – Vol. 149, iss. 3. – P. 287–291. – DOI: 10.1002/ijgo.13127.

Поступила 28.08.2025

УСТОЙЧИВОСТЬ К УЧЕБНЫМ НАГРУЗКАМ ОРГАНИЗМА МАЛЬЧИКОВ С ПЛОСКОСТОПИЕМ

^{1,2}Храмцов П. И., д. м. н., профессор, khramtsov@nczd.ru,

¹Березина Н. О., к. м. н., nadberezina@mail.ru,

²Разова Е. В., к. п. н., доцент, erazova@mail.ru,

¹Антонова Е. В., д. м. н., antonova@nczd.ru

¹Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет просвещения», г. Москва, Российская Федерация

Современные образовательные нагрузки характеризуются интенсификацией учебного процесса, широким использованием цифровых устройств, повышенными эмоциональными нагрузками [1]. Все это оказывает неблагоприятное влияние на развитие и здоровье обучающихся. Среди субъективных жалоб, отражающих неспецифические реакции организма на учебные нагрузки, следует выделить жалобы на слабость и утомляемость после уроков в школе. Данные о распространенности таких жалоб

позволяют оценить комплексное воздействие объема и режима обучения, в т. ч. оптимальность расписания уроков.

Для повышения эффективности таких мероприятий необходимо использовать дифференцированный подход, учитывающий особенности роста, развития и состояния здоровья обучающихся. Традиционно прогностически важное медико-социальное значение имеют наиболее распространенные нарушения и заболевания у обучающихся, на развитие которых существенное влияние оказывают школьные факторы риска. Среди таких заболеваний выделяют миопию, нарушения осанки, деформации позвоночника и стоп. В структуре деформаций стоп наиболее распространено плоскостопие, которое встречается у 23,7 % детей 5–9-х классов, чаще у мальчиков (27,4 %), чем у девочек (20,7 %) [2, 3].

Для профилактики деформаций стопы, в т. ч. плоскостопия, непосредственно в процессе учебной деятельности формируется здоровьесберегающая образовательная среда с использованием инновационных форм обучения [4, 5].

Цель исследования – оценить устойчивость организма мальчиков, имеющих плоскостопие, к учебным нагрузкам по данным анализа распространенности жалоб на слабость и утомляемость после уроков.

Для достижения данной цели проведено онлайн-анкетирование 31 144 мальчиков 5–11-х классов, в процессе которого они отвечали на вопрос: «Отмечали ли врачи у тебя плоскостопие?». Ответы включали следующие варианты: «Нет», «Не знаю», «Да». 4804 респондента (15,4 %), затруднившихся с ответом, были исключены из анализа. Устойчивость организма к учебным нагрузкам определяли по частоте встречаемости жалоб на слабость и утомляемость после уроков в школе, устанавливаемых путем ответа на вопрос: «Как часто за последние 6 месяцев ты испытывал(-а) слабость, утомляемость после занятий в школе?». Варианты ответа: «Никогда или очень редко», «Иногда (почти каждую неделю)», «Часто» (почти каждый день).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета SPSS Statistics 21.0 (IBM, США). Для анализа применялись методы непараметрической статистики. Номинальные значения описывались с указанием абсолютных значений, процентных долей и границ 95 % доверительного интервала, рассчитанного методом Уилсона с помощью онлайн-калькулятора «VassarStats» (<http://vassarstats.net>). Результаты рассматривали как статистически значимые при $p < 0,05$. Для оценки влияния плоскостопия на устойчивость организма мальчиков к воздействию учебных нагрузок рассчитывалось значение относительного риска и этиологическая доля с использованием онлайн-калькулятора «Медицинская статистика» (<https://medstatistic.ru/calculators/calcrisk.html>).

Анализ результатов проведен в 2 этапа. На 1-м этапе оценивались суммарные данные по всей группе принявших в анкетировании мальчиков 5–11-х классов. Установлено, что 8538 обучающихся отметили наличие плоскостопия, 17 802 обучающихся имели нормальный поперечный и продольный своды стопы. В группе детей с нормальными сводами стопы никогда или очень редко отмечали жалобы на слабость и утомляемость после уроков в школе 8788 детей (49,4 %; 95 % ДИ: 48,6–50,1). В группе детей с плоскостопием такие жалобы отмечали 3484 детей (40,8 %; 95 % ДИ: 39,8–41,8) ($p < 0,05$). Т. е. отсутствие или редкие жалобы на слабость и утомляемость после уроков в школе было более характерно для детей с нормальными сводами стопы.

Аналогичным образом проведено сравнение распространенности частых жалоб (почти каждый день) у обучающихся с нормальными сводами стопы и с плоскостопием. Показано, что в группе детей с нормальными сводами стопы частые жалобы отмечались у 2649 детей (14,9 %; 95 % ДИ: 14,4–15,4), в группе детей с плоскостопием – у 1837 детей (21,5 %; 95 % ДИ: 20,6–22,4; $p < 0,05$). Т. е. в группе детей с плоскостопием детей с частыми жалобами на слабость и утомляемость после уроков в школе было больше, чем в группе детей с нормальными сводами стопы.

Проведен также сравнительный анализ количества детей с нормальными сводами стопы и плоскостопием, иногда (почти каждую неделю) отмечавшие жалобы на слабость и утомляемость после уроков. Выявлена также закономерность достоверного превышения количества детей с плоскостопием (37,7 %; 95 % ДИ: 36,7–38,7) над количеством детей с нормальными сводами стопы (35,8 %; 95 % ДИ: 35,1–36,5; $p < 0,05$), но менее выраженная.

Таким образом, результаты первого этапа анализа позволили сделать вывод о том, что у детей с плоскостопием чаще выявляются жалобы на слабость и утомляемость после уроков в школе, что свидетельствует о сниженном уровне устойчивости их организма к воздействию образовательных нагрузок в течение учебного дня.

Для более детального анализа проведен 2-й этап, на котором сравнивали количество мальчиков в каждом классе с 5-го по 11-й класс с нормальными сводами стопы и плоскостопием, отметившими при анкетировании жалобы на слабость и утомляемость после уроков (таблица 1).

Таблица 1 – Частота встречаемости жалоб на усталость и утомляемость после уроков в школе у мальчиков с 5-го по 11-й класс с нормальными сводами стопы и плоскостопием

Класс	Частота жалоб	Мальчики с нормальными сводами стопы, n = 17 802			Мальчики с плоскостопием, n = 8538		
		Абс.	%	95 % ДИ	Абс.	%	95 % ДИ
5-й	никогда	1878	55,1	53,4–56,7	625	46,8	44,1–49,5*
	иногда	1148	33,7	32,1–35,2	485	36,3	33,7–38,9
	часто	385	11,3	10,2–12,3	225	16,9	14,8–18,9*
6-й	никогда	1587	49,7	48,0–51,4	519	43,3	40,5–46,1*
	иногда	1195	37,4	35,7–39,1	448	37,4	34,7–40,1
	часто	411	12,9	11,7–14,0	231	19,3	17,0–21,5*
7-й	никогда	1538	49,3	47,5–51,0	570	44,1	41,7–46,8*
	иногда	1113	35,7	34,0–37,4	459	35,5	32,9–38,1
	часто	469	15,0	13,8–16,3	263	20,4	18,2–22,6*
8-й	никогда	1471	48,1	46,3–49,9	607	40,5	38,0–43,0*
	иногда	1118	36,5	34,8–38,3	565	37,7	35,2–40,1
	часто	470	15,4	14,1–16,6	328	21,9	19,8–24,0*
9-й	никогда	1345	46,9	45,1–48,7	641	37,5	35,2–39,8*
	иногда	1022	35,6	33,9–37,4	659	38,5	36,2–40,8
	часто	500	17,4	16,1–18,8	411	24,0	22,0–26,0*
10-й	никогда	541	44,4	41,6–47,2	292	35,2	32,0–38,5*
	иногда	465	38,1	35,4–40,9	342	41,3	37,9–44,6
	часто	213	17,5	15,3–19,6	191	23,0	20,2–25,9*
11-й	никогда	428	45,9	42,7–49,1	230	34,2	30,6–37,8*
	иногда	304	32,6	29,6–35,6	255	37,9	34,2–41,6
	часто	201	21,5	18,9–24,2	188	27,9	24,5–31,3*
* различие между детьми с нормальными сводами стопы и плоскостопием.							

Полученные данные свидетельствуют о том, что в группе детей с нормальными сводами стопы количество детей с отсутствием жалоб или редкими жалобами на слабость или утомляемость после уроков от 5-го к 11-му классу уменьшается с 55,1 % (95 % ДИ: 53,4–56,7) до 45,9 % (95 % ДИ: 42,7–49,1) ($p < 0,05$). У детей с плоскостопием отмечается аналогичная закономерность, но более выраженная и с более низкими значениями: с 46,8 % (95 % ДИ: 44,1–49,5) в 5-м классе до 34,2 % (95 % ДИ: 30,6–37,8) ($p < 0,05$).

Динамика количества детей с нормальными сводами стопы и плоскостопием, которые часто отмечали жалобы на слабость и утомляемость после уроков, была совершенно противоположной. От 5-го к 11-му классу наблюдается рост количества детей с частыми жалобами с наиболее выраженной динамикой у детей с плоскостопием. Так, количество детей с частыми жалобами в группе детей с нормальными сводами стопы увеличивается с 11,3 % (95 % ДИ: 10,2–12,3) в 5-м классе до 21,5 % (95 % ДИ: 18,9–24,2) в 11-м классе ($p < 0,05$). Для группы детей с плоскостопием характерна такая же закономерность, но более выраженная с более высокими значениями: 16,9 % (95 % ДИ: 14,8–18,9) и 27,9 % (95 % ДИ: 24,5–31,3) ($p < 0,05$) соответственно.

Таким образом, данные о распространенности жалоб на слабость и утомляемость после уроков убедительно свидетельствуют о более высокой частоте их встречаемости у мальчиков, имеющих плоскостопие и, наоборот, отсутствие жалоб или их редкая встречаемость характерна в большей степени для мальчиков с нормальными сводами стопы. Такие закономерности были установлены для детей каждого класса начиная с 5-го и заканчивая 11-м классом.

Для объективной оценки влияния плоскостопия на устойчивость организма мальчиков к воздействию учебных нагрузок рассчитан относительный риск $RR = 1,491$ (95 % ДИ: 1,491–1,567) и этиологическая доля $EF = 33$ % вероятности воздействия плоскостопия на частые жалобы на слабость и утомляемость после уроков. Полученные значения свидетельствуют о средней степени обусловленности влияния плоскостопия на устойчивость организма мальчиков к учебным нагрузкам.

Данные о большей частоте встречаемости жалоб на слабость и утомляемость обучающихся мальчиков указывают на меньшую устойчивость организма к воздействию учебных нагрузок, что необходимо учитывать при гигиенической оценке и контроле условий образовательной среды и обосновании мероприятий по их оптимизации.

Возможные механизмы сниженной устойчивости организма к учебным нагрузкам у мальчиков с плоскостопием связаны с более низкой их двигательной активностью из-за быстрой утомляемости мышечно-связочного аппарата. Кроме того, нарушение амортизационной функции стопы при плоскостопии

не препятствует негативному воздействию на головной мозг ударов пятки об опорную поверхность при ходьбе, что может приводить к микротравмам головного мозга и способствовать нарушению его функционального состояния. Со временем воздействие от таких травм усиливается, что может объяснять тот факт, что у детей более старшего возраста частота жалоб на слабость и утомляемость после уроков увеличивается.

Не исключается также и еще один вариант объяснения, связанный с активно разрабатываемой в настоящее время концепцией роли фасциальной ткани в жизнедеятельности растущего организма. В соответствии с этой концепцией фасциальная ткань обладает системным эффектом влияния на организм. Само плоскостопие рассматривается как проявление «несостоятельности» фасциальной ткани, в должной мере не обеспечивающей прочность свода стопы. К сожалению, плоскостопие рассматривается сейчас только как ортопедическая проблема и врачи-ортопеды в основном занимаются коррекцией уже имеющихся нарушений. На наш взгляд, плоскостопие – это проявление системных нарушений и его профилактика должна носить системный характер, в т. ч. с участием гигиенистов детства с целью контроля учебных нагрузок в процессе образовательной деятельности.

В данном исследовании впервые поставлена и решена задача установления особенностей распространности жалоб на слабость и утомляемость после уроков организма мальчиков. Показана меньшая их устойчивость к воздействию учебных нагрузок. Эти данные необходимо учитывать при гигиеническом проектировании образовательной среды. Логическим продолжением данного исследования является изучение особенностей устойчивости к учебным нагрузкам организма девочек, что позволит более полно представить закономерности формирования полового диморфизма у обучающихся, имеющих плоскостопие, и оценить профилактические возможности мероприятий по предупреждению данного вида деформации стопы, а также профилактики учебного утомления в процессе обучения в школе.

Таким образом, на основании анализа полученных результатов исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Установлено, что у мальчиков с плоскостопием чаще отмечались жалобы на слабость и утомляемость после уроков в школе, что свидетельствует о сниженной устойчивости их организма к комплексному воздействию образовательных нагрузок.
2. Показано, что с возрастом от класса к классу устойчивость к учебным нагрузкам организма мальчиков с плоскостопием снижается, на что указывает более высокая частота их жалоб на слабость и утомляемость после уроков.
3. Полученные данные обосновывают необходимость учета состояния свода стопы у мальчиков с плоскостопием в связи с их более сниженной устойчивостью к учебным нагрузкам по сравнению с детьми с нормальными сводами стопы для обоснования дифференцированного подхода к организации образовательной деятельности в школе и гигиенической оптимизации учебных нагрузок, что позволит сохранить работоспособность и здоровье мальчиков, обучающихся с 5-го по 11-й класс.

Литература

1. Медико-профилактические основы безопасности цифровой среды для здоровья детей и подростков : монография / Нац. мед. исслед. центр здоровья детей ; сост. П. И. Храмцов, Е. В. Антонова, Н. О. Березина [и др.] ; под ред. А. П. Фисенко, П. И. Храмцова. – М. : Деловая полиграфия, 2023. – 296 с.
2. Распространенность плоскостопия у обучающихся 5–9-х классов в зависимости от пола, класса обучения и места жительства / П. И. Храмцов, Н. О. Березина, Е. В. Разова [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2025. – Т. 28, № 3. – С. 217–222.
3. Кенис, В. М. Мобильное плоскостопие у детей (обзор литературы) / В. М. Кенис, Ю. А. Лапкин, Р. Х. Хусаинов, А. В. Сапоговский // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 44–54.
4. Маненков, М. П. Участие специалиста по оказанию медицинской помощи несовершеннолетним обучающимся в формировании здоровьесберегающей среды общеобразовательной организации (на примере скрининга и профилактики плоскостопия) / М. П. Маненков, О. Р. Радченко // Пульс. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 25–33.
5. Храмцов, П. И. Состояние стоп у младших школьников в условиях инновационной формы обучения / П. И. Храмцов, А. С. Седова, Н. О. Березина // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 2. – С. 225–230.

Поступила 03.09.2025

СЕМЕЙНЫЙ АУДИТ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА СЕМЬИ

*Храмцов П. И., д. м. н., профессор, pikhramtsov@gmail.com,
Гурьянова М. П., д. п. н., профессор, guryanowamp@yandex.ru,
Курганский А. М., к. м. н., kurgansk@yandex.ru*

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации
г. Москва, Российская Федерация

Согласно выводам многих исследователей, ведущая роль в здоровьесбережении ребенка принадлежит семье [1]. В семье закладывается фундамент его ценностных ориентаций, формируются привычки как положительные для здоровья, так и отрицательные, касающиеся образа жизни, питания, двигательной активности, поведения при использовании цифровых устройств, режима труда и отдыха. От родителей в первую очередь зависит воспитание ответственного отношения ребенка к своему здоровью, здоровьесберегающая направленность семейного воспитания, формирование у ребенка необходимых для жизни знаний, умений и навыков в области сохранения и укрепления своего здоровья.

Ряд государственных документов Российской Федерации нацелен на здоровьесбережение детей, развитие культуры здоровья семьи [2, 3]. План основных мероприятий, проводимых в рамках Десятилетия детства на период до 2027 года, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 января 2011 года № 122-р, содержит 8 разделов. В разделе I предусматривается проведение мероприятий по здоровьесбережению с детства.

Проблема оценки здоровья российских семей осложняется отсутствием апробированных инструментов, что затрудняет сравнительный анализ их здоровьесберегающего потенциала.

Цель исследования – оценка возможностей новой научной разработки тестовой методики «Семейный аудит здоровьесбережения детей» для оперативной оценки здоровьесберегающего потенциала семьи, разработанной в 2024 г. сотрудниками НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, в рамках Плана основных мероприятий проведения в Российской Федерации Года семьи, одобренного Правительством Российской Федерации.

Тестовая методика «Семейный аудит здоровьесбережения детей» является одним из механизмов оценки здоровьесберегающего потенциала семей, современной технологией, адресованной медицинским, социальным и педагогическим работникам и предназначенной для выявления проблемных зон в области здоровьесбережения ребенка в семье, потенциальных рисков психическому, физическому, духовно-нравственному и социальному здоровью ребенка в семье.

Тестовая методика «Семейный аудит здоровьесбережения детей» проводится в режиме профилактической работы специалистов социальной сферы с целью получения объективной оценки здоровьесберегающего поведения членов семьи.

В числе основных направлений здоровьесбережения ребенка в семье в данной тестовой методике рассматриваются: оценка условий и режима жизнедеятельности ребенка в семье; оценка уровня обеспечения родителями безопасного для здоровья детей использования электронных устройств, социальных сетей; оценка организации здорового питания детей в семье; оценка двигательной активности ребенка; оценка психологического климата в семье; оценка поведения членов семьи, рискованного для здоровья его членов; оценка здоровьесберегающих компетенций родителей; оценка медицинской активности семьи.

Эти ключевые компоненты здоровьесбережения детей (ребенка) важно реализовать в семье в первые годы жизни ребенка. Сформированные в раннем детстве у ребенка правильные привычки в области здоровьесбережения могут стать базой для здоровья ребенка на последующие годы.

Каждое направление здоровьесбережения ребенка в семье включает 8 вопросов, оцениваемых от 1 до 3 баллов. Общая интегральная оценка результатов здоровьесберегающего потенциала семьи определяется на основе суммирования баллов, полученных при ответе родителей (лиц, их заменяющих) или одного из них на поставленные вопросы. Полученная сумма баллов позволяет оценить уровень риска (высокий, средний, низкий) и обосновать рекомендации по его минимизации.

Апробация тестовой методики «Семейный аудит здоровьесбережения детей» проведена на базе Государственного бюджетного учреждения Калужской области «Центр социальной помощи семье и детям «Гармония».

Проведенное совместными усилиями НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков и сотрудников центра «Гармония» исследование на основе данной методики позволило провести опрос 847 семей

с детьми, проживающих в Боровском районе Калужской области, и выявить уровень здоровьесбережения детей (ребенка) в семье по каждому из направлений здоровьесбережения, а также в целом по всем направлениям здоровьесбережения ребенка в семье.

В ходе исследования установлено, что для большинства семей (78,0 %) характерен высокий уровень соблюдения режима жизнедеятельности детей (ребенка) в семье, для 21,1 % – средний уровень, для 0,9 % семей – низкий уровень; 63,6 % семей присущ средний уровень обеспечения родителями безопасного для здоровья детей (ребенка) использования электронных устройств, социальных сетей, для трети семей (31,7 %) – высокий уровень, для 4,7 % семей – низкий уровень; для большей части семей (62,5 %) характерен высокий уровень организации здорового питания детей (ребенка), для 31,7 % – средний уровень, для 3,1 % – низкий уровень; 65,2 % семей присущ средний уровень двигательной активности, для 31,7 % – высокий уровень, для 3,1 % – низкий уровень; для большинства семей (92,0 %) характерен высокий уровень благоприятного психологического климата в семье, для 7,5 % – средний уровень, для 0,6 % – низкий уровень; большинству семей (89,2 %) присущ высокий уровень здоровьесберегающего поведения членов семьи, для 10,4 % – средний уровень, для 0,4 % – низкий уровень; для большинства семей (85,9 %) характерен высокий уровень здоровьесберегающих компетенций, для 13,1 % – средний уровень, для 0,9 % – низкий уровень; значительному числу семей (76,6 %) присущ высокий уровень медицинской активности, для трети респондентов (22,8 %) – средний уровень, для 0,6 % семей – низкий уровень.

Таким образом, проблемными направлениями здоровьесбережения ребенка в семье являются обеспечение родителями безопасного для здоровья детей (ребенка) использования электронных устройств, социальных сетей и развитие двигательной активности детей, представляющие взаимосвязанные процессы.

В ходе исследования также установлено, что высокий уровень здоровьесберегающего потенциала семьи, свидетельствующий об оптимальных условиях для сохранения и укрепления здоровья детей (ребенка) в семье, имеют 68,45 % семей; средний уровень здоровьесберегающего потенциала, свидетельствующий о допустимом уровне условий для сохранения и укрепления здоровья воспитывающих ребенка (детей), имеют 29,4 % семей; низкий уровень здоровьесберегающего потенциала, свидетельствующий о недостаточности оптимальных условий для сохранения и укрепления здоровья ребенка (детей) в семье, имеют 1,7 % семей.

Сравнительный анализ данных по каждому направлению дает возможность определить приоритетные факторы риска для здоровья детей (ребенка) в семье, обосновать в дальнейшем необходимые медико-профилактические мероприятия и дать рекомендации по созданию гигиенически оптимальных условий для сохранения и укрепления здоровья детей (ребенка) в семье.

Для устранения рисков здоровьесбережения ребенка в семье необходима командная работа специалистов с родителями, особенно с дисфункциональными. Речь идет о социально-профилактической работе медицинских работников, педагогов-психологов, социальных педагогов, специалистов по работе с семьей, по социальной работе, являющихся штатными сотрудниками социальных служб и/или образовательных организаций. Совместными усилиями эти специалисты призваны осуществлять меры профилактики рисков здоровьесбережения ребенка в семье. В числе реализуемых ими задач: ориентация родителей на активное и грамотное участие в сбережении здоровья ребенка, просвещение родителей в области здоровьесбережения детей и взрослых. Своей постоянной работой с семьями по месту их жительства многие специалисты социальной сферы нацеливают органы местной власти на эффективную работу по управлению развитием государственно-общественной помощи семье в укреплении ее здоровьесберегающего потенциала.

В современных условиях государственным, общественным, частным структурам, заинтересованным в укреплении здоровья семьи, крайне важно реализовать социально-педагогическую парадигму работы с семьей по развитию ее здоровьесберегающего потенциала. Ее суть состоит в оказании комплексной помощи семье в здоровьесбережении детей и взрослых, активизации социально-профилактической работы с семьями в организациях, учреждениях и по месту жительства; использовании оздоровительных ресурсов социально-природной среды региона; инициативной деятельности местных органов власти по поддержке института семьи в укреплении здоровья детей [4].

Сегодня важно уйти от обвинений родителей в недостаточном внимании к реализации функции по поддержанию и охране здоровья ребенка (детей), в слабой осведомленности по вопросам сохранения здоровья детей, в низкой мотивации к ведению здорового образа жизни. Необходим кардинальный переход к действенной поддержке семьи в формировании здоровья ребенка, в просвещении и обучении родителей по различным аспектам здоровьесбережения детей (ребенка).

Тестовая методика «Семейный аудит здоровьесбережения ребенка» позволяет дать оперативную оценку здоровьесберегающего потенциала семьи и определить меры по устранению проблем. Представленная технология проста в использовании, доступна любой семье, дает родителям возможность для самообразования, контроля и анализа состояния здоровьесбережения ребенка в семье.

Литература

1. Медико-профилактические основы формирования здоровья детей в семье : монография / Нац. мед. исслед. центр здоровья детей ; сост. А. П. Фисенко, П. И. Храмцов, М. В. Айзятова [и др.] ; под ред. А. П. Фисенко, П. И. Храмцова. – М. : Нац. мед. исслед. центр здоровья детей, 2025. – 448 с.
2. Концепция государственной семейной политики в Российской Федерации на период до 2025 года : распоряжение Правительства Рос. Федерации от 25 авг. 2014 г. № 1618-р // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 05.09.2025).
3. О Стратегии комплексной безопасности детей в Российской Федерации на период до 2030 года : Указ Президента Рос. Федерации от 17 мая 2023 г. № 358 // Администрация Президента России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/49230> (дата обращения: 05.09.2025).
4. Гурьянова, М. П. Здоровьесберегающий потенциал семьи и стратегии его развития / М. П. Гурьянова, П. И. Храмцов // Актуальные вопросы гигиены и профилактики : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора, Новосибирск, 27–28 февр. 2025 г. : в 2 ч. / Новосиб. науч.-исслед. ин-т гигиены, Управление Фед. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Новосиб. области ; редкол.: А. Ю. Поповой [и др.]. – Омск, 2025. – Ч. 1. – С. 81–88.

Поступила 08.09.2025

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. ТЕЗИСЫ

АНКЕТИРОВАНИЕ РОДИТЕЛЕЙ ШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ФАКТОРОВ РИСКА НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

¹Горелова Ж. Ю., *nczdlep@mail.ru*,

²Шагеева Д. Р., *shagievadilara@yandex.ru*,

³Кнор С. Ю., *su.knor@56legasov.ru*,

⁴Танешкина Н. В., *natasha72.03.24@mail.ru*,

⁵Гуменюк О. И., *olgachap@rambler.ru*

¹Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации г. Москва, Российская Федерация;

²Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Башкортостан «Городская детская клиническая больница № 17 города Уфа», г. Уфа, Российская Федерация;

³Государственное бюджетное образовательное учреждение «Школа № 56 имени академика В. А. Легасова», г. Москва, Российская Федерация;

⁴Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Новокузнецк, Российская Федерация;

⁵Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Саратов, Российская Федерация

Число детей с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья увеличивается в последние десятилетия, в данной связи требуют углубленного изучения их образ жизни, условия их жизнедеятельности, выявление факторов риска, влияющих на здоровье.

Цель исследования – проанкетировать родителей современных младших школьников с ограниченными возможностями здоровья для выявления факторов риска нерационального питания.

Исследование проводилось методом анонимного онлайн-анкетирования родителей детей с ограниченными возможностями здоровья в возрасте 6–9 лет ($n = 470$). Выборка была сформирована в четырех городах Российской Федерации: Москва, Уфа, Новокузнецк и Саратов. Целью анкетирования была комплексная оценка условий жизнедеятельности детей, а также организации их питания в домашних условиях и в коррекционных образовательных организациях. При проведении статистического анализа респонденты были распределены на две группы в зависимости от характера питания: «рациональное/правильное питание» и «нерациональное питание». Критерий отнесения к группам основывался на оценке пищевых навыков и привычек. Для сравнения частот встречаемости признаков между группами использовали критерий χ^2 (хи-квадрат) Пирсона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Для представления результатов расчета долей использовался 95% доверительный интервал (95% ДИ).

Полученные результаты показали статистически значимые различия ($p < 0,05$) по всем ключевым параметрам: дети с неправильным питанием реже едят овощи/фрукты, употребляют сладкое и имеют нерегулярный режим питания, у них ниже физическая активность, нарушен режим сна и отдыха (недостаточная продолжительность сна, что может влиять на обмен веществ и пищевые привычки), присутствуют жалобы на головные боли – 48 % (95% ДИ: 34–62 %), дискомфорт со стороны желудочно-кишечного тракта (чаще в 2–4 раза) – 28 % (95% ДИ: 17–42 %), в сравнении с другой группой – 12 % (95% ДИ: 5–24 %) и 4 % (95% ДИ: 1–14 %). Доверительные интервалы не перекрываются, для критических показателей (например, употребление овощей/фруктов, сладкого), что подтверждает надежность полученных различий. Факторами с самыми значимыми различиями ($p < 0,001$) оказались такие, как режим питания (5 раз в день против < 4), употребление овощей/фруктов и употребление сладкого.

Таким образом, результаты исследования позволяют заключить, что для группы риска, характеризующейся нарушениями пищевого поведения, основным направлением коррекции должно стать увеличение частоты приемов пищи. Для этого рекомендуется дробный принцип питания (5 раз в день: 3 основных приема пищи и 2 перекуса), что позволяет избежать длительных интервалов между приемами пищи и способствует стабилизации метаболизма. Необходимо увеличение доли потребления овощей и фруктов в суточном рационе за счет включения в ежедневный рацион свежих или приготовленных овощей и фруктов, а также использования фруктов в качестве альтернативы сладостям при перекусах. В части рекомендаций остается в приоритете ограничение сладких напитков (разница 72 % против 24 %, $p < 0,001$) и доступа к сладким продуктам как дома, так и в буфетах образовательных, коррекционных организаций (ограничить покупку выпечки, кондитерских изделий, конфет в школьном буфете). Снижение потребления сладкого путем замены сладких напитков на воду, несладкий чай или компоты без сахара. Среди общих профилактических мероприятий эффективными могут быть образовательные программы для родителей и детей о связи питания, физической активности, здоровья. Дополнительно для родителей детей из группы риска могут быть организованы индивидуальные консультации, занятия с диетологом или школьным врачом, далее повторное анкетирование (мониторинг) через 3–6 месяцев для оценки динамики полученных показателей. Данные рекомендации помогут улучшить пищевые привычки детей, снизить риски развития заболеваний, связанных с питанием, и повысить общее качество жизни.

Поступила 09.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ УРОКОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Гузик Е. О., д. м. н., профессор, guzikeo@mail.ru,
Трошкина В. А., vera.tr.by@gmail.com,
Колёда А. Г., к. б. н., доцент, romanuk88@rambler.ru,
Сидукова О. Л., alesia.sidukova@gmail.com*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Необходимым условием сохранения и укрепления здоровья, развития функциональных резервов организма детей и подростков является адекватная возрасту физическая активность. Всемирная организация здравоохранения рекомендует детям и подросткам (от 5 до 17 лет) не менее 60 минут умеренной или интенсивной физической активности в день, при этом чем больше активности, тем лучше. Двигательная активность обучающихся должна быть организована в соответствии с основными принципами: систематичность (ежедневные занятия без длительных перерывов), постепенность (начинать с малых нагрузок и постепенно их увеличивать), последовательность (выполнение упражнений в определенном порядке, от простого к сложному) и индивидуальный подход (учет состояния здоровья, возраста, пола и физической подготовленности).

В режиме дня современных детей и подростков преобладают виды деятельности с низким уровнем двигательной активности. Существенную часть общей школьной нагрузки учащихся составляет статическое напряжение, которое возникает в результате вынужденного положения тела на протяжении большей части общеобразовательного урока. Длительное статическое напряжение является одним из факторов, способствующих более быстрому развитию выраженного утомления. Для поддержания умственной работоспособности учащихся на высоком уровне в течение учебного дня и учебной недели важным является рациональное чередование учебных предметов с динамическим и статическим компонентом, а соответственно соблюдение санитарно-гигиенических требований при включении уроков физической культуры в расписание учебных занятий.

Цель исследования – оценить организацию занятий по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» в учреждениях общего среднего образования.

Исследование проведено на базе 58 учреждений общего среднего образования Республики Беларусь: 29 школ и 29 гимназий из 45 населенных пунктов. Для гигиенической оценки образовательного процесса проанализировано 364 расписания учебных занятий. Общее количество дней наблюдения – 1820 (930 – гимназии, 890 – школы). При наличии значимых различий в организации образовательного процесса расписание учащихся 11-х классов с разными профилями анализировалось отдельно по каждому профилю.

Гигиеническая оценка проводилась с использованием карты экспресс-оценки образовательного процесса, согласно инструкции по применению «Метод гигиенической оценки организации образовательного процесса в учреждениях общего среднего образования» (регистрационный № 016-1121, утверждена 28.01.2022). Анализ и интерпретация полученных данных выполнены в соответствии со Специфическими санитарно-эпидемиологическими требованиями к содержанию и эксплуатации учреждений образования, утвержденными постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 августа 2019 г. № 525. Для изучения отношения учащихся к урокам физической культуры по специально разработанной анкете было анонимно проанкетировано 2359 человек (1305 девочек и 1054 мальчика). Все родители учащихся предоставили информированное согласие. На основании полученных результатов сформирована база данных. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета статистических прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, США). В качестве критерия статистической надежности выбран не менее чем 95 % доверительный интервал ($p < 0,05$).

Важнейшим фактором профилактики утомления является достаточный уровень двигательной активности обучающихся. Организованные формы занятий, такие как урок физкультуры, спортивные секции оказывают благотворное влияние на состояние здоровья и двигательный потенциал детей школьного возраста. Специальными исследованиями доказано, что оптимальная продолжительность урока физкультуры – 40–45 минут. Сдвоенные уроки неэффективны, так как ведут к резкому снижению моторной плотности занятия. В нашем исследовании сдвоенные уроки физкультуры в исследуемых образовательных организациях не встречаются.

При чередовании уроков физкультуры с трудными учебными предметами они снимают утомление, возникающее на предшествующих уроках, поэтому в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями не допускается проведение учебных занятий по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» в течение двух дней подряд в одном классе. Результаты гигиенической оценки организации образовательного процесса свидетельствуют, что в 69,5 % расписаний занятия по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» проводились в одном классе в течение двух дней подряд (в 65,6 % случаев такие нарушения выявлены в гимназиях и в 73,6 % – в школах). Вышеуказанные нарушения выявлены во все годы обучения, при этом максимальная их распространенность имеет место в 6, 7 и 8-х классах (17,4, 15,0 и 15,8 % соответственно). При анализе расписаний за первое полугодие было обнаружено, что в условиях нарушения санитарно-гигиенических требований по этому критерию соответственно находились 71,9 % учащихся, примерно в одинаковом соотношении как гимназистов (50,6 %), так и школьников (49,4 %). В 24,2 % расписаний занятия по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» проводились первыми или последними уроками более одного раза в неделю. Чаще всего такие особенности в составлении расписания наблюдались в 7-х классах (22,7 %), а также в 8, 10 и 5-х (17,0, 17,0 и 15,9 % соответственно).

Согласно результатам анкетирования 67,8 % обследованных занятий по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» в целом нравятся. Если среди учащихся 5-х классов уроки физического воспитания нравятся только 61,9 % обследованных, то в 11-м классе таких учащихся 74,7 % ($\chi^2 = 17,0155$, $p = 0,009227$). Среди девочек уроки физкультуры нравятся 64,8 % обследованных, среди мальчиков – 71,4 % ($\chi^2 = 11,9460$, $p = 0,000548$). Среди учащихся, которым не нравятся занятия по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» 47,6 % обследованных ответили, что им не интересно заниматься по разным причинам. Например, не нравится наполнение урока, «половину урока ничего не делаем» или проводится долго разминка, «не разрешают играть», «лень», учитель заставляет много бегать, на остальных уроках потом жарко и другое. Среди других причин, по которым учащимся не нравится урок физкультуры, следующие: слишком большая нагрузка (24,9 %), не нравится учитель физического воспитания (23,2 %). Лишь 4,3 % обследованных отметили, что им не нравятся условия проведения занятий. Статистически значимых различий в причинах, почему не нравятся уроки физического воспитания между мальчиками и девочками, между школьниками и гимназистами, а также в зависимости от года обучения, не выявлено ($p > 0,05$).

Проведенный анализ расписания учебных занятий с точки зрения рационального распределения статического и динамического компонентов как в течение дня, так и недели выявил, что оздоровительный потенциал уроков физкультуры используется не в полной мере. Нерациональное размещение уроков физической культуры в течение недели – самое распространенное нарушение, выявленное в процессе исследования (71,9 % учащихся находятся в условиях не в полной мере соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям). Каждому третьему учащемуся занятия по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» в целом не нравятся, что связано с отсутствием интереса к таким занятиям, недовольство учителем или нагрузками на уроках, которые превышают функциональные возможности. Целесообразным является изучить влияние выявленных нарушений на развитие выраженного утомления учащихся, а также исследовать двигательную активность учащихся во внешкольное время и оценить общее время двигательной активности в период получения образования.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТРЕВОЖНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРОФИЛАКТИКЕ НАРУШЕНИЙ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

*Зубцовская Н. А., zubtsovskaya_na@niig.su,
Айзман Р. И., aizman.roman@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Российская Федерация

Профилактика психоэмоционального неблагополучия детей и подростков является важной задачей для школьных психологов, педагогов и родителей. Выявление основных признаков этого состояния с помощью своевременной и качественной диагностики и применение адекватных коррекционных мер могут снизить риск развития психических нарушений и негативных тенденций в развитии личности. Психическое неблагополучие проявляется многими признаками на поведенческом, эмоциональном, физическом, вербальном уровнях. Одним из выраженных проявлений эмоциональных нарушений является повышенная тревожность.

Для проведения скрининговой оценки уровня тревожности у обучающихся разработаны методические подходы, включающие алгоритм тестирования школьников, их учителей и родителей с применением как авторских опросников, так и общепризнанного теста, алгоритм анализа результатов, формулировки заключений и рекомендаций. Для выявления детей с повышенной тревожностью рекомендуется проводить опрос классных руководителей (о ребенке) и самого обучающегося (опросник № 1), в ходе которого уточняются признаки проявления повышенной тревожности. Психологически тревожность проявляется беспокойством и нервозностью в решении обычных школьных задач и выполнении поручений, при необходимости адаптации к новым условиям, невозможностью сосредоточиться, отсутствием желания общаться, плаксивостью (особенно младших школьников), выполнением бессмысленных навязчивых движений. К физиологическим проявлениям повышенной тревожности относятся: учащенное дыхание и сердцебиение, повышенная потливость, дрожь в руках, общая напряженность и скованность в теле, покраснение отдельных участков кожных покровов и другие. Данные реакции могут возникать беспричинно (без дополнительного раздражающего воздействия), а также при расспросе ребенка об успехах и (или) неудачах в школе, уточнении иных школьных и внешкольных вопросов, при общении со сверстниками, учителями, при получении поручений, в том числе по домашнему хозяйству. Вероятные причины повышенной тревожности выясняются на основе опроса ребенка (опросник № 2). К причинам повышенной тревожности могут относиться: завышенные требования педагогов и (или) родителей, не адекватные возможностям ребенка; авторитарность в общении со стороны педагогов и (или) родителей; противоречивость предъявляемых к детям требований; конфликты со сверстниками; повышенная учебная нагрузка и другие. В ходе опроса детей, родителей и педагогов уточняется факт проведения профилактических мероприятий, направленных на снижение проявлений повышенной тревожности (опросники № 3, № 4). Для выявления индивидуальной предрасположенности ребенка к проявлению повышенной тревожности рекомендуется параллельно с анкетированием, для родителей проводить тест на высокочувствительность ребенка (автор Эйлин Эрон).

Варианты ответов в авторских опросниках представлены либо в виде дихотомической шкалы, либо допускается вариант «затрудняюсь ответить», всем ответам присваиваются баллы от 0 до 1, затем итоговые баллы по каждому опроснику формируются простым суммированием. При проведении теста на высокочувствительность ребенка учитывается количество положительных ответов: если 13 и более, ребенок признается высокочувствительным, менее 13 – нет. Для интегральной оценки тревожности высокочувствительным детям к сумме баллов за пройденные тесты добавляется 10 баллов.

Интегральная оценка риска повышенной тревожности представляет собой сумму баллов, набранную по всем опросникам и результату теста на высокочувствительность ребенка. Шкала интегральной оценки рисков повышенной тревожности сформирована с применением статистического метода шкалы станайнов и представляет собой 4 уровня полученных суммарно баллов: «низкий риск» – 0–14, «средний риск» – 15–28, «повышенный риск» – 29–40, «высокий риск» – 41 и более баллов. По опросникам о мерах профилактики, реализуемых в отношении ребенка со стороны родителей и педагогов, выдаются отдельные заключения о достаточности мер профилактики. Для коллективной скрининговой оценки тревожности в исследуемой когорте детей (класс, группа классов, учебное заведение) рекомендуется по интегральной оценке рассчитать удельный вес детей с высоким, повышенным, средним и низким риском тревожности

среди обучающихся, прошедших опрос и тестирование, оценивая данный показатель в статике и динамике, в том числе с учетом реализуемых в общеобразовательной организации профилактических мероприятий, включая работу с родителями.

С результатами опроса рекомендуется ознакомить родителей и классного руководителя, особо обратив внимание на различия в оценках с детьми причин тревожности и реализуемых мер профилактики, что поможет разработать наиболее эффективную индивидуальную программу профилактики. При выявлении в коллективе ребенка с повышенным и высоким риском тревожности рекомендуется уточнить причину тревожности и максимально уменьшить степень ее возможного воздействия на ребенка, а также проводить работу с ребенком, а при необходимости и с родителями (законными представителями) в трех направлениях: повышение самооценки ребенка; обучение ребенка навыкам управления собой в наиболее волнующих ситуациях; обучение навыкам снятия мышечного напряжения. При выявлении в коллективе более 60 % детей с повышенным и высоким риском тревожности следует обратить внимание на степень достаточности мер профилактики, проводимой учителями, и скорректировать ее, применяя рекомендации. Например, педагогам можно порекомендовать: создать обстановку поддержки и безопасности, избегать резкой критики; обращаться к детям по имени, демонстрировать им образцы уверенного поведения; объяснять новый материал на понятных примерах, выстраивать урок таким образом, чтобы мотивацией деятельности ученика был не страх наказания, а интерес и увлечение процессом освоения знаний, овладения новыми навыками и умениями с использованием элементов игры, викторины, компьютерных технологий; обговаривать заранее с детьми, как будет проходить контрольная работа, экзамен; повышать самооценку ребенка, не забывая хвалить за большие и малые успехи; тревожных детей не спрашивать на уроках первыми и не предлагать публичных выступлений в присутствии посторонних. Для родителей рекомендации выглядят следующим образом: необходимо создать ребенку спокойную и стабильную домашнюю атмосферу безопасности и доверия, которая придаст ребенку уверенность; использовать тактильный контакт, например, поглаживать ребенка, обнимать, чтобы снять мышечное напряжение; демонстрировать внутреннее спокойствие, основанность и уверенность в принимаемых и обсуждаемых вопросах; контролировать свои эмоции и оценки; заранее предупреждать ребенка о каких-либо изменениях в планах, избегая неожиданных сюрпризов; давать ребенку достаточное количество времени, чтобы адаптироваться к изменениям и подготовиться к предстоящему мероприятию. Если ребенок испытывает повышенную тревожность, рекомендуется проводить упражнения по снятию (снижению) тревожности. В случае если тревожность у ребенка носит неуправляемый характер, рекомендуется направить ребенка вместе с родителями для консультации к психологу (психотерапевту).

Таким образом, совокупность диагностических и рекомендательных процедур позволяет выявить риски развития тревожности у обучающихся и провести профилактические и коррекционные мероприятия по устранению причин и улучшению психоэмоционального состояния детей и подростков.

Поступила 20.08.2025

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ-ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ

Иванова Е. Ю., elizavanova.avv@gmail.com,

Семикина Е. В., semikinaev@kursksmu.net

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курск, Российская Федерация

Санитарные правила и нормы (далее – СанПиН) устанавливают обязательные требования к содержанию спортивных учреждений, тем самым поддерживая оптимальные условия для занятий спортом, в том числе тяжелой атлетикой, снижая к минимуму риски для здоровья и предотвращая травматизм. Особую категорию населения, занимающуюся спортом, представляют собой школьники, которые посещают тренировки, требующие больших затрат физических ресурсов растущего организма. Обучающиеся сталкиваются не только с физическими нагрузками, но и с факторами внешней среды (В. А. Бурзяев, 2024; Е. А. Торяникова, 2020).

Целью работы являлась гигиеническая оценка факторов, сопровождающих тренировочный процесс детей школьного возраста, занимающихся тяжелой атлетикой.

Выполнен анализ экспертных заключений Центра гигиены и эпидемиологии в Курской области, отчета управления по делам образования и здравоохранения Администрации Курского района Курской области о качестве условий осуществления образовательной деятельности организациями дополнительного образования. Проведено анкетирование с привлечением 85 обучающихся МБУ ДО «Спортивная школа «Атлет».

Согласно пункту 4 Приказа Министерства спорта Российской Федерации от 3 августа 2022 г. № 634 «Об особенностях организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам спортивной подготовки» при комплектовании учебных-тренировочных групп организация спортивной специализации формирует группы, основываясь на виде спорта (спортивной специализации) с учетом этапа физической подготовки. В МБУ ДО «Спортивная школа «Атлет» обучение по программе «Тяжелая атлетика» проходят 85 спортсменов. В соответствии с планом комплектования в одной спортивно-оздоровительной группе (далее – СОГ) в независимости от года обучения могут тренироваться максимум 15 человек. В школе сформированы по направлению 5 групп СОГ, в двух из которых, число обучающихся превышает норму: 1 группа – 20 человек.

Основываясь на Постановлении Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», при анализе действующего расписания было установлено, что по направлению «Тяжелая атлетика» выявлены несоответствия в СОГ-1. По нормам нагрузка составляет 8 часов в неделю и 368 часов в год соответственно. В настоящем расписании количество часов в неделю у обучающихся – 12 (тренировки 4 раза в неделю продолжительностью 3 часа), а в году 552 часа, что значительно превышает допустимое количество часов для обучающихся данного уровня подготовки.

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» регламентируют ряд критериев, предъявляемых к санитарно-гигиеническим показателям образовательных учреждений. Анализу подверглись значения общего микробного числа, закрепленные в экспертном заключении и отчете за 2023 год. При оценке первых проб было зафиксировано значение $(85,4 \pm 12,1)$ КОЕ/м³ – безопасный уровень микробной обсемененности воздуха. Освещение естественное боковое и искусственное верхнее, уровень искусственной освещенности в тренировочных помещениях не менее 235 лк, температура и относительная влажность воздуха в пределах нормы.

Анкетирование с участием 85 человек на предмет режима и качественного состава питания обучающихся МБУ ДО «Спортивная школа «Атлет». Выявлено, что в рационе спортсменов лидирующие позиции занимают мучные и кондитерские изделия, отмечено чрезмерное употребление сахаров, установлена малая доля фруктов и овощей (менее 400 г/день). Количество приемов пищи существенной доли респондентов не соответствует установленным нормам и не способствует восполнению энергии, затрачиваемой в ходе интенсивных тренировок. Сытость не наступает через 20–25 минут и сопровождается в некоторых случаях диспептическими расстройствами: тошнота, боли в эпигастрии, горькая и кислая отрыжка и др.

Можно сделать вывод о том, что факторы, сопровождающие тренировочный процесс школьников-тяжелотлетов МБУ ДО «Спортивная школа «Атлет» оказывают отрицательное влияние на тренировочный процесс и ожидаемый от него результат. Режим питания спортсменов, нагрузка в виде чрезмерного количества тренировочных часов и нерационального распределения тренировок в расписании в значимой степени отклоняются от СанПиН и других нормативно-правовых документов, регулирующих деятельность детей определенной возрастной категории в условиях повышенной нагрузки.

Поступила 15.09.2025

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ 4–4,5 ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Ильясова А. Ж., aygul.jusipbaevna@mail.ru

Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний
Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Физическое развитие является одним из основных показателей состояния здоровья детей. Организм ребенка отличается высокой чувствительностью к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды, что отражается на динамике роста и массы тела. Для формирования здорового поколения необходимо

обеспечение правильного режима дня, рационального питания и условий для гармоничного развития в дошкольных образовательных организациях (далее – ДОО).

Современные исследования указывают на высокую распространенность избыточной массы тела и ожирения у детей, что связывается с низкой физической активностью, нерациональным питанием и влиянием цифровых устройств. У многих родителей, вследствие плотного рабочего графика, отсутствует возможность выстраивать оптимальный режим дня, что также негативно сказывается на физическом развитии ребенка. Эти факторы определяют актуальность изучения вопросов физического воспитания и оценки состояния здоровья детей дошкольного возраста.

Результаты исследований в данной области позволяют не только выявить отклонения в физическом развитии, но и определить влияние условий, создаваемых различными дошкольными образовательными организациями, на рост и развитие ребенка.

Целью исследования являлся сравнительный анализ физического развития (массы и длины тела) детей 4 и 4,5 года, воспитывающихся в государственных ДОО, построенных из различных строительных материалов.

Материалом для исследования послужили данные измерений антропометрических параметров 217 детей в возрасте 4–4,5 года, из которых 106 мальчиков (48,8 %) и 111 девочек (51,2 %). Дети посещали ДОО, возведенные как из легких металлоконструкций, так и из традиционных строительных материалов.

Исследование проводилось на базе 8 ДОО, которые были классифицированы на три группы по типу основных строительных материалов: 3 ДОО в зданиях из легких металлоконструкций (модульные блоки), 3 ДОО в кирпичных зданиях и 2 ДОО в зданиях из железобетона.

В зависимости от типа посещаемых ДОО все дети были распределены на три группы:

1-я группа (основная) – дети, посещающие ДОО, построенные из модульных блоков (52 ребенка);

2-я и 3-я группы (контрольные) – дети из ДОО, построенных из кирпича (73 ребенка) и железобетона (92 ребенка).

Антропометрическое обследование включало:

измерение массы тела с использованием электронных напольных медицинских весов XY150E (предел взвешивания 160 кг, точность 10 г);

измерение длины тела (роста) стоя с помощью стандартного ростомера.

Измерения проводились по унифицированной методике Р. Т. Камиловой («Унифицированная методика исследования и оценки физического развития детей и подростков», 1996). При измерении роста ребенок устанавливался спиной к вертикальной стойке ростомера, касаясь ее пятками, ягодицами и межлопаточной областью, после чего подвижная планка опускалась до соприкосновения с головой.

Оценка физического развития дошкольников осуществлялась в соответствии с методическими рекомендациями «Оценка физического развития и пищевого статуса детей Узбекистана» (Р. Т. Камилова, 2018).

Установлено, что дефицит массы тела чаще регистрировался у девочек 4-летнего возраста, при этом наиболее высокий показатель был зафиксирован во 2-й группе (8,7 %), тогда как в 1-й группе он составил 8,3 %, а в 3-й – 2,5 %. Среди девочек 4,5 года дефицит массы тела был зарегистрирован исключительно в 3-й группе (7,7 %). У мальчиков данный показатель выявлен только в 1-й группе 4-летних (5 %), тогда как в 4,5 года случаев дефицита массы тела у мальчиков не отмечено.

При анализе полученных данных по сниженной массе тела установлены различия в зависимости от пола и возраста. Среди 4-летних девочек наибольшая частота встречаемости отмечена в 3-й (17,5 %) и 2-й (17,4 %) группах, тогда как в 1-й группе показатель составил всего 8,3 %. У мальчиков того же возраста сниженная масса тела фиксировалась только в 3-й группе (6,9 %). В возрасте 4,5 года у девочек наблюдалась особенно высокая распространенность снижения массы тела во 2-й (41,7 %) и 3-й (38,5 %) группах, в 1-й группе показатель был несколько ниже – 27,3 %. У мальчиков данного возраста значения были значительно ниже: 10 % в 3-й группе и 5,9 % во 2-й группе, при этом случаи снижения массы тела в 1-й группе не выявлены.

Частота встречаемости ожирения среди 4-летних девочек была относительно равномерна: 8,7 % во 2-й группе, 8,3 % – в 1-й и 5 % – в 3-й группе. В возрасте 4,5 года ожирение у девочек регистрировалось исключительно в 3-й группе (7,7 %). У мальчиков 4-летнего возраста ожирение отмечалось во всех группах, при этом наибольшая частота регистрировалась в 3-й (10,3 %) и 2-й (9,5 %) группах, тогда как в 1-й группе показатель был ниже – 5,3 %. У мальчиков 4,5 года показатели ожирения были значительно выше: 20 % в 1-й группе, 17,6 % во 2-й и 10 % в 3-й группе.

При анализе длины тела установлено, что низкорослость не встречалась среди мальчиков 4 лет и среди детей обоего пола в возрасте 4,5 года. Среди 4-летних девочек различия по группам были следующими: наибольшая частота низкорослости зафиксирована в 3-й группе (12,5 %), во 2-й и 1-й группах показатели были ниже – 8,7 % и 8,3 % соответственно.

Анализ частоты встречаемости высокорослости показал половые, возрастные и групповые различия. У девочек 4 лет высокорослость отмечалась в 1-й (16,7 %) и 3-й (7,5 %) группах, при этом во 2-й группе она не выявлялась; в 4,5 года – во 2-й (8,3 %) и 3-й (7,7 %) группах. У мальчиков 4 лет показатели высокорослости составили 17,2 % в 3-й, 4,8 % во 2-й, при отсутствии в 1-й группе; в 4,5 года наибольшая частота наблюдалась во 2-й группе (23,5 %), в 1-й группе – 20 %, в 3-й группе – 10 %.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что:

дефицит массы тела и низкорослость в большей степени характерны для девочек 4-летнего возраста; сниженная масса тела в 4,5 года чаще регистрируется у девочек, особенно во 2-й и 3-й группах;

ожирение и высокорослость наиболее выражены среди мальчиков, особенно в возрасте 4,5 года, что может указывать на гендерные различия в темпах физического развития.

Полученные результаты подтверждают необходимость комплексного подхода к оценке физического развития детей с учетом половых и возрастных различий. Данные могут быть использованы для разработки профилактических программ, направленных на оптимизацию роста и гармонизацию физического развития дошкольников.

Поступила 15.09.2025

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ПОДКЛЮЧЕННОСТИ

Полянская Ю. Н., deti@rspch.by,

Грекова Н. А., deti@rspch.by,

Карнович Н. В., deti@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в мире наблюдается ряд тенденций в области цифровой трансформации процессов в системе образования: использование дополненной, виртуальной и смешанной реальностей; применение цифровых пользовательских устройств на уроках; создание трансформируемого рабочего пространства; использование искусственного интеллекта; персонализация учебного процесса и его геймификация. Использование электронных устройств в образовательном процессе создает определенные риски здоровью: прежде всего при увеличении зрительной нагрузки возрастает вероятность развития функциональных и хронических нарушений со стороны органа зрения. Возрастание зрительной нагрузки происходит не только в условиях образовательных учреждений, все чаще свой досуг дети и подростки проводят за компьютерными играми, просмотром видео и общением со сверстниками в сети Интернет. Так, согласно исследованиям учащиеся проводят более 3 часов в день своего свободного времени в «цифровой среде». В связи с этим в режиме дня современных детей и подростков сокращается время пребывания на свежем воздухе, сокращается длительность сна, уменьшается физическая активность, растет адинамия, меняется пищевое поведение, в котором преобладают нездоровые привычки.

Согласно Государственному докладу Министерства здравоохранения «О санитарно-эпидемической обстановке в Республике Беларусь в 2024 году» уровень первичной заболеваемости детей в возрасте 0–17 лет остается стабильным: в 2024 г. он составил – 176 560,0 на 100 тыс. детей (2023 г. – 176 348,0; 2022 г. – 179 544,7; 2021 г. – 178 079,9). Однако отмечается динамический рост показателей нарушения остроты зрения среди детей в возрасте от 0 до 17 лет. За последние 10 лет данный показатель вырос с 96,4 случая на 1 000 обследованных в 2014 г. до 125,9 случая на 1 000 обследованных в 2024 г. Причем у детей подросткового возраста эти нарушения встречаются чаще: распространенность нарушений остроты зрения среди детей 15–17 лет на 1 000 обследованных в 2024 г. составила 189,9; в 2011 году этот показатель составлял 160,5.

В настоящее время важны актуальные исследования, способствующие разработке новых технологий профилактики, программ и мероприятий, направленных на предупреждение нарушений здоровья подростков, погруженных в цифровую среду. Учитывая факторы риска от использования электронных устройств, нами разработана анкета по вопросам соблюдения режима дня, пищевого поведения, суточной двигательной активности подростков. Анкета содержит вопросы, которые позволят подробно узнать о режиме дня детей: о времени отхода ко сну, длительности ночного сна и наличии сна днем, использовании смартфона перед сном; о занятиях после школы, а также о домашних обязанностях и помощи по дому; о времени, которое подросток тратит на выполнение домашнего задания, о занятиях с репетитором; вопросы о режиме использования электронных устройств и экранном времени; о физической активности подростка

и ее недельной длительности, о занятиях в спортивных и танцевальных секциях и клубах и вопросы, уточняющие кратность приемов пищи в течение дня как в будние, так и в выходные дни, а также частоту употребления отдельных категорий продуктов.

Изучение особенностей образа жизни современных подростков позволит выявить основные факторы риска и определить приоритетные направления профилактической работы.

Поступила 11.09.2025

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

^{1,2,3}Танешкина Н. В., д. м. н., доцент, natasha72.03.24@mail.ru,

^{2,3}Бачина А. В., к. м. н., kem@42cgie.ru,

³Попкова Л. В., к. м. н., liliya-popkova@yandex.ru,

³Почуева Л. П., к. м. н., p-lp67@mail.ru,

³Власова О. П., к. м. н., rynzaox@mail.ru,

³Сапаев Н. С., sapaev_00@mail.ru,

³Захаренкова К. А., zaharenkova.ka@kemsma.ru

¹Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Новокузнецк, Российская Федерация;

²Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области», г. Кемерово, Российская Федерация;

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Кемерово, Российская Федерация

Организация правильного питания с раннего детского возраста способствует формированию здоровых вкусовых предпочтений и привычек в питании. У ребенка переход от домашнего питания к «организованному» или «общественному» в детских образовательных организациях не всегда проходит благополучно. Исследования показывают, что максимально физиологически, по сравнению с домашним питанием, организовано питание ребенка в детском учреждении. Для обеспечения организма необходимыми микроэлементами суточный рацион питания ребенка от 1 года до 3 лет должен включать все основные группы пищевых продуктов: молоко и кисломолочные продукты, мясо и мясопродукты, рыбу и рыбопродукты, яйца, пищевые жиры, овощи, фрукты, бобовые, крупы и макаронные изделия, а также сахар и кондитерские изделия. Профилактика нарушений, связанных с питанием, представляет собой не только медико-биологическую, но и социально-гигиеническую проблему и должна быть направлена прежде всего на устранение причин, приводящих к этим нарушениям. Российская Федерация – страна с достаточно большой протяженностью, с разными климатогеографическими особенностями регионов, в которых множество детских дошкольных учреждений, и в каждом из них должны соблюдаться нормы и правила по организации питания детского населения. Охрана материнства и младенчества, обеспечение необходимым продовольствием и предметами широкого потребления всех лечебных и детских учреждений, школ всегда стояли на первом месте у нашего государства.

При изучении проблемы организации питания у детей младшего дошкольного возраста можно выделить три составляющие: это организация родителями дошкольников адаптационного периода в домашних условиях, перед тем как ребенок будет посещать детский сад; домашнее питание и питание в дошкольной организации. Наиболее значимым в развитии ребенка родители считают первый год жизни, в последующем многие родители уже меняют организацию питания ребенка на общий семейный стол, где взрослые и дети едят по единому «домашнему» меню. Родители зачастую не придают должного значения физиологическим особенностям развития ребенка в возрасте от 1 до 3 лет. Проводимые исследования в разных регионах нашей страны показывают типичные нарушения в организации питания детей раннего дошкольного возраста как по количественным, так и по качественным показателям рационов. Многие регионы являются эндемичными с недостаточным содержанием йода в окружающей среде, в том числе и Тюменской области. Было установлено, что при 5-разовом питании у детей дошкольного возраста потребление йода с рационом,

предлагаемым в детском саду, было выше, чем при 4-разовом питании. Данное исследование, проводимое расчетным методом, еще раз подтвердило, что оптимальное потребление йода детьми в организованном питании можно достичь при ежедневном использовании йодированной соли при приготовлении блюд. Большая работа по изучению питания дошкольников проведена в Пермском крае. Исследования показали, что у дошкольников в домашних условиях не соблюдался режим питания, что приводило к большим интервалам между приемами пищи и сокращению кратности питания в течение дня. Дети получали с рационами недостаточно основных пищевых продуктов, являющихся источниками незаменимых аминокислот, их питание было разбалансировано по содержанию макронутриентов. При организации питания дошкольников г. Перми было отмечено, что для объективной оценки и изучения фактического питания в организованных коллективах целесообразно выборочно применять весовой метод, дающий фактическое представление о поступлении микронутриентов с рационами питания. Такой подход к изучению питания детей дает возможность провести анализ индивидуальных профилей риска для здоровья детей. В исследованиях дошкольников г. Перми установили, что поступление витаминов в организм ребенка снижается на 20–30 % из-за потери питательных веществ и это связано с неполноценным потреблением детьми блюд, предлагаемыми в детских садах меню, при использовании весового метода изучения питания.

В Оренбургской области в исследовании по изучению питания детей раннего и дошкольного возраста пришли к выводу, что ребенок должен дозированно получать как информацию о новом для него пищевом продукте, так и пробовать этот продукт самостоятельно. Кроме того, для формирования у ребенка широкого диапазона вкусовых восприятий, сочетающихся с их полезностью, предлагается родителям использовать различные комбинации продуктов в составлении меню: фруктов, овощей, молочных, мясных и рыбных продуктов при приготовлении блюд.

При изучении фактического питания в Кемеровской области было установлено, что питание у детей ясельного и младшего дошкольного возраста нерационально и несбалансированно как в домашних условиях, так и в образовательной среде. Продуктовый набор у младших дошкольников был дефицитен по потреблению овощей, мяса, рыбы, молока и кисломолочных продуктов, также не соблюдается режим питания у дошкольников. Применение весового метода позволило выявить несоответствия качественных и количественных показателей рационов питания в детских учреждениях, расчетные данные по меню раскладкам были в среднем на 20,1–30,2 % выше фактического потребления.

Проведенный анализ фактического питания в Иркутской области у детей этнической группы бурятской национальности, посещающих детские учреждения, выявил разбалансированность рационов питания по содержанию основных пищевых нутриентов. Рацион детей характеризовался липидной направленностью, снижением витаминного и минерального статусов. Оценка питания дошкольников выявила, что тувинцы чаще употребляют мясные и молочные блюда, что возможно связано с национальными особенностями кухни, а вот морепродукты, овощи и фрукты больше употребляют дети, проживающие в г. Красноярске. Однако независимо от национальности у дошкольников в домашнем питании было недостаточно биологически полноценных пищевых продуктов. Гигиенические исследования фактического питания в частных дошкольных образовательных организациях г. Владивостока при помощи метода 24-часового (суточного) воспроизведения показало, что рационы детей были дефицитны по продуктовому набору таких продуктов, как молока и кисломолочных продуктов, хлеба ржано-пшеничного, избыток колбасных и макаронных изделий; несбалансированны по химическому составу – избыток белков и жиров, недостаточное количество витамина B₁, Ca, P, Mg.

Как показывают исследования, нарушения в организации питания детей продолжают выявляться на протяжении длительного периода, изучение фактического питания детей дошкольного возраста не теряет своей гигиенической, медико-социальной актуальности и требует проведения ежегодного мониторинга на региональных уровнях. Характер питания и пищевое поведение ребенка необходимо формировать заблаговременно, еще до посещения детьми детских образовательных учреждений и продолжать работу по формированию пищевого поведения в дальнейшем.

Поступила 15.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СРЕДНЕСУТОЧНОГО СОСТАВА РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ

^{1,2,3}Танешкина Н. В., д. м. н., доцент, natasha72.03.24@mail.ru,

^{2,3}Бачина А. В., к. м. н., kem@42cgie.ru,

³Попкова Л. В., к. м. н., liliya-popkova@yandex.ru,

³Почуева Л. П., к. м. н., p-lp67@mail.ru,

³Власова О. П., к. м. н., rynzaoh@mail.ru,

³Санаев Н. С., sanaev_00@mail.ru,

³Захаренкова К. А., zaharenkova.ka@kemsma.ru

¹Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Новокузнецк, Российская Федерация;

²Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области», г. Кемерово, Российская Федерация;

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Кемерово, Российская Федерация

Негативная динамика состояния здоровья подрастающего поколения требует как от специалистов профилактической медицины, так и общества в целом поиска и внедрения научно обоснованных стратегий профилактики и оздоровления. Среди комплекса профилактических мероприятий особое место занимает рациональное питание. Результаты исследования изучения питания у дошкольников, проживающих в Кемеровской области, показали, что фактическое среднесуточное потребление пищевых веществ и энергии у них не соответствовало нормам физиологических потребностей. Среднесуточное потребление основных пищевых нутриентов в рационе детей превышало рекомендуемые нормы физиологической потребности (далее – НФП), за исключением жиров растительного происхождения.

Энергетическая ценность в среднем составляла $(2164,9 \pm 164,4)$ ккал ($(120,2 \pm 9,1)$ % от НФП), потребление общих белков – $(70,0 \pm 4,8)$ г ($129,6 \pm 8,9$ % от НФП), белков животного происхождения – $(40,2 \pm 20,6)$ г ($(114,4 \pm 58,9)$ % от НФП), общих жиров – $(80,1 \pm 8,1)$ г ($(133,5 \pm 13,5)$ % от НФП), общих углеводов – $(291,0 \pm 40,9)$ г ($(111,4 \pm 15,7)$ % от НФП). Питание дошкольников характеризовалось избыточным потреблением жиров, богатых насыщенными жирными кислотами (далее – НЖК), и полинасыщенных жирных кислот (далее – ПНЖК) (выше нормы физиологической потребности на 70 % и 20 % соответственно), адекватным поступлением растительных жиров (101 % от НФП).

При анализе структуры отдельных групп нутриентов был выявлен дисбаланс по углеводной составляющей: установлен дефицит крахмальных полисахаридов (на 16,59 %) и избыток моно- и дисахаридов (в 2,2 раза), в том числе добавленного сахара на 4,9 %, вследствие недостаточного потребления хлебобулочных изделий и избытка в рационе продуктов, содержащих добавленный сахар. Кроме того, в рационах питания выявлен недостаток содержания пищевых волокон (ниже на 25 % от НФП). Анализ соотношений белков, жиров и углеводов показал несбалансированность пищевых рационов по макронутриентам при рекомендуемой норме соотношения – 1 : 1,1 : 4,8 составил 1 : 1,14 : 4,15. Доля вклада белка в энергетическую ценность рациона составила 12,9 %, жиров – 33,4 %, углеводов – 53,7 %. Фактическое питание компенсировало физиологические потребности в энергетической ценности в среднем у 86,1 % дошкольников, из них у 88,0 % мальчиков и 83,0 % девочек ($p = 0,01$). Рекомендуемая доля общих белков в суточном рационе была у 89,2 % детей, животного белка у 67,3 % детей. Рационы в 100 % случаев были избыточны по содержанию общих жиров, НЖК и недостаточны по ПНЖК. Адекватный уровень потребления углеводов был выявлен у 79,1 % дошкольников.

При оценке соответствия содержащихся в рационе питания витаминов рекомендуемым величинам, их недостаток в среднесуточных рационах не установлен. Однако выявлены достоверные различия в поступлении с рационами питания витаминов А ($p = 0,002$), В₂ ($p = 0,001$) и витамина С ($p = 0,001$) среди мальчиков и девочек. Адекватный уровень потребления с рационами питания по содержанию витамина А выявлен у 85,8 % детей, витамина В₁ – у 26,3 %, витамина В₂ – у 61,2 %, витамина С – у 80,8 %, витамина РР – у 83,8 % дошкольников.

Рационы дошкольников были обеспечены макро- и микроэлементами. Среднесуточное количество кальция в питании детей составляло $(935,1 \pm 47,3)$ мг ($(103,8 \pm 27,50)$ % от НФП). Поступление фосфора и магния было избыточно и составляло на 50 % и 40 % выше рекомендуемых норм, железа – на 45 %

от НФП. Достоверные различия в поступлении с рационами питания фосфора ($p = 0,01$) и магния ($p = 0,01$) выявлены между мальчиками и девочками. Рекомендуемое соотношение между кальцием, фосфором, кальцием и магнием в рационе составляло 1 : 0,8 и 1 : 0,2. Соотношение Ca : P и Ca : Mg у дошкольников было несбалансированным – 1 : 1,3 и 1 : 0,3.

Для характеристики биологической ценности питания проводился расчет плотности среднесуточных рационов дошкольников. Плотность рациона по содержанию общих белков на каждую 1000 ккал превышала рекомендуемую в среднем на 7,6 %, общих жиров на 11,1 %, по содержанию общих углеводов была ниже на 7,3 % рекомендуемой. Анализ плотности содержания витаминов в среднесуточных рационах питания дошкольников выявил на 14 % ниже рекомендуемого уровня потребности витамина B₁. Также установлено, что рекомендуемый уровень плотности содержания кальция в рационе был ниже на 12,5 %, несмотря на то что при изучении химического состава среднесуточных рационов его содержание соответствовало НФП.

Проведенный анализ химического состава среднесуточных рационов дошкольников показал, что рационы были избыточны по калорийности, по содержанию основных пищевых нутриентов, характеризовались дефицитом витамина B₁, уровню потребления кальция с пищей, что установлено с помощью анализа плотности рационов в целом в 1000 ккал. Выявленный избыток или недостаток плотности среднесуточных рационов по витаминному составу, содержанию минеральных веществ говорит о нерациональном использовании продуктов для организации питания дошкольников.

При анализе количества потребления отдельных групп пищевых продуктов у дошкольников установлен дефицит потребления рыбы, морепродуктов на 9,3 % (в среднем ребенок потреблял $35,4 \pm 4,1$ г/сутки), хлеба ржаного на 19,0 % (в среднем ребенок потреблял $40,3 \pm 4,7$ г/сутки). Уровень потребления продуктов, содержащих полноценный животный белок, таких как мясо, птица, молоко, кисломолочные продукты, творог и яйцо, находился выше, либо в пределах нормы. Потребление мяса составляло $62,9 \pm 10,5$ г/сутки ($103,9 \pm 19,1$ % от рекомендуемых норм потребления). Уровень потребления молока – $282,4 \pm 25,0$ г/сутки ($112,9 \pm 10,0$ % от РНП), кисломолочных продуктов – $203,1 \pm 15,9$ г/сутки ($101,6 \pm 7,9$ % от РНП), творога – $42,9 \pm 12,1$ г/сутки ($107,3 \pm 0,3$ % от РНП) и яиц – $26,8 \pm 10,3$ г/сутки ($111,8 \pm 43,0$ % от РНП). Среди группы мясных продуктов отмечалось высокое потребление мяса птицы, выше рекомендуемой величины на 56,5 %. В избытке дети получали колбасные изделия (в 2,3 раза), выше нормы на 135,7 %. Выявлено избыточное потребление круп, макаронных и кондитерских изделий, сыра (на 20,5 %, 76,4 %, 36,4 % и 52,5 % соответственно). Установлено, что статистически значимо выше мальчики потребляли хлеб ($p = 0,048$), крупу ($p = 0,03$), масло сливочное ($p = 0,02$).

Для остальных групп пищевых продуктов статистически значимых различий в абсолютных уровнях потребления в зависимости от пола ребенка выявлено не было ($p > 0,05$).

Сопоставление объективных и субъективных данных по гигиенической оценке питания детей дошкольного возраста свидетельствует о нерациональном подходе к организации питания в образовательной среде и в условиях семьи.

Организация питания дошкольников программируема, так как не зависит от желания ребенка и его вкусовых привычек, она напрямую зависит от образовательного учреждения и родителей. Для изучения причин возникновения нарушений в организации питания дошкольников необходима разработка единой системы социально-гигиенического мониторинга за его организацией с ежегодным углубленным анализом данных. Это позволит объективно оценить ситуацию в регионах и в дальнейшем разработать систему социально-профилактических мероприятий по его совершенствованию.

Поступила 15.09.2025

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ. СТАТЬИ

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ: СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА (НА ПРИМЕРЕ МОЗЫРСКОГО РАЙОНА)

*Бобович Е. В., mozyr_zavlo@gmlodge.by,
Дайнеко О. В., mozyr_lab@gmlodge.by*

Государственное учреждение «Мозырский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Мозырь, Республика Беларусь

Азот является ключевым элементом минерального питания растений, а нитраты (соли азотной кислоты) – его основной усвояемой формой, необходимой для синтеза белков и обеспечения роста сельскохозяйственных культур. Интенсификация растениеводства, направленная на повышение урожайности, неизбежно связана с применением минеральных удобрений, содержащих нитраты. Однако нарушение агротехнических норм их внесения – несоблюдение дозировок, сроков подкормки и уборки урожая – зачастую приводит к избыточному накоплению нитратов в почве, воде и, как следствие, в продукции растениеводства. Таким образом, нитраты становятся неизбежным компонентом современной пищевой цепи.

Проблема избыточного содержания нитратов в пищевых продуктах имеет важное медико-биологическое значение. Попадая в организм человека, нитраты под воздействием ферментативных систем и кишечной микрофлоры восстанавливаются до нитритов, которые, вступая во взаимодействие с гемоглобином крови, образуют метгемоглобин. Это соединение не способно выполнять кислородтранспортную функцию, что приводит к развитию тканевой гипоксии. Длительное поступление повышенных доз нитратов связывают с риском развития метгемоглобинемии (особенно у детей раннего возраста), нарушением функции щитовидной железы, а также с потенциальным канцерогенным эффектом вследствие образования N-нитрозаминов в желудочно-кишечном тракте [1].

Особую актуальность проблема приобретает в весенне-летний период, когда в реализацию поступает ранняя овощная продукция, характеризующаяся наиболее высоким потенциалом накопления нитратов. В связи с этим непрерывный мониторинг и гигиеническая оценка безопасности плодоовощной продукции, в том числе с анализом сезонной динамики содержания нитратов, являются необходимыми элементами системы контроля и надзора.

Объектом исследований являлась плодоовощная продукция, выращенная в открытом грунте (арбуз, дыня, картофель, лук репчатый, капуста белокочанная, свекла, кабачок).

Для определения массовой доли нитратов в плодоовощной продукции применяли ионометрический метод в соответствии с АМИ.ГМ 0108-2022 «Методика измерений массовой доли нитратов в растениеводческой продукции. Методика измерений ионометрическим методом». Метод основан на экстракции нитратов из анализируемых проб раствором алюмокалиевых квасцов с последующим измерением их концентрации в полученной вытяжке с использованием ионоселективного нитратного электрода на лабораторном иономере. Преимуществом данного подхода является его экспрессность, что позволяет оперативно проводить серийные исследования в условиях мониторинга.

Каждое определение выполняли в двух параллелях, итоговый результат рассчитывали как среднее арифметическое значение двух измерений по формуле (1):

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (1)$$

где X_1, X_2 – массовые доли нитратов в параллельных пробах, мг/кг.

Окончательные значения округляли до целых чисел.

Статистическая обработка данных проведена для выборок объемом $n > 30$ с использованием методов параметрической статистики в программе Microsoft Excel.

Доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам (в абсолютных единицах), вычисляется по формуле (2):

$$p = k / n, \tag{2}$$

где p – доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам (в абсолютных единицах);
 k – количество проб, не соответствующих гигиеническим нормативам.

Для оценки достоверности результатов испытаний по формуле (3) рассчитывалась стандартная ошибка доли (ошибка репрезентативности):

$$S_p = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}, \tag{3}$$

где S_p – стандартная ошибка доли, %;
 n – количество испытанных проб;
 p – доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам (в абсолютных единицах).

Данный показатель отражает, насколько доля, полученная в нашей выборке, может отличаться от истинной доли в генеральной совокупности и характеризует точность проведенной оценки.

За пятилетний период было исследовано 398 проб. Из них 14 проб (3,5 %) не соответствовали установленным гигиеническим нормативам [2, 3]. Динамика по годам представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты математической обработки содержания нитратов в плодоовощной продукции за 2020–2024 гг.

Год	Количество результатов измерений		p, %	S_p , %
	Всего, n	Не соответствующих гигиеническим нормативам, k		
2020	78	2	2,6	1,8
2021	75	3	4,0	2,3
2022	93	4	4,3	2,1
2023	77	2	2,6	1,8
2024	75	3	4,0	2,3

Статистическая обработка данных показала, что доля проб с превышением гигиенических нормативов [2, 3] была незначительной и варьировала в диапазоне от 2,6 % до 4,3 %, при этом наибольшее количество несоответствий зарегистрировано в 2022 г. Полученные ошибки репрезентативности также были невелики (1,8–2,3 %), что статистически обосновывает возможность распространения выводов выборочного исследования на всю генеральную совокупность – плодоовощную продукцию открытого грунта (арбуз, дыня, картофель, лук, кабачок и др.), произведенную в Мозырском районе за указанный период.

Анализ структуры несоответствий по видам сельскохозяйственных культур выявил, что наибольший вклад в общее количество проб с превышением гигиенических нормативов внесли культуры, реализуемые в весенне-летний период: арбуз – 42,9 %, дыня – 21,4 %, картофель – 14,3 %, лук репчатый – 7,1 %, свекла – 7,1 %, кабачок – 7,1 % (рисунок 1).

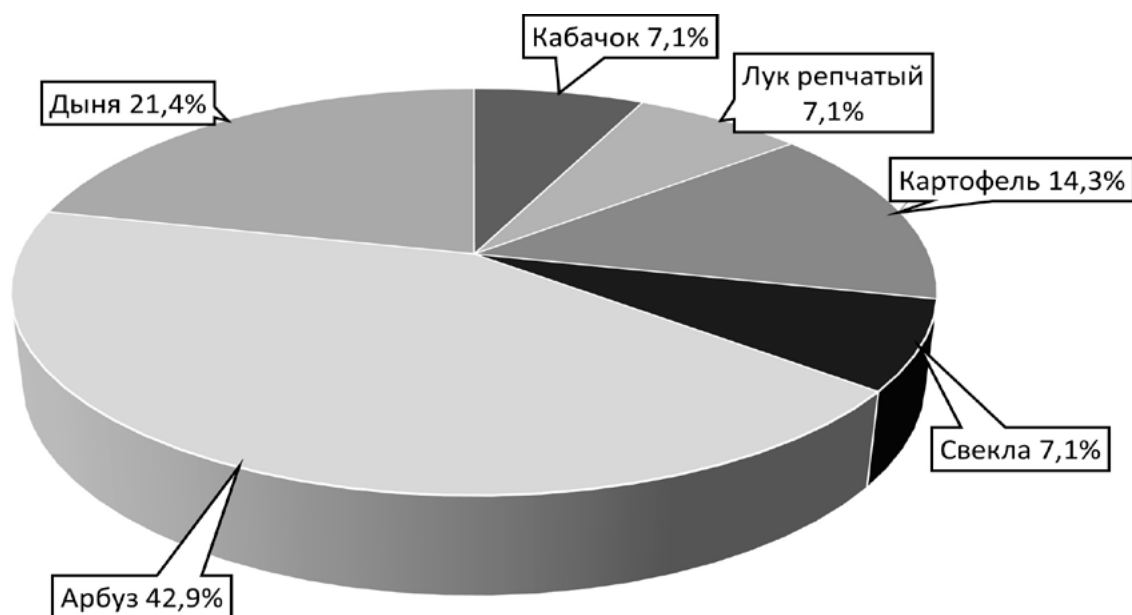


Рисунок 1 – Удельный вес проб плодовоовощной продукции, не соответствующих гигиеническим нормативам по результатам лабораторных испытаний с 2020 по 2024 г.

Детальный анализ содержания нитратов в плодовоовощной продукции с учетом сезонности за период 2020–2024 гг. представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание нитратов в плодовоовощной продукции с учетом сезонности (2020–2024 гг.)

Вид плодовоовощной продукции	N	Количество образцов, не соответствующих гигиеническим нормативам	ДУ, мг/кг	Весенне-летний период (мг/кг)			Осенний период (мг/кг)		
				min	max	$\bar{x}$	min	max	$\bar{x}$
Картофель	128	2	250	105	350	189	56	176	115
Лук репчатый	68	1	80	34	92	56	24	62	33
Арбуз	67	6	60	32	258	84	25	42	39
Свекла	66	1	1400	137	1453	569	61	212	180
Капуста белокочанная	45	0	900/500*	80	810	376	31	386	168
Дыня	16	3	90	65	308	126	35	65	48
Кабачок	8	1	400	304	437	271	95	196	133

* для ранней (до 1 сентября) / поздней белокочанной капусты.

Примечания:

1) N – количество исследуемых образцов;

2) ДУ – допустимый уровень;

3) min – минимальное значение, max – максимальное значение, $\bar{x}$ – среднее значение.

Согласно полученным данным установлено, что в весенне-летний период зафиксированы максимальные уровни нитратов и наибольшая частота несоответствий (арбуз – 258 мг/кг при допустимом уровне 60 мг/кг, дыня – 308 мг/кг при допустимом уровне 90 мг/кг, картофель – 350 мг/кг при допустимом уровне 250 мг/кг). В остальных исследуемых культурах (лук репчатый, свекла, кабачок) зарегистрированы единичные случаи несоответствия гигиеническим нормативам. При этом в капусте белокочанной превышений допустимых уровней [2, 3] не выявлено ни в одном из проанализированных образцов.

В осенний период содержание нитратов во всех видах продукции не превышало установленных нормативов, при этом наблюдалось значительное снижение их концентрации по сравнению с весенне-летним сезоном.

Анализ динамики содержания нитратов позволяет выделить культуры с наименьшим их накоплением – капуста, лук репчатый, свекла, кабачок. Наибольшее содержание нитратов отмечается в арбузе, дыне и картофеле.

Таким образом, количество образцов с превышением гигиенических нормативов [2, 3] по содержанию нитратов в плодовоовощных культурах, отобранных в торговой сети Мозырского района, незначительное. Большинство плодовоовощной продукции в торговых сетях является безопасной для потребления. Однако для снижения содержания нитратов и минимизации их потенциального негативного влияния на организм рекомендуется применять предварительные методы обработки: термическую обработку, вымачивание, удаление частей растений с наибольшим накоплением нитратов.

Полученные данные лабораторного контроля подтверждают актуальность контрольно-надзорных мероприятий, осуществляемых органами государственного санитарного надзора в ходе выборочных проверок и мероприятий технического (технологического, поверочного) характера. Регулярный мониторинг позволяет оперативно выявлять плодовоовощную продукцию, представляющую потенциальную опасность для здоровья населения.

Литература

1. Бывалец, О. А. Метаболизм нитратов в организме человека / О. А. Бывалец, Е. Ю. Зуборева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Физика и химия. – 2013. – № 2. – С. 82–87.
2. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 : решение Комис. Тамож. союза от 9 дек. 2011 г. № 880: в ред. от 22 апр. 2024 г. № 35 // илех : информ. правовая система (дата обращения 07.09.2025).
3. Показатели безопасности и безвредности продовольственного сырья и пищевых продуктов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37: в ред. от 29 нояб. 2022 г. № 829 // илех : информ. правовая система (дата обращения 07.09.2025).

Поступила 10.09.2025

МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ, АССОЦИИРОВАННОГО С МИГРАЦИЕЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ КОНТАКТА С ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИЕЙ

*Осипова Т. С., pitanie_b@rspch.by,
Бондарук А. М., к. м. н., pitanie_b@rspch.by,
Цыганков В. Г., к. м. н., доцент, pitanie_b@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Стремительное развитие технологий в пищевой промышленности стимулирует значительное увеличение объемов производства полимерных материалов, предназначенных для контакта с пищевой продукцией (далее – материалы). Особое внимание уделяется производству изделий из природных, возобновляемых растительных источников, призванных заменить традиционные синтетические полимеры, получаемые из нефти. Такой переход обусловлен как стремлением к устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду, так и удешевлением себестоимости продукции. Наиболее перспективным биоразлагаемым материалом, способным заменить полиолефины, предназначенные для контакта с пищевой продукцией, является полилактид – продукт конденсации молочной кислоты [1]. С целью удешевления конечного изделия в процессе производства к полилактиду могут добавлять различные наполнители, в частности лигнин, представляющий собой органическое полимерное соединение, получаемое в результате гидролиза древесины [2].

Для ряда полимерных материалов, традиционно используемых в пищевой промышленности, требования гигиенической безопасности регламентированы путем установления перечня химических веществ, ассоциированных с применением определенного вида материала, и допустимых уровней их миграции в контактирующие среды [3]. Однако для полилактидов, в том числе модифицированных различными наполнителями, в настоящее время такие требования не установлены. Согласно национальному законодательству, государственное санитарно-гигиеническое нормирование должно основываться на результатах оценки

рисков. Основные этапы оценки риска для здоровья населения, ассоциированного с химическими компонентами в пище, описаны, однако в отношении материалов требуется разработка специфических подходов в части определения приоритетных с точки зрения обеспечения безопасности мигрирующих веществ, с учетом уровней потребления пищевой продукции, потенциально контактирующей с таким материалом.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы специалистами государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» была разработана инструкция по применению, содержащая метод оценки риска здоровью, ассоциированного с миграцией химических веществ из материалов, предназначенных для контакта с пищевой продукцией.

Метод включает следующие этапы: идентификация опасности, характеристика опасности (оценка зависимости «доза – эффект»), оценка экспозиции, характеристика риска.

Этап идентификации опасности предполагает анализ технической и технологической документации на материал, позволяющий определить перечень потенциально опасных для здоровья человека веществ, способных к миграции в контактирующую пищевую продукцию. По результатам такой оценки относительно модифицированного лигнином полилактида (далее – ПЛЛ) было установлено, что технология их изготовления включает следующие этапы: синтез молочной кислоты (путем молочнокислого брожения глюкозы, полученной из растительных источников), получение высокомолекулярного полилактида (поликонденсация молочной кислоты и полимеризация лактида), внесения химических добавок (пластификаторы, антистатики, растворители и прочее), придающих потребительские свойства конечному изделию (прозрачность, гидрофобность, пластичность и другое), модификация полилактида путем добавления наполнителей (лигнин). Согласно приведенному способу изготовления, в конечном изделии могут присутствовать такие химические вещества, как этиловый эфир уксусной кислоты, бутилацетат, олигомеры молочной кислоты, соединения свинца, алюминия и олова, спирты (этиловый, метиловый, бутиловый), этилацетат, пропанол и прочее.

Этап характеристики опасности (оценка зависимости «доза – эффект») предполагает проведение сбора и анализа информации о токсических свойствах веществ, установленных на этапе идентификации опасности. Ключевыми факторами, определяющими опасность веществ-мигрантов, являются их физико-химические свойства (агрегатное состояние, растворимость в различных средах, стойкость, окисляемость и другое); молекулярная масса; показатели, характеризующие токсичность, значения переносимых (далее – TDI) или допустимых суточных доз (далее – ADI); наличие специфических и отдаленных эффектов в тестах *in vivo* и *in vitro* (аллергенность, тератогенность, эмбриотоксичность, репродуктивная токсичность, мутагенность, канцерогенность). На основе характеристики опасностей, ассоциированных с миграцией химических веществ из ПЛЛ, были обозначены следующие приоритетные соединения, способные оказать неблагоприятное воздействие на организм человека: ацетальдегид, формальдегид [4] и метанол.

Для целей оценки экспозиции веществами, определенными как приоритетные, было рассчитано их суточное алиментарное поступление (далее – СП). При этом руководствовались предположением, что человек весом 60 кг потреблял 1 кг пищи в сутки, вся продукция контактировала с ПЛЛ и миграция оцениваемых веществ находилась на уровне 95-го перцентиля [5]. Критерием оценки являлись значения TDI (ADI) формальдегида, ацетальдегида и метанола, приведенные в релевантных базах данных (OpenFoodTox EFSA, ECHA). Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные экспозиции отдельными приоритетными химическими веществами, ассоциированными с применением ПЛЛ

Критерий (мкг/кг м. т./сутки)	Формальдегид	Ацетальдегид	Метанол
СП	0,7	1,8	3,0
% от TDI (ADI)	0,47	0,12	0,08
TDI (ADI)	150	1200	4000

Согласно полученным результатам, СП обсуждаемых веществ были значительно ниже значений используемых критериев безопасности и составляли менее 0,5 % для формальдегида и ацетальдегида, менее 0,1 % – для метанола. Таким образом, оценка полученных результатов свидетельствует об отсутствии превышения допустимых и переносимых суточных уровней поступления приоритетных химических веществ, ассоциированных с применением ПЛЛ в качестве материала.

Этап характеристики риска направлен на оценку приемлемости риска и проводится в отношении каждого вещества, мигрирующего из материала в пищевую продукцию и признанного приоритетным. Оценка полученных результатов проводится на основании значений коэффициента опасности (далее – HQ), рассчитанного по формуле (1):

$$HQ = \frac{СП}{TDI(ADI)} \quad (1)$$

Значения HQ по каждому из оцениваемых веществ и их интерпретация представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика риска

Вещество	Значения HQ	Интерпретация результата
Формальдегид	0,005	воздействие (риск здоровью) характеризуется как допустимое, материал признается безопасным (риск приемлемый)
Ацетальдегид	0,002	
Метанол	0,008	

По результатам исследования установлено, что коэффициент опасности, рассчитанный на уровне 95-го процентиля содержания обсуждаемых веществ в потребляемой пищевой продукции, не превысил 1, что позволяет оценить потенциальное воздействие на организм как допустимое.

Таким образом, использованный консервативный сценарий расчета экспозиции отдельными приоритетными химическими веществами, ассоциированными с использованием модифицированного лигнином полилактида, не выявил потенциального неблагоприятного воздействия на здоровье потребителя. Установлено, что риск здоровью, ассоциированный с алиментарной нагрузкой обсуждаемыми веществами, характеризуется как приемлемый.

Литература

1. Волкова, Г. С. Перспектива создания производства биоразлагаемых полимеров на основе молочной кислоты для упаковки пищевых продуктов / Г. С. Волкова // Биотехнология в интересах экономики и экологии Сибири и Дальнего Востока : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф., г. Улан-Удэ, 30 июня – 03 июля 2016 г. / Вост.-Сиб. гос. ун-т технологий и упр. ; редкол.: А. Т. Бубеев (отв. ред.) [и др.]. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГУТУ, 2016. – С. 16–18.
2. Ерошина, Д. М. Лигнин – образование, использование, хранение, воздействие на окружающую среду / Д. М. Ерошина, Н. А. Лысухо, Ю. С. Ракова // Экологический вестник. – 2010. – № 3. – С. 109–118.
3. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 : в ред. от 5 дек. 2024 г. № 904 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 12.01.2025).
4. Осипова, Т. С. Идентификация и характеристика опасностей, ассоциированных с миграцией химических веществ из материалов, контактирующих с пищевой продукцией, на основе полилактида / Т. С. Осипова, Е. В. Федоренко, Е. В. Дроздова // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Вып. 31. – С. 101–106.
5. Оценка экспозиции приоритетными химическими веществами, ассоциированными с применением материалов на основе полилактидов, контактирующих с пищевой продукцией / Т. С. Осипова, Е. В. Федоренко, А. М. Бондарук, Д. В. Чеботкова // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Вып. 32. – С. 99–107.

Поступила 18.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Позывайло О. П., к. в. н., доцент, opozyvailo@mail.ru,
Котович И. В., к. б. н., доцент, ivkotovich@mail.ru,
Миклис Н. И., к. м. н., доцент, miklisnatalia@gmail.com,
Шупленков К. С.*

Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

Пищевое поведение – это комплекс безусловных рефлексов и осознанных решений, регулирующий количество и состав потребляемой пищи в различных условиях. В норме главными физиологическими регуляторами пищевого поведения являются чувство голода и жажды, что обеспечивает необходимое поступление макро- и микроэлементов, поддержание гомеостаза и регуляцию массы тела. Современный человек живет в условиях повышенной агрессивности психологической среды, что приводит к распространению дезадаптивного поведения и связанных с ним психосоматических заболеваний. Одним из его вариантов является нарушение пищевого поведения, ведущее к такой психосоматической патологии, как ожирение и его последствия в виде атеросклероза, ишемической болезни сердца, сахарного диабета 2-го типа [1].

Организму студентов свойственны особенности, обусловленные возрастом, влиянием образовательной среды и быта. Значительную часть суток студенты ведут малоподвижный образ жизни, их физическая активность невелика, особенно в период сдачи экзаменов, при этом учебная деятельность требует значительного нервно-эмоционального напряжения. Нехватка времени, темп современной жизни – все это привело к росту популярности у студентов продуктов быстрого приготовления, содержащих в большом количестве «быстрые углеводы», различные пищевые добавки, включая красители и модифицированные компоненты. Чаще всего студенты питаются нерегулярно (1–2 раза в день), перекусывая на ходу, всухомятку, многие не пользуются услугами университетской столовой. В связи с нарушением режима питания за время учебы у многих студентов развиваются заболевания пищеварительной системы, получившие название «болезни молодых», а также гипертоническая болезнь, неврозы [2].

Предотвратить многие заболевания можно, если вести здоровый образ жизни и в первую очередь правильно питаться. Рациональное и сбалансированное питание позволяет студентам поддерживать физическое здоровье на достаточном уровне и сохранять психэмоциональный статус при освоении профессиональных компетенций в течение всего процесса обучения в медицинском университете. Врач, внимательно относящийся к своему здоровью, является примером в вопросах профилактики потенциальных проблем со здоровьем. Только реализуя принцип «здоровый доктор = здоровый пациент» можно успешно сформировать мотивации и потребность у населения к ведению здорового образа жизни [3].

Цель работы: провести гигиеническую оценку пищевого поведения студентов лечебного факультета учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (далее – ВГМУ), включающую анализ режима питания (кратность, регулярность и время приемов пищи), структуры рациона (ассортиментный выбор продуктов и их пищевая ценность), мотивационных факторов, влияющих на пищевые привычки.

Работа проводилась в 2024/2025 учебном году путем анонимного анкетирования студентов по разработанной сотрудниками кафедры экологической и профилактической медицины ВГМУ анкете в рамках выполняемой темы-задания «Эколого-гигиенические аспекты здоровья студентов-медиков». Анкета содержала 25 вопросов, касающихся режима питания, рациона, мест приема пищи и уровня физической активности студентов.

В исследовании приняли участие 118 студентов (46 юношей и 72 девушки). Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с использованием Microsoft Excel.

Анализ анкетных данных выявил неудовлетворительный характер питания у большинства опрошенных студентов. Прежде всего это касается нарушения режима питания: лишь 17 % респондентов питаются регулярно 3–4 раза в день, в то время как 35 % ограничиваются 2–3 приемами пищи, а 31 % вообще не придерживаются какого-либо режима питания. Что касается мест питания, более половины студентов (53 %) питаются дома или в столовой университета. Домашнему питанию с частотой 2–3 раза в день отдают предпочтение 14 % опрошенных, и лишь 3 % питаются исключительно в университетской столовой, полностью отказавшись от приготовления пищи дома.

Интервалы между основными приемами пищи у большинства студентов составляют 3–4 ч (31 %) или 5–6 ч (32 %). При этом 29 % респондентов не придерживаются какого-либо режима питания. В течение дня многие студенты перекусывают в университетском буфете. Среди тех, кто это делает, наиболее популярны

мучные изделия в сочетании с чаем, кофе или соком (45 %), реже выбираются сосиски в тесте или гамбургеры (23 %), а также салаты с мясными блюдами (16 %). Не посещают буфет лишь 9 % опрошенных.

Завтрак играет ключевую роль в рационе человека, обеспечивая организм энергией на первую половину дня. Однако, как показал опрос, большинство студентов пренебрегают этим приемом пищи: 39 % респондентов завтрак не употребляют, а 37 % делают это нерегулярно из-за нехватки времени. Лишь 24 % опрошенных завтракают постоянно. В качестве основных причин отказа от завтрака студенты назвали нежелание принимать пищу рано утром, а также опасение опоздать на занятия. При этом было установлено, что регулярность завтрака положительно коррелирует с проживанием в родительской семье, где утренний прием пищи, вероятно, является устоявшейся традицией.

Основным фактором при выборе пищевых продуктов для студентов являются вкусовые предпочтения (66 %). Значительно меньшее влияние оказывают качественный состав (27 %) и стоимость продуктов (6 %), а популярность продукта является решающей лишь для 1 % опрошенных. Что касается типа питания, то предпочтения распределились поровну: по 47 % студентов отдают предпочтение либо постной, вареной и паровой пище, либо жареной и жирной. Маринованные и копченые продукты предпочитают 5 % респондентов. Только каждый десятый студент (10 %) сообщил, что придерживается принципов рационального питания. Еще 35 % оценили свой рацион как приближенный к ним, 32 % не следуют никаким принципам, а 23 % затруднились с ответом.

Результаты опроса показали низкий уровень потребления хлеба грубого помола среди студентов. Так, лишь 6 % респондентов включают его в ежедневный рацион. Эпизодическое употребление (3–4 раза в неделю) характерно для 9 % опрошенных, а 1–2 раза в неделю – для 14 %. При этом 22 % студентов полностью исключили этот продукт из своего питания, а 49 % употребляют его редко. Данная тенденция вызывает беспокойство, поскольку хлеб из муки грубого помола является важным источником витамина B₁ (тиамина), необходимого для нормального функционирования нервной системы.

Каши являются ценным источником сложных углеводов, которые обеспечивают организм длительным запасом энергии, способствуют продолжительному чувству сытости и легко усваиваются. Кроме того, они содержат клетчатку, витамины (в частности, группы B), минералы (такие как магний, цинк, железо) и белок, что делает их питательным и сбалансированным вариантом для приема пищи, особенно на завтрак. Что касается распространенности этого продукта в рационе, проведенное нами исследование показало, что кашу употребляют ежедневно 17 % опрошенных студентов, 3–4 раза в неделю – 19 %, 1–2 раза в неделю – 22 %. Редко включают ее в свое меню 36 % респондентов, а никогда не едят – 6 %.

Бобовые культуры (горох, фасоль, нут), являющиеся ценным источником незаменимых аминокислот (лизина, треонина, валина), присутствуют в меню студентов недостаточно. Подавляющее большинство опрошенных (80 %) употребляют их редко (63 %) или не употребляют вообще (17 %). Лишь 2 % респондентов включают блюда из бобовых в ежедневный рацион, а 19 % – от 1 до 4 раз в неделю.

Морская рыба и морепродукты, необходимые как источник йода, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов A и D, также потребляются ограниченно. Регулярно (1–2 раза в неделю) их употребляют только 25 % студентов. Еще 28 % делают это эпизодически (1–2 раза в месяц). Почти половина опрошенных (48 %) практически исключают эти продукты из своего питания, употребляя их редко (34 %) или не употребляя вовсе (14 %).

Молоко и молочные продукты обладают высокой пищевой ценностью: они отличаются сбалансированным аминокислотным составом, содержат около 20 жирных кислот, более 25 минеральных веществ и 12 витаминов. Особого внимания заслуживает кальций из молока, который характеризуется высокой усвояемостью. Несмотря на это, лишь 69 % опрошенных включают эти продукты в ежедневный рацион, 28 % употребляют их 1–2 раза в неделю, а 3 % – не употребляют вообще.

Свежие фрукты, являющиеся основным источником витаминов, углеводов (включая клетчатку и пектиновые вещества) и органических кислот, присутствуют в ежедневном меню только у 20 % студентов, 35 % респондентов едят фрукты 3–4 раза в неделю, 29 % – 1–2 раза в неделю, 14 % – редко, а 2 % – не употребляют их вовсе.

Копченые мясные и рыбные изделия употребляются реже, что можно считать положительной тенденцией. Ежедневно их включают в рацион только 3 % опрошенных. Частота потребления 1–2 раза в неделю и 1–2 раза в месяц характерна для 22 % студентов в каждой категории. 42 % употребляют такие продукты редко, а 10 % полностью от них отказались.

Анализ анкетных данных показал высокую частоту потребления рафинированных продуктов среди студентов. Так, колбасные изделия и сосиски употребляются ежедневно 17 % опрошенных, а 52 % респондентов включают их в свой рацион 1–2 раза в неделю. Лишь 21 % студентов употребляют эти продукты редко, а 9 % не употребляют вообще. Аналогичная тенденция наблюдается в отношении соусов промышленного производства (майонез, кетчуп, горчица): 23 % опрошенных используют их ежедневно, а для 53 %

это привычная часть питания несколько раз в неделю. При этом 24 % респондентов полностью исключают такие соусы из своего рациона.

Промышленные сладости являются неотъемлемой частью рациона студентов. Почти половина опрошенных (48 %) употребляет их ежедневно, а еще 36 % – 1–2 раза в неделю. В качестве основных причин студенты указывают на быстрый приток энергии, улучшение настроения и легкую доступность в университетском буфете. Употребление прочей продукции фастфуда (пончики, чипсы, сухарики, картофель фри, чебуреки, беляши и др.) менее распространено: почти половина студентов (47 %) ест ее редко, а 8 % избегает полностью. Тем не менее 33 % респондентов включают такие продукты в свой рацион 1–2 раза в неделю. Потребление сладких газированных напитков в основном эпизодическое: большинство студентов пьет их редко (36 %) или 1–2 раза в неделю (31 %). Ежедневное потребление характерно для 8 % опрошенных. Кофе является популярным стимулятором: 37 % студентов пьют его каждый день (28 % – 1–2 раза, 9 % – 3–4 раза и более).

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения, взрослые люди в возрасте 18–64 лет должны уделять не менее 150–300 мин в неделю аэробной физической активности средней интенсивности или 75–150 мин в неделю активности высокой интенсивности. Анализ физической активности студентов выявил значительное отклонение от этих норм. Так, 73 % опрошенных не занимаются в спортивных секциях или бассейне вне учебного времени. Ежедневная двигательная активность (ходьба или легкая нагрузка) распределилась следующим образом: более 60 минут – у 44 % респондентов; от 30 до 60 минут – у 32 %; от 15 до 30 минут – у 19 %; менее 15 минут – у 4 %. При этом высока распространенность жалоб на состояние здоровья: на быструю утомляемость и слабость указали 42 % анкетированных, на сухость и шелушение кожи – 28 %, на истерченность и слоение ногтей, а также кровоточивость десен – 13 %. Кроме того, 14 % студентов имеют диагностированные алиментарно-зависимые заболевания.

Таким образом, установлено, что большая часть студентов (83 %) не соблюдает принципы рационального питания при формировании своего рациона. Завтрак отсутствует в ежедневном рационе у 76 % опрошенных. Большинство (84 %) предпочитают перекусывать в университетском буфете, при этом 48 % делают это ежедневно, употребляя промышленные сладости. Уровень физической активности у большинства студентов низкий, а 42 % из них жалуются на быструю утомляемость и слабость. Учитывая, что студенты проводят в университете 7–9 часов в день, для улучшения ситуации комиссии по организации общественного питания ВГМУ рекомендуется расширить ассортимент продукции без сахара, свежих фруктов и овощей, внедрить сбалансированные комплексные обеды по принципу «здоровая тарелка», что также будет способствовать оптимизации работы столовых.

Литература

1. Елиашевич, С. О. Пищевое поведение: нарушения и способы их оценки / С. О. Елиашевич, Д. Д. Нуньес Араухо, О. М. Драпкина // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2023. – Т. 22, № 8. – С. 80–86.
2. Гигиеническая оценка пищевого поведения студентов первого курса медицинского высшего учебного заведения / О. Б. Алуф, О. В. Васюхичева, И. А. Мишкич [и др.] // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2014. – № 2 (251). – С. 23–26.
3. Особенности питания студентов медицинского вуза / П. И. Мельниченко, Н. А. Ермакова, С. А. Мишина [и др.] // Сеченовский вестник. – 2015. – № 4 (22). – С. 45–48.

Поступила 15.09.2025

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НА НУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

Русаков В. Н., к. м. н., vladrus2005@gmail.com,
Есаулова О. В., к. э. н., esaulova.ov@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Обеспечение безопасности и продление срока годности мясных продуктов остаются актуальными задачами пищевой промышленности. Среди нетермических методов обработки ионизирующее облучение

занимает особое место как признанная FAO/WHO/МАГАТЭ эффективная и безопасная технология. Его бактерицидный эффект основан на способности излучения разрушать генетический материал микроорганизмов, предотвращая их размножение. Прямое воздействие ионизирующих частиц приводит к разрыву связей между парами оснований ДНК, в то время как косвенное действие опосредовано радиолизом воды с образованием высокореактивных свободных радикалов ($\cdot\text{OH}$, $\text{H}\cdot$, $\text{e}^{-\text{aq}}$) и активных форм кислорода, которые вызывают необратимые повреждения клеточных структур патогенов. Однако эти же процессы запускают каскад окислительных реакций в компонентах самого мяса, что может негативно сказываться на его качестве.

Цель – провести комплексный анализ последствий облучения для основных составляющих мясной матрицы и обобщить современные стратегии контроля нежелательных изменений.

Выполнен поиск и анализ литературных данных по проблематике с использованием поисковых систем РИНЦ, Web of Science, Scopus, PubMed.

Механизмы воздействия ионизирующего излучения на мясо

Первичным механизмом бактерицидного действия является повреждение нуклеиновых кислот микробных клеток. Однако с технологической точки зрения наибольший интерес представляют вторичные реакции, происходящие в пищевом продукте. Основным источником окислительных процессов является радиолиз воды, описываемый уравнением: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \cdot\text{OH}, \text{H}\cdot, \text{H}_2, \text{H}_2\text{O}_2, \text{H}_3\text{O}^+$. Образующиеся гидроксильные радикалы ($\cdot\text{OH}$) обладают чрезвычайно высокой реакционной способностью и инициируют окисление липидов, белков и других соединений. Как показали Komolprasert и Morehouse [1], именно реакции с участием свободных радикалов ответственны за большинство химических и биологических изменений в облученном мясе, включая окисление липидов и белков, изменение цвета и образование посторонних запахов.

Влияние облучения на липидный профиль и окисление липидов

Липиды мясной ткани, в особенности полиненасыщенные жирные кислоты (далее – ПНЖК), являются наиболее уязвимыми мишенями для свободных радикалов. Высокоэнергетическое воздействие вызывает высвобождение электронов из двойных связей ненасыщенных жиров (олеиновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой кислот) с образованием пероксильных радикалов ($\text{LOO}\cdot$), которые запускают автоокисление по цепному механизму. Данный процесс аналогичен естественному автоокислению, но значительно ускорен. Дальнейшие реакции приводят к образованию летучих вторичных продуктов (алканов, алкенов, альдегидов, кетонов), ответственных за появление прогорклого запаха и привкуса.

Многочисленные исследования демонстрируют четкую зависимость степени окисления от поглощенной дозы. Установлено, что с увеличением дозы облучения происходит накопление веществ, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой (далее – TBARS). Например, в мясном фарше, обработанном дозой 3.0 кГр, показатель TBARS достоверно увеличился на 53,4 % по сравнению с контролем. Также наблюдается изменение жирнокислотного состава: увеличение доли насыщенных и моновенасыщенных жирных кислот (далее – НЖК и МНЖК) при одновременном снижении уровня ПНЖК, что приводит к снижению отношения ПНЖК/НЖК. Это подтверждено методами спектроскопии ядерного магнитного резонанса и газовой хроматографии. Кроме того, активируются специфические метаболические пути, такие как метаболизм линолевой и арахидоновой кислот, что выявлено с помощью липидомики [2, 3].

Восприимчивость к окислению варьируется в зависимости от ряда факторов. Приготовленное мясо более чувствительно к окислению, чем сырое, из-за денатурации антиоксидантных ферментов и повреждения фосфолипидов мембран. Вяленые продукты (например, с добавлением нитрита) демонстрируют большую устойчивость благодаря антиоксидантным свойствам нитрита. Условия упаковки и хранения также играют важную роль: вакуумная упаковка и упаковка в модифицированной газовой среде эффективно замедляют окисление за счет исключения кислорода. Замораживание также значительно тормозит процесс.

Влияние облучения на белковые компоненты

Белки подвергаются как прямым, так и опосредованным свободными радикалами изменениям. Повреждение включает дезаминирование с образованием аммиака и кетокислот, декарбоксилирование с образованием аминов и альдегидов, окисление сульфгидрильных групп ($-\text{SH}$) и восстановление дисульфидных связей ($-\text{S}-\text{S}-$), разрыв пептидных связей, образование карбонильных групп и ковалентных сшивок (белок-белок, белок-липид). Серосодержащие (цистин, метионин) и ароматические аминокислоты являются наиболее чувствительными. Распад метионина, в частности, приводит к образованию диметилдисульфида – ключевого соединения, ответственного за характерный «радиационный» запах [4].

Влияние на протеины неоднозначно. Низкие дозы (до 3–5 кГр) могут вызывать денатурацию, раскрывая белковую структуру и потенциально повышая доступность для пищеварительных ферментов, что может улучшать усвояемость. Высокие дозы (свыше 7–9 кГр) приводят к деградации аминокислот (лизина, аргинина, пролина и др.), их превращению в карбонильные производные и значительному снижению общей

суммы аминокислот и усвояемости. Это подтверждается снижением уровня инозина и гипоксантина в мясе индейки при облучении > 3.0 кГр.

Основными маркерами окисления белков являются содержание карбонильных групп, определяемое методом с 2,4-динитрофенилгидразином, и уровень летучего основного азота (TVB-N), который увеличивается с дозой облучения вследствие дезаминирования и деградации белков с высвобождением аммиака и аминов.

Влияние на витаминный состав

Облучение оказывает неоднородное воздействие на витамины, зависящее от их структуры и стабильности. Среди водорастворимых витаминов тиамин (B_1) отличается наибольшей чувствительностью и лабильностью. Сообщается о снижении его содержания в свинине и говядине на 47 % после обработки дозой 6,0 кГр. Аскорбиновая кислота также значительно разрушается. Относительно стабильными являются рибофлавин (B_2), ниацин (B_3), пиридоксин (B_6), витамины А и Е, демонстрирующие большую устойчивость, особенно при низких и средних дозах облучения (< 10 кГр) и обработке в замороженном состоянии. Следует отметить, что термическая стерилизация приводит к большим потерям витаминов, чем радиационная обработка [5].

Органолептические изменения и образование летучих соединений

Облучение существенно влияет на сенсорные свойства мяса – запах, вкус и цвет. Анализ методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии показывает значительное увеличение количества и разнообразия летучих соединений с ростом дозы облучения. Ключевые группы соединений, формирующих запах, включают сернистые соединения: сероводород, диметилдисульфид (далее – DMDS) и другие, образующиеся при радиолизе серосодержащих аминокислот. DMDS предложен в качестве потенциального маркера облучения для некоторых мясных продуктов. Альдегиды: гексаналь, гептаналь, нонаналь (продукты окисления липидов) и бензальдегид (альдегид Штрекера). Их концентрация часто коррелирует со степенью окислительной порчи. Кетоны: 2-бутанон, 2,3-бутандион, 2-октанон (продукты распада карбоновых кислот). Спирты: 1-октен-3-ол (с грибным/металлическим запахом). Запах облученного мяса характеризуется как «горячий жир», «горелое масло», «горелые перья», «металлический», «кровавый и сладкий».

Маркеры облучения и методы их детекции

Для идентификации факта облучения и оценки поглощенной дозы предложен ряд химических маркеров. 2-алкилциклобутанолы: 2-додecilциклобутанол и 2-тетрадецилциклобутанол, образующиеся из пальмитиновой и стеариновой кислот соответственно являются уникальными маркерами, не образующимися при других видах обработки. Их детекция проводится методом газовой хроматографии-масс-спектрометрии. DMDS предложен как маркер для облученных колбас и готовых мясных продуктов, его содержание линейно возрастает с дозой. Показатели окислительного стресса: уровень TBARS, содержание карбонильных групп в белках и активность антиоксидантных ферментов (SOD, CAT, GPx) имеют выраженную дозозависимость и могут использоваться как косвенные биомаркеры.

Стратегии минимизации негативных эффектов

Для контроля окислительной порчи разработаны и применяются следующие подходы:

1. использование антиоксидантов: натуральные (аскорбиновая кислота, токоферолы, экстракты мяты, хитозан) и синтетические антиоксиданты. Они действуют как ловушки свободных радикалов, хелаторы металлов и поглотители кислорода;
2. оптимизация упаковки: вакуумная упаковка и упаковка в модифицированной газовой среде с исключением кислорода являются наиболее эффективными мерами;
3. облучение в замороженном состоянии: низкая температура замедляет диффузию свободных радикалов и подавляет развитие окислительных реакций;
4. строгий контроль дозы: применение минимально необходимой эффективной дозы для дезинфекции (как правило, 1–7 кГр в зависимости от продукта и цели) позволяет значительно снизить степень химических изменений.

Таким образом, ионизирующее облучение представляет собой мощный инструмент для обеспечения безопасности мясных продуктов. Однако его применение неизбежно запускает каскад окислительных реакций в липидной и белковой фракциях мяса, что может негативно сказываться на пищевой ценности и органолептических свойствах. Степень этих изменений является дозозависимой и опосредована образованием свободных радикалов. Современные исследования позволяют не только детально понять механизмы этих процессов и идентифицировать специфические маркеры облучения, но и разработать эффективные стратегии по подавлению окислительной порчи. Комбинированное использование антиоксидантов, защитной упаковки, обработки в замороженном состоянии и точного контроля дозы позволяет нивелировать негативные эффекты и получить безопасный мясной продукт с высокими потребительскими характеристиками. Дальнейшие исследования в области липидомики и протеомики облученных продуктов помогут углубить понимание молекулярных основ происходящих изменений и разработать новые методы контроля качества.

Литература

1. Komolprasert, V. Mechanisms and prevention of off-flavour formation and discoloration of irradiated meat / V. Komolprasert, K. M. Morehouse // *Irradiation of Food and Packaging*. – 2004. – Vol. 875. – P. 43–76. – (ACS Symposium Series).
2. Influence of irradiation and storage on the quality of ready-to-eat turkey breast rolls / M. J. Zhu, A. Mendonca, E. J. Lee, D. U. Ahn // *Poultry Science*. – 2004. – Vol. 83, iss. 8. – P. 1462–1466. – DOI: 10.1093/ps/83.8.1462.
3. Jia, W. Effect of irradiation treatment on the lipid composition and nutritional quality of goat meat / W. Jia, Q. Shi, L. Shi [et al.] // *Food Chemistry*. – 2021. – Vol. 351. – Art. № 129295. – DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129295.
4. Effect of electron beam irradiation on quality and protein nutrition values of spicy yak jerky / L. Zhao, Y. Zhang, Z. Pan [et al.] // *LWT*. – 2017. – Vol. 87. – P. 1–7. – DOI: 10.1016/j.lwt.2017.08.062.
5. Effect of high pressure treatment on the quality of cooked chicken breast / K. Dong, X. Luo, L. Liu [et al.] // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2021. – Vol. 56, iss. 4. – P. 1597–1607. – DOI: 10.1111/ijfs.14776.

Поступила 18.09.2025

СЪЕДОБНЫЕ НАСЕКОМЫЕ КАК ИСТОЧНИК ЖИВОТНОГО ЖИРА. АНАЛИЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА *TENEbrio MOLITOR*, *ACHETA DOMESTICUS* И *HERMETIA ILLUCENS*

Тимошенко К. А., *timoshenko.k.ion@yandex.ru*,

Тышко Н. В., *tnv@ion.ru*,

Палеева М. А., *paleeva@ion.ru*,

Садыкова Э. О., *seo@ion.ru*,

Шестакова С. И., *shestakova@ion.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Последние годы растет спрос на животные жиры, являющиеся важной частью рациона: в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах (МР 2.3.1.0253-21), доля жиров в питании современного человека должна составлять до 30 % от суточной калорийности, при этом не менее 10 % из них должны приходиться на полиненасыщенные жирные кислоты. Жиры используются в составе рецептур для улучшения внешнего вида продукции, придания требуемой консистенции и текстуры, повышения вкусовых качеств и консервирования продуктов. Кроме того, животные жиры содержат олеиновую кислоту, положительно влияющую на сердечно-сосудистую систему и обладающую противовоспалительными свойствами [1], линолевую, способствующую снижению холестерина и снижению риска диабета 2 типа [2, 3], лауриновую кислоту с ее незаменимыми функциями для сердечно-сосудистой и нервной систем [4]. Органолептические характеристики также являются важными показателями качества жировых продуктов, в частности, в хлебопечении отдают предпочтение именно животным жирам, в том числе сливочному маслу, из-за их вкуса и качеств, проявляющихся при выпечке и жарке.

Поскольку одним из важных направлений развития современной пищевой промышленности является производство продукции с заданным химическим составом и свойствами, модернизация масложировой отрасли в части расширения сырьевой базы и разработка новых подходов к получению индивидуальных жирных кислот представляется весьма актуальной задачей. В качестве важнейших инструментов ее реализации рассматриваются комплексные технологические приемы, объединяющие накопленный теоретический и практический опыт в области усовершенствования жиросодержащих пищевых систем: прессование, экстрагирование, рафинирование, дезодорирование, ферментализация, гидрогенизация, дистилляция и сверхкритическая экстракция, позволяющая деликатно извлечь отдельные составляющие из общей смеси жиров [5]. Перспективным направлением в расширении сырьевой базы масложировой продукции является использование продовольственного сырья нового вида: например, продукции микробного синтеза; растительного сырья, не имеющего традиции пищевого применения; биомассы съедобных насекомых. Следует отметить, что отдельные виды насекомых характеризуются высоким (до 40 % по массе сухого вещества) содержанием липидов, что делает такое сырье весьма перспективным источником жиров, отличающимся высокой рентабельностью и низкой экологической нагрузкой при производстве, что соответствует современным трендам устойчивого развития.

Целью исследования являлся сравнительный анализ состава жирных кислот трех видов насекомых и традиционных жиров животного происхождения.

В работе проведен анализ жирнокислотного состава трех видов съедобных насекомых – мучного хрущака (*Tenebrio molitor*), сверчка домашнего (*Acheta domestica*) и черной львинки (*Hermetia illucens*). Экстракцию жира из образцов проводили по ГОСТ 15113.9-77 «Концентраты пищевые. Методы определения жира». Жирнокислотный профиль насекомых определяли по ГОСТ 31663-2012 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот».

Анализ липидной фракции насекомых, приведенный в таблице 1, показал, что 94 % жирнокислотного состава *H. illucens* представлено лауриновой ((39,92 ± 0,90) %), миристиновой ((11,03 ± 0,09) %), пальмитиновой ((18,41 ± 0,24) %), пальмитолеиновой ((3,06 ± 0,02) %), стеариновой ((2,55 ± 0,10) %), олеиновой ((12,89 ± 0,47) %) и линолевой ((5,49 ± 0,15) %) кислотами.

Жир, выделенный из биомассы *T. molitor*, на 96 % состоял из миристиновой ((2,59 ± 0,52) %), пальмитиновой ((18,20 ± 3,64) %), пальмитолеиновой ((1,45 ± 0,29) %), стеариновой ((3,54 ± 0,71) %), олеиновой ((41,4 ± 8,29) %) и линолевой ((28,6 ± 5,7) %) кислот.

Основной вклад (95 %) в общее содержание жирных кислот биомассы *A. domestica* также вносили миристиновая ((0,76 ± 0,15) %), пальмитиновая ((25,8 ± 5,1) %), пальмитолеиновая ((1,14 ± 0,23) %), стеариновая ((7,33 ± 1,47) %), олеиновая ((24,2 ± 4,8) %) и линолевая ((35,7 ± 7,1) %) кислоты.

Таблица 1 – Содержание жирных кислот в биомассе насекомых

Название жирных кислот	Индекс жирных кислот	Соотношение жирных кислот, %		
		<i>H. illucens</i>	<i>T. molitor</i>	<i>A. domestica</i>
капроновая	6:00	0,01	н. о.*	н. о.*
каприловая	8:00	0,04	0,03	0,07
пеларгоновая	9:00	0,05	н. о.*	н. о.*
каприновая	10:00	1,16	0,04	0,06
лауриновая	12:00	39,92	0,24	0,10
миристиновая	14:00	11,03	2,59	0,79
миристолеиновая	14:01	0,19	0,06	0,09
изо-пентадекановая	15:0i	0,57	н. о.*	н. о.*
антеизо-пентадекановая	15:0ai	0,26	н. о.*	н. о.*
пентадекановая	15:00	0,49	0,18	0,15
пентадеценовая	15:01	0,14	0,04	0,04
пальмитиновая	16:00	18,41	18,24	25,84
гексадеценовая	16:01	0,29	0,80	0,48
пальмитолеиновая	16:1 9-цис	3,06	1,45	1,14
маргариновая	17:00	0,37	0,51	0,38
гептадеценовая	17:01	0,30	0,17	0,10
стеариновая	18:00	2,55	3,53	7,33
элаидиновая	18:1 9-транс	0,67	0,11	0,46
олеиновая	18:1 9-цис	12,89	41,45	24,20
вакценовая	18:1 11-транс	0,29	0,32	0,76
цис, транс-линолевая	18:2 9-цис, 12-транс	0,10	0,30	0,40
транс, цис-линолевая	18:2 9-транс, 12-цис	0,10	0,90	0,08
линолевая	18:02	5,49	28,60	35,66
октадекатриеновая	18:3 цис-9, транс-12, цис-15	н. о.*	0,06	0,02
α-линоленовая	18:3 ω-3	0,79	0,98	1,45
арахиновая	20:00	0,05	0,14	0,22
гондоиновая (сумма изомеров)	20:01	0,23	0,18	0,15
эйкозадиеновая	20:02	0,26	н. о.*	н. о.*
арахидоновая	20:4 n6	0,12	н. о.*	н. о.*
бегеновая	22:00	0,09	0,05	0,06
лигноцериновая	24:00:00	н. о.*	0,06	0,10

* ниже уровня определения.

Три вида исследованных насекомых значительно отличались друг от друга по содержанию лауриновой кислоты, в значимом количестве присутствующей только в *H. illucens*, олеиновой кислоты, составляющей основную долю состава жиров *T. molitor*, и линолевой, наибольшее содержание которой отличало *A. domesticus*.

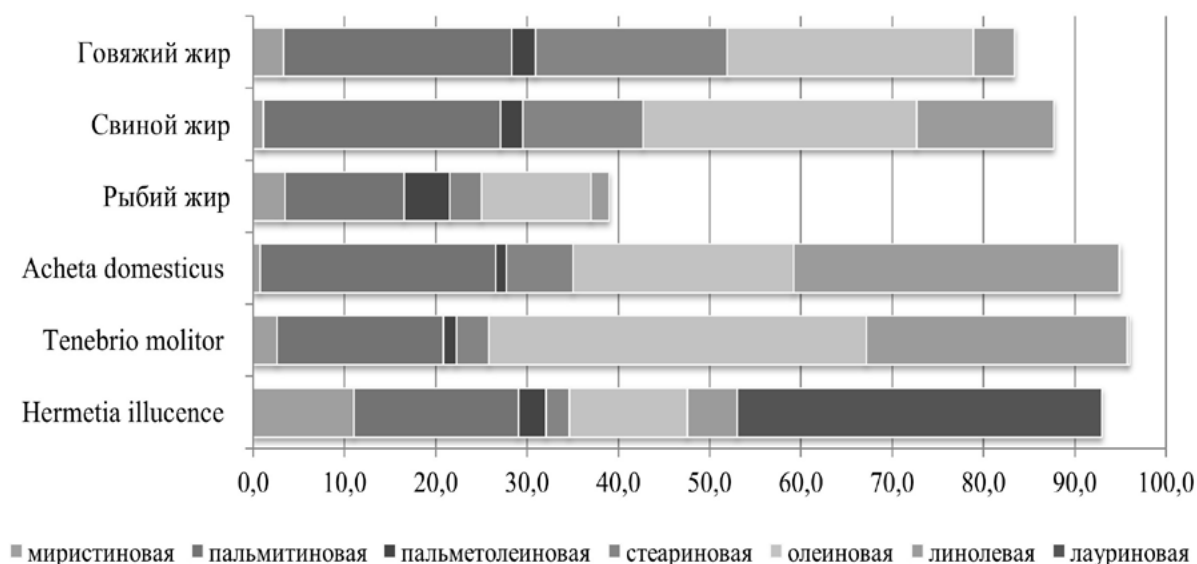


Рисунок 1 – Сравнение жирнокислотного состава насекомых и традиционных животных жиров

Анализ состава известных жиров животного происхождения (рисунок 1) позволил отметить схожесть жирнокислотного состава *H. illucens* с рыбьим жиром, содержащим 2,0–5,0 % миристиновой, 10,0–16,0 % пальмитиновой, 4,0–6,0 % пальмитолеиновой, 2,0–5,0 % стеариновой, 8,0–16,0 % олеиновой и 1,5–2,5 % линолевой кислот. Профиль жирных кислот *T. molitor* и *A. domesticus* в большей степени соответствуют свиному и говяжьему жиру (миристиновая 0,8–1,4 и 3,0–3,6, пальмитиновая 25,4–27,0 и 22,6–28,3, пальмитолеиновая 1,8–3,0 и 2,1–3,1, стеариновая 13,1–13,4 и 19,1–23,0, олеиновая 28,5–31,4 и 14,5–40,3, линолевая 7,5–22,0 и 2,0–7,0 % от общего содержания жирных кислот соответственно).

Таким образом, жирнокислотный состав изученных насекомых имеет сходные профили с жирами промысловых рыб и сельскохозяйственных животных. При этом все три вида насекомых могут быть источниками получения пальмитиновой и олеиновой кислот, дополнительно *H. illucens* является источником лауриновой и миристиновой кислот, а биомасса *T. molitor* и *A. domesticus* – линолевой.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена на средства Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания (тема № FGMF-2025-0005).

Литература

1. Грапов, А. А. Изучение жирнокислотного состава жиров животного происхождения / А. А. Грапов // Молодежь в науке – 2021 : тез. докл. XVIII Междунар. науч. конф. молодых ученых, Минск, 27–30 сент. 2021 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Ч. 2. – С. 366–368.
2. Beneficial effects of linoleic acid on cardiometabolic health: an update / K. H. Jackson, W. S. Harris, M. A. Belury [et al.] // Lipids in Health and Disease. – 2024. – Vol. 23. – Art. № 296. – DOI: 10.1186/s12944-024-02246-2.
3. The Global Food-Energy-Water Nexus / P. D’Odorico, K. F. Davis, L. Rosa [et al.] // Reviews of Geophysics. – 2018. – Vol. 56, iss. 3. – P. 456–531. – DOI: 10.1029/2017RG000591.
4. M, A. Biomedical Applications of Lauric Acid: A Narrative Review / A. M, M. A. I, K. Ramalingam, R. Shanmugam // Cureus. – 2024. – Vol. 16, iss. 6. – Art. № e62770. – DOI: 10.7759/cureus.62770.
5. Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review / N. Rubio-Rodríguez, S. Beltrán, I. Jaime [et al.] // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2010. – Vol. 11, iss. 1. – P. 1–12. – DOI: 10.1016/j.ifset.2009.10.006.

Поступила 15.09.2025

МЕТОДЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ВОДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ

Федоренко Е. В., к. м. н., доцент, fedorenko@rspch.by,
Бондарук А. М., к. м. н., pitanie_b@rspch.by,
Андреевская Е. В., chf@rspch.by,
Рута-Жуковская Е. Я., chromatographic@rspch.by,
Цыганков В. Г., к. м. н., доцент, pitanie_b@rspch.by,
Клочкова О. П., ecotox@rspch.by,
Иода В. И., ecotox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Обеспечение безопасности пищевых продуктов является одним из важнейших приоритетов в сфере здравоохранения и защиты прав потребителей. В этой связи гигиеническая оценка остаточных количеств (далее – ОК) действующих веществ (далее – ДВ) средств защиты растений (далее – СЗР) в пищевой продукции растительного происхождения приобретает особую актуальность. Это обусловлено широким использованием СЗР в сельском хозяйстве для защиты урожая от вредителей, болезней и сорняков, а также связано с потенциальной токсичностью этих веществ для здоровья человека [1–3].

В условиях агропромышленного комплекса, интенсивно применяющего широкий спектр СЗР, необходимо внедрение методов гигиенической оценки ОК ДВ СЗР в пищевой продукции растительного происхождения и воде с использованием риск-ориентированных подходов.

Данный подход предполагает систематическое выявление, оценку и управление потенциальными рисками, связанными с применением СЗР, что позволяет оптимизировать их использование, минимизировать негативные экологические и экономические последствия, а также обеспечить устойчивое развитие сельскохозяйственного производства, повысить эффективность надзорных мероприятий. Согласно статье 22 Закона Республики Беларусь «О карантине и защите растений» от 25.12.2005 № 77-3, в редакции от 19.10.2023, с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 22.04.2024, на территории Республики Беларусь допускается применение только тех СЗР, которые прошли государственную регистрацию и включены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению. Юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны СЗР при проведении карантинных фито-санитарных мероприятий и мероприятий по защите растений в строгом соответствии с санитарными нормами и правилами, иными обязательными требованиями технических нормативных правовых актов, а также с учетом рекомендаций по применению СЗР, предоставленных лицами, имеющими специальную подготовку, и с соблюдением требований законодательства в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Требования к безопасности и безвредности СЗР согласно постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.01.2017 № 9 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Гигиеническая безопасность средств защиты растений» определяются токсикологическими показателями и гигиеническими требованиями. Последние в свою очередь включают:

гигиенические нормативы на ДВ СЗР в объектах среды обитания и растительной продукции. Данные нормативы установлены гигиеническим нормативом «Показатели безопасности действующих веществ средств защиты растений в объектах среды обитания, продовольственном сырье, пищевых продуктах», «Показатели безопасности питьевой воды», «Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37 (далее – ГН 37-2021);

регламенты применения по наиболее опасному компоненту, которые определяют условия использования СЗР, включая нормы расхода, кратность обработок, сроки применения и другие параметры, обеспечивающие безопасность для здоровья человека и окружающей среды;

сроки ожидания (в днях до сбора урожая после последней обработки), т. е. периоды времени, которые должны пройти после последней обработки растений СЗР до сбора урожая. Они необходимы для того, чтобы ОК ДВ СЗР успели разложиться до безопасных уровней;

наличие ОК ДВ СЗР в сельскохозяйственной продукции и других объектах среды обитания;

оценку риска здоровью населения и работающих при применении СЗР с учетом максимальных норм расхода, кратности и различных технологий применения, которая позволяет определить потенциальную опасность для здоровья человека, связанную с применением СЗР, и принять меры для ее минимизации; обоснованность сроков безопасного выхода, работающих на обработанные участки (территории); наличие методов аналитического контроля ДВ СЗР в сельскохозяйственной продукции и объектах среды обитания.

Указанное обеспечивает комплексный подход к гигиенической безопасности СЗР для населения и работников сельскохозяйственных предприятий, при этом гигиеническая оценка ОК ДВ СЗР в пищевой продукции растительного происхождения и воде требует усовершенствования с учетом риск-ориентированной направленности надзора и лабораторного мониторинга показателей безопасности пищевой продукции.

Источники информации для гигиенической оценки ОК ДВ СЗР представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Источники информации для гигиенической оценки ОК ДВ СЗР

Критерий гигиенической оценки	Источник информации	Ссылка на электронный ресурс
Сведения о государственной регистрации	Реестры (перечни) зарегистрированных (разрешенных к применению) СЗР:	
	в Республике Беларусь	https://www.ggiskzr.by/reestr-szr/
	в Российской Федерации	http://opendata.mcx.ru/opendata/7708075454-pestitsidy
Область применения СЗР	Реестры (перечни) зарегистрированных (разрешенных к применению) СЗР:	
	в Республике Беларусь	https://www.ggiskzr.by/reestr-szr/
	в Российской Федерации	http://opendata.mcx.ru/opendata/7708075454-pestitsidy
	ГН 37-2021	https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037
Объемы использования СЗР	Раздел 15 Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (далее – раздел 15 ЕСТ)	https://eec.eaeunion.org/upload/files/depsanmer/P2_299/%d1%80%d0%b0%d0%b7%d0%b4%d0%b5%d0%bb%2015%20%d0%95%d0%a1%d0%a2.pdf
	Информация Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь об использованных СЗР	–
	Информация от производителя/поставщика продукции	–
Максимально допустимый уровень	ГН 37-2021	https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037
	Раздел 15 ЕСТ	https://eec.eaeunion.org/upload/files/depsanmer/P2_299/%d1%80%d0%b0%d0%b7%d0%b4%d0%b5%d0%bb%2015%20%d0%95%d0%a1%d0%a2.pdf
	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»	https://www.rosпотреbnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20obitaniya_compressed.pdf
	Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TEXT/?uri=CELEX%3A02005R0396-20250512
	EU Pesticides Database	https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en
	Codex Pesticides Residues in Food Online Database	https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticides/en/
	Guidelines for drinking-water quality	https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/b437749a-43f7-472f-a6d9-42596e8ac0ae/content

Критерий гигиенической оценки	Источник информации	Ссылка на электронный ресурс
Класс опасности	Паспорт безопасности	–
Метод определения	Государственный информационный фонд по обеспечению единства измерений	https://oei.by/mvi/index
	Реестр Национальной системы аккредитации Республики Беларусь, раздел «Аккредитованные испытательные лаборатории»	https://bsca.by/ru/registry-testlab/all?Search%5Bt%5D=2
Объем потребления в пищевой продукции	Данные Национального статистического комитета Республики Беларусь	–
	Нормы питания для различных групп населения, утвержденные в установленном порядке	–
	Результаты изучения фактического питания (ретроспективные и полученные в специально спланированных исследованиях)	–

Важным элементом гигиенической оценки ОК ДВ СЗР является наличие методов их контроля [4, 5]. Для определения ОК ДВ СЗР использованы методы согласно СОП 10-04/03/101-2024 «СТБ EN 15662-2017. Определение остатков пестицидов с применением ГХ-МС и/или ЖХ-МС/МС после экстракции/разделения ацетонитрилом и очистки с применением дисперсионной ТФЭ». Установлено, что из 209 определяемых СЗР 164 не зарегистрированы в Республике Беларусь, при этом для 43 % из них установлены максимальные допустимые уровни (далее – МДУ), что позволяет провести гигиеническую оценку их ОК в случае обнаружения. Для оставшихся действующих веществ СЗР, в отношении которых такие уровни не установлены, необходимо проведение дополнительного анализа согласно законодательству Европейского союза (далее – ЕС), а также стандартам Кодекс Алиментариус.

Анализ нотификаций системы Rapid Alert System for Food and Feed за 2019–2025 гг. показал, что общее количество официальных нотификаций в отношении ОК ДВ СЗР в продукции растительного происхождения в ЕС составляет около 1000. В 2022 г. 96,3 % из 110 829 проанализированных проб оказались ниже МДУ, а 3,7 % превысили этот уровень, при этом 2,2 % были несоответствующими, т. е. результаты превышали МДУ после учета погрешности измерений. Указанный источник может использоваться для определения приоритетных для контроля продукции и определяемых ДВ СЗР в импортируемой продукции. МДУ содержания ОК ДВ СЗР дифференцированы в зависимости от группы продукции (ГН 37-2021, раздел 15 Единых санитарных требований, техрегламенты ТС/ЕАЭС). При этом в пищевой продукции для детского питания в отношении ряда ДВ СЗР установлены более жесткие значения, например, для 1,1-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтана и гексахлорциклогексана (α -, β - и γ -изомеры). Также установлено, что в процессе производства продовольственного сырья, предназначенного для создания пищевой продукции для детского питания, строго запрещается использование определенных пестицидов (химическое название вещества дано с учетом продуктов распада): алдрин и диэдрин, выраженный по диалдрину; андрин; галоксифоп (в сумме – галоксифоп, его соли и эфиры, включая конъюгаты, выраженные по галоксифопу); гексахлорбензол; гептахлор и транс-гептахлора эпоксид, выраженный по гептахлору; дисульфотон (в сумме – дисульфотон, сульфоксид дисульфотона и сульфен дисульфотона, выраженный по дисульфотону); нитрофен; омэтоат; тербуфос (в сумме – тербуфос, его сульфоксид и сульфен, выраженный по тербуфосу); фенсульфотон (в сумме – фенсульфотон, его кислородный аналог и их сульфены, выраженные по фенсульфотону); фентин, выраженный по трифенилтинкатиону. Остаточные количества остальных пестицидов, не указанных в таблицах ГН 37-2021, не должны превышать 0,01 мг/кг.

Для переработанных пищевых продуктов для питания детей раннего возраста для отдельных пестицидов либо их метаболитов установлены следующие максимально допустимые остаточные уровни:

деметон-S-метил/деметон-S-метил сульфен/оксидеметон-метил (отдельно либо комбинированно, выражено как деметон-S-метил) – 0,006 мг/кг;

кадусафос – 0,006 мг/кг;

пропинеб/пропиленэтиоуреа (сумма пропинеба и пропиленэтиоуреа) – 0,006 мг/кг;

фипонил (сумма фипронила и фипрэонил-десульфенил, выражено как фипронил) – 0,004 мг/кг;

этопрофос – 0,008 мг/кг.

Совокупность указанных данных и их анализ позволили разработать методы гигиенической оценки ОК СЗР в пищевой продукции растительного происхождения и воде, основанные на риск-ориентированной категоризации продукции и на риск-ориентированной категоризации ДВ СЗР.

Гигиеническая оценка ОК ДВ СЗР в пищевой продукции растительного происхождения и воде, базирующаяся на риск-ориентированной категоризации продукции, проводится на основании:

изучения потребителей пищевой продукции растительного происхождения и воды – выделяют чувствительные группы (дети, беременные и др.);

гигиенической значимости с точки зрения здорового питания (относится ли изучаемый пищевой продукт к рационаобразующему, объем производства и потребления, способ употребления в пищу – в сыром или переработанном виде, или после тепловой кулинарной обработки, питьевой режим и баланс);

потенциала накопления и «топографической» характеристики пищевой продукции – вероятность выявления ОК ДВ СЗР в продуктах с большой и сложной поверхностью;

происхождения пищевой продукции или воды – импортная пищевая продукция и вода или отечественного производства;

«истории» соответствия пищевой продукции и воды установленным гигиеническим требованиям или обнаружения ОК СЗР.

Гигиеническая оценка ОК ДВ СЗР в пищевой продукции растительного происхождения и воде, базирующаяся на риск-ориентированной категоризации ДВ СЗР, включает оценку:

токсичных свойств и класса опасности СЗР;

стойкости СЗР в среде обитания;

определения приоритетных групп СЗР в зависимости от фитосанитарной обстановки в регионе;

объемов использования СЗР в агротехнических мероприятиях в исследуемом регионе;

объектов использования (применяются ли средства защиты растений для рационаобразующих продуктов);

организация зоны санитарной охраны в зоне влияния водозабора, применение централизованного и нецентрализованного водоснабжения.

Литература

1. Ракитский, В. Н. Токсикология пестицидов / В. Н. Ракитский // Токсикологический вестник. – 2010. – № 3. – С. 21–23.

2. Carrasco Cabrera, L. The 2020 European Union report on pesticide residues in food / L. Carrasco Cabrera, P. Medina Pastor // EFSA Journal. – 2022. – Vol. 20, iss. 3. – Art. № e07215. – DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7215.

3. Mostafalou, S. Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives / S. Mostafalou, M. Abdollahi // Toxicology and Applied Pharmacology. – 2013. – Vol. 268, iss. 2. – P. 157–177. – DOI: 10.1016/j.taap.2013.01.025.

4. Advanced sample preparation techniques for pesticide residues determination by HRMS analysis / R. Zanella, O. D. Prestes, G. Bernardi, M. B. Adaime // Applications in high resolution mass spectrometry. Food safety and pesticide residue ; ed.: R. Romero-González, A. G. Frenich. – Amsterdam, 2017. – Ch. 5. – P. 131–164.

5. Fenik, J. Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables / J. Fenik, M. Tankiewicz, M. Biziuk // Trends in Analytical Chemistry. – 2011. – Vol. 30, iss. 6. – P. 814–826. – DOI: 10.1016/j.trac.2011.02.008.

Поступила 15.09.2025

ЕДА И ЭМОЦИИ: ПОДДЕРЖКА ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ЧЕРЕЗ РАЦИОН

¹Хамидова С. А., *sita_khamidova@mail.ru*,

¹Аскаралиева Ш. А., *askaralievahruza25@gmail.com*,

²Калиберденко В. Б., к. м. н., доцент, *vit_boris@mail.ru*

¹Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», г. Симферополь

Расстройства аутистического спектра (далее – РАС) – это группа нейроразвитийных состояний, при которых у ребенка отмечаются особенности в восприятии мира, общении, обучении и поведении. Дети с РАС часто проявляют повышенную или, наоборот, пониженную чувствительность к звукам, запахам,

прикосновениям и вкусу. Эти особенности могут напрямую отражаться на их пищевых привычках, делая питание одной из наиболее сложных сфер повседневной жизни.

Многочисленные исследования подтверждают прямую связь между рационом питания и физическим здоровьем, эмоциональной устойчивостью и когнитивным развитием ребенка. Для детей с РАС эта связь особенно значима, поскольку их организм может острее реагировать на дефицит или избыток нутриентов. Например, недостаток железа и витамина D способствует снижению концентрации внимания и повышенной утомляемости, а избыток сахара может провоцировать гиперактивность и эмоциональную нестабильность.

Пищевое поведение детей с РАС характеризуется высокой индивидуальностью, однако можно выделить ряд общих особенностей:

1. Сенсорная избирательность.

Повышенная или пониженная чувствительность вкусовых, обонятельных и тактильных рецепторов приводит к тому, что дети часто выбирают пищу по внешним признакам (цвет, форма, текстура), игнорируя ее питательную ценность.

2. Ограниченный и монотонный рацион.

Как правило, рацион состоит из 5–10 предпочитаемых продуктов, что создает высокий риск дефицита витаминов, минералов, белка, клетчатки и незаменимых жирных кислот. Часто предпочтение отдается продуктам с низкой питательной плотностью (макароны, хлеб, сладости, картофель фри), усугубляя проблему.

3. Непостоянство пищевых предпочтений.

Продукты, которые ребенок ел с удовольствием, могут внезапно вызвать категорический отказ из-за малейших изменений во внешнем виде, запахе, текстуре или в связи с эмоциональным состоянием ребенка.

4. Ритуализированное пищевое поведение.

Прием пищи часто сопровождается строгими ритуалами (определенная посуда, расположение и последовательность продуктов). Нарушение этих правил может вызвать тревогу и полный отказ от еды.

5. Повышенная чувствительность к запаху и температуре.

Блюдо может быть отвергнуто только из-за его запаха, даже без дегустации. Температурные предпочтения также строгие: слишком горячая или холодная пища может быть неприемлема.

6. Соппротивление новым продуктам.

Введение новой пищи часто встречает активный протест. Для успешной интеграции необходимы постепенность, терпение и применение специальных сенсорно-игровых методик.

7. Эмоциональная связь с едой.

Определенные продукты могут выступать в роли источника комфорта и стабильности, становясь инструментом саморегуляции для снижения тревожности и эмоционального напряжения.

В совокупности эти особенности делают питание детей с РАС сложной, но крайне важной частью коррекционной работы. Родителям и специалистам необходимо учитывать сенсорные особенности, эмоциональное состояние и привычки ребенка, разрабатывая индивидуальный, безопасный и по возможности разнообразный рацион.

Питание оказывает комплексное воздействие на физическое, эмоциональное и когнитивное состояние ребенка с РАС. Ограниченный рацион, характерный для многих детей с РАС, часто приводит к дефициту ключевых питательных веществ. Недостаток белка замедляет рост и развитие мышц, дефицит железа приводит к анемии и повышенной утомляемости, а дефицит витамина D ухудшает состояние костной ткани и ослабляет иммунитет. Нарушения в работе желудочно-кишечного тракта – запоры, диарея, метеоризм – могут быть следствием несбалансированного питания или непереносимости отдельных продуктов.

Качество рациона напрямую связано с уровнем энергии ребенка. При достаточном поступлении сложных углеводов, белков и жиров сохраняется стабильная работоспособность и внимательность. Однако избыток сахара и быстрых углеводов вызывает резкие скачки активности, за которыми следует упадок сил, раздражительность и снижение концентрации. Мозг особенно чувствителен к качеству питания. Омега-3 жирные кислоты, витамины группы B, магний и цинк играют важную роль в формировании нервных связей, поддержке внимания, памяти и способности к обучению. Их дефицит способен усугублять тревожность, эмоциональную нестабильность и трудности с самоконтролем.

Рацион влияет и на поведенческие реакции. Продукты с искусственными красителями, консервантами и большим количеством сахара у некоторых детей коррелируют с повышенной возбудимостью и гиперактивностью. Напротив, диета, основанная на цельных и минимально обработанных продуктах, способствует более ровному настроению, снижению раздражительности и повышению толерантности к изменениям в окружающей среде.

Питание детей с РАС требует особого внимания, так как оно должно учитывать как физиологические потребности организма, так и сенсорные, поведенческие и эмоциональные особенности ребенка.

Диетические стратегии в этом случае не сводятся к простому набору продуктов – они становятся частью комплексного сопровождения, направленного на улучшение здоровья, поведения и общего качества жизни.

Одним из наиболее известных направлений является безглютеновая и безказеиновая диета (далее – БГБК-диета). Глютен – белок, содержащийся в пшенице, ржи и ячмене, а казеин – основной белок молочных продуктов. Считается, что у некоторых детей с РАС эти вещества могут вызывать или усиливать воспалительные процессы в кишечнике, а также влиять на работу нервной системы. Исключение глютена и казеина у таких детей может приводить к снижению раздражительности, улучшению концентрации внимания, нормализации сна и пищеварения. Однако научные данные о пользе БГБК-диеты остаются неоднозначными, и ее введение всегда должно проводиться под контролем педиатра или диетолога, чтобы избежать риска дефицита питательных веществ.

Еще одним важным направлением является отказ от продуктов, содержащих искусственные красители, ароматизаторы, консерванты и усилители вкуса. Некоторые исследования показывают, что данные пищевые добавки могут усиливать гиперактивность, повышать уровень тревожности и провоцировать всплески раздражительности у детей, особенно с повышенной чувствительностью к химическим веществам.

Для оптимальной работы мозга и нервной системы в рацион включают продукты, богатые омега-3 жирными кислотами (лосось, скумбрию, семена льна, грецкие орехи), витаминами группы В, магнием, цинком и селеном. Эти вещества участвуют в формировании и передаче нервных импульсов, поддерживают устойчивость к стрессу и способствуют нормализации сна.

Важным компонентом диетического подхода является контроль качества углеводов. Вместо быстрых сахаров, вызывающих резкие скачки уровня глюкозы и энергии, предпочтение отдают сложным углеводам – цельнозерновым кашам, овощам, бобовым, несладким фруктам. Они обеспечивают стабильное поступление энергии и снижают риск резких изменений в поведении.

Отдельно стоит отметить стратегию мягкого расширения рациона. Учитывая сенсорные особенности детей с РАС, которые часто вызывают сопротивление новым продуктам, новые блюда вводятся поэтапно: через этапы визуального знакомства, тактильного контакта, обонятельного исследования и только затем – дегустации. Игровые формы, совместное приготовление пищи и создание позитивной эмоциональной атмосферы вокруг еды помогают снизить уровень тревожности и сформировать более разнообразный рацион.

Питание детей с РАС – это не просто вопрос калорий или набора продуктов, а важнейший элемент комплексной поддержки, напрямую влияющий на физическое здоровье, эмоциональное состояние и поведение. Особенности пищевого поведения при РАС – избирательность, ограниченный рацион, сенсорная чувствительность – требуют от родителей и специалистов терпения, системности и индивидуального подхода. Грамотно составленный рацион способен восполнить дефицит необходимых питательных веществ, стабилизировать уровень энергии, улучшить работу нервной системы и, как следствие, повысить внимание, снизить раздражительность и поддержать эмоциональное равновесие. Исключение из рациона потенциально нежелательных компонентов, таких как глютен, казеин и некоторые пищевые добавки, в сочетании с обогащением питания полезными продуктами способствует уменьшению выраженности ряда нарушений и гармоничному развитию ребенка. Важно помнить, что универсальной «чудо-диеты» для детей с РАС не существует. Эффективность любого изменения питания зависит от индивидуальных особенностей организма, состояния здоровья и сенсорного профиля ребенка. Поэтому любые корректировки рациона должны проводиться совместно с педиатром, гастроэнтерологом или диетологом, чтобы избежать рисков и достичь устойчивых положительных результатов.

Питание при РАС – это путь маленьких, но последовательных шагов, которые в долгосрочной перспективе помогают ребенку чувствовать себя лучше, адаптироваться к изменениям и активнее взаимодействовать с окружающим миром. Осознанный, научно обоснованный подход к выбору продуктов становится ключом к гармонии, укрепляя здоровье и создавая прочную основу для успешной социализации и развития.

Поступила 11.09.2025

ГИГИЕНА ПИТАНИЯ. ТЕЗИСЫ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ (НА ПРИМЕРЕ РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ)

Величко О. О., *pitanie_f@rspch.by*,
Цемборович Н. В., к. м. н., *pitanie_f@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Рациональное питание представляет собой один из ключевых элементов здорового образа жизни, который обеспечивает сохранение здоровья, поддержание высокой работоспособности и является важным фактором предупреждения заболеваний. Полноценное питание характеризуется оптимальным соответствием количества и соотношений всех компонентов пищи физиологическим потребностям организма.

В настоящее время в нашей стране разработаны и внедрены требования к безопасности пищевой продукции, а также нормативные документы, определяющие рациональные нормы потребления основных пищевых продуктов, методические документы по организации питания отдельных групп населения. При этом пищевые продукты, являясь источниками поступления питательных веществ и энергии в организм человека, могут содержать вещества природного или антропогенного происхождения, которые в определенных количествах способны оказывать отрицательное воздействие.

Так, например, рыба отличается высокой пищевой ценностью, поэтому рыбные блюда широко используются в повседневном рационе, в детском и диетическом питании. Полезные свойства рыбы в первую очередь объясняются присутствием полноценного белка, незаменимых ω -3 полиненасыщенных жирных кислот, витаминов А и Д, а также необходимых для организма минералов, среди которых преобладают фосфор, кальций, калий, натрий, магний и сера. В то же время, согласно литературным данным, рыба и морепродукты могут содержать вредные загрязняющие вещества, такие как метилртуть и стойкие органические загрязнители, которые способны негативно влиять на здоровье человека.

Ртуть содержится в рыбе в трех формах – элементарной, неорганической и в органической форме в виде метилртути. Основным путем поступления метилртути в организм рыб является алиментарный. Метилртуть имеет меньший коэффициент выведения и более высокий коэффициент накопления по сравнению с неорганической формой, при этом по разным данным, от 90 до 99 % всей ртути в тканях рыб приходится на метилртуть.

Установлено, что миграция метилртути по трофической сети сопровождается 5–10-кратным увеличением ее концентрации при переходе от одного звена к следующему. Чем «выше» расположен организм в трофической цепи, тем выше в нем содержание ртути и тем большую часть от общей ртути в нем составляет метилртуть и меньшую – ее неорганические формы. Хотя содержание метилртути, обнаруживаемое в рыбе, обычно невелико (менее 0,4 мг/кг), у хищных рыб оно может достигать десятков мг/кг (ВОЗ, 2017), то есть превышать содержание ртути в среде обитания рыб в сотни тысяч и даже миллионы раз. Хищные рыбы, как наиболее крупные, долгоживущие, быстрорастущие, занимающие высшее положение в пищевой цепи, содержат больше ртути, и поэтому с точки зрения воздействия на здоровье человека представляют наибольшую опасность. Также значительные количества метилртути обнаруживаются в мясе мелкой рыбы, питающейся планктоном, который способен поглощать метилртуть.

Воздействие метилртути на плод в утробе матери приводит к деформациям конечностей, сбоям координации, дизартрии – нарушению речи вследствие органического поражения центральной нервной системы, а также к умственной отсталости.

Последствия хронического воздействия низких доз соединений ртути пока недостаточно изучены. Метилртуть негативно влияет на умственное развитие детей, ухудшая обучение, память и внимание, если они подвергались воздействию внутриутробно из-за употребления матерью морепродуктов.

Ассоциации между метилртутью и неблагоприятными последствиями для здоровья обнаружены у взрослого населения с низкой до умеренно высокой экспозиции при потреблении рыбы. В исследованиях,

проведенных Агентством по охране окружающей среды США, была установлена корреляция между потреблением загрязненной метилртутью рыбы и риском сердечных приступов. Исследование, проведенное среди рыбаков, показало, что ежедневное потребление более 30 г рыбы, загрязненной метилртутью, повышает риск возникновения сердечного приступа или смерти от сердечно-сосудистых заболеваний (B. M. Diner et al., 2019). По данным эпидемиологических исследований, опубликованных в 2022 г. Европейским агентством по безопасности пищевых продуктов (далее – EFSA), длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты из семейства ω -3, содержащиеся в жирных видах рыбы, частично способны противодействовать негативным эффектам от воздействия метилртути.

Научным комитетом EFSA разработано Руководство по оценке соотношения риска и пользы пищевых продуктов, впервые опубликованное в 2010 г. и обновленное в 2023 г., в котором представлен многоуровневый подход к качественной и количественной оценке соотношения риска и пользы. В указанном Руководстве отмечена необходимость разработки национальных подходов к оценке соотношения риска и пользы для здоровья пищевых продуктов с учетом национальных особенностей структуры потребления и нормирования содержания загрязняющих веществ в пищевых продуктах.

В настоящее время в нашей стране при разработке рекомендаций по питанию не проводится комплексная оценка пищевых продуктов с учетом пользы и возможных негативных эффектов для здоровья, в том числе при сочетанном влиянии нескольких негативных и полезных факторов питания, не проводится категоризация и ранжирование благоприятных и неблагоприятных эффектов, ассоциированных с потреблением пищевых продуктов, включая оценку содержания пищевых веществ, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на организм (например, витамин Д, селен, фолиевая кислота).

Таким образом, актуальной задачей является разработка метода комплексной гигиенической оценки пищевых продуктов с учетом пользы и негативных эффектов для здоровья. При этом разработка обсуждаемого метода и проведение такой оценки требует наличия аттестованных методик определения анализируемых показателей.

Поступила 15.09.2025

СКРИНИНГОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ РАЦИОНОВ

Величко О. О., pitanie_f@rspch.by,

Федоренко Е. В., к. м. н., доцент, pitanie_f@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Пищевые продукты являются источниками не только нутриентов, в том числе эссенциальных, но и потенциально опасных контаминантов. Для изучения химического состава рационов и оценки экспозиции используются различные методы изучения фактического питания населения. Несмотря на широкое применение методов воспроизведения (анализа частоты потребления пищевых продуктов, 24-часового воспроизведения питания, анализа меню-раскладок, пищевого анамнеза, балансового и других), они характеризуются рядом неопределенностей, так как являются расчетными и не учитывают потери и трансформацию химических веществ, которые происходят в процессе тепловой и кулинарной обработки пищевых продуктов, а также используемую воду.

Указанное обуславливает необходимость разработки методов, гармонизированных с международными подходами, которые позволили бы при относительно низкой трудоемкости получать с использованием современных аналитических методов объективные данные об уровнях и тенденциях в алиментарном хроническом поступлении химических веществ (как нутриентов, так и контаминантов химической природы) в составе рационов, максимально соответствующих типичной структуре потребления с учетом ее вариабельности.

Предложенные на международном уровне методы, основанные на исследовании полного рациона (Total diet study) описаны рамочно, в виде общих принципов и требуют методической адаптации в зависимости от национальной системы нормирования, мониторинга, методов оценки фактического питания населения, оценки рисков здоровью и имплементации в национальное законодательство.

В рамках реализации задания «Разработать и внедрить методы гигиенической оценки рационов» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение

качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, выполняемого государственным учреждением «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», разработаны методы гигиенической оценки химического состава репрезентативных рационов (скрининговый и углубленный).

Методы позволяют получить объективную информацию об алиментарном поступлении химических веществ с рационом (нутриентов и загрязняющих веществ) и могут использоваться в отношении: нутриентов, в том числе эссенциальных; химических веществ, намеренно добавляемых в пищевые продукты; остатков химических веществ, преднамеренно применяемых на начальных этапах пищевой цепи; антропогенных загрязнителей; загрязнителей природного происхождения; технологических загрязнителей; веществ, мигрирующих из упаковки или материалов, контактирующих с пищевыми продуктами.

Методы гигиенической оценки химического состава репрезентативных рационов включают следующие этапы:

- определение приоритетных химических веществ и групп населения, в отношении рационов которых необходима гигиеническая оценка;

- объединение образцов пищевых продуктов;

- формирование и исследование репрезентативных рационов;

- гигиеническая оценка содержания целевых химических веществ в репрезентативных рационах.

Разработанные методы не применяются для:

- расчета алиментарной экспозиции для населения с рационами, существенно отличающимися от среднестатистических (например, соблюдения диет, вегетарианство и т. д.), в случае отсутствия информации о структуре и условиях потребления;

- получения информации об уровнях контаминации отдельных групп пищевых продуктов;

- расчета уровней алиментарной экспозиции, ассоциированной с «острым» воздействием, возникающим в результате высоких уровней контаминации и/или потребления;

- оценки соответствия отдельных проб пищевой продукции установленным требованиям безопасности; дискретной по времени (спорадическое, ассоциированное с определенным сезоном, технологическим процессом) и месту (локально, регионально, неоднородно) контаминации пищевой продукции в случае отсутствия соответствующей релевантной информации.

Скрининговый метод предполагает выбор химических веществ, подлежащих анализу, широко распространенных в рационе и имеющих относительно однородные уровни встречаемости; используется при гигиенической оценке репрезентативных рационов населения в целом или укрупненных субпопуляций; является основой для использования (при необходимости) углубленного метода.

Углубленный метод используется в отношении химических веществ, характеризующихся неоднородным распространением в пищевых продуктах, в том числе с учетом их технологической обработки, региональных особенностей получения сырья или сезона; направлен на изучение алиментарной химической экспозиции определенных субпопуляций и групп населения.

Разработанные методы формализованы в Инструкции по применению № 033-1124 «Методы гигиенической оценки химического состава репрезентативных рационов».

Апробация методов гигиенической оценки химического состава репрезентативных рационов проводилась на примере приоритетных для республики нутриентов (селен, йод, цинк, натрий, жирные кислоты, индивидуальные сахара, пищевые волокна, витамин Д).

Поступила 16.09.2025

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЖИРЕНИЯ: РОЛЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА MTHFR

Ганпарова К. М., к. м. н., kgapparova@mail.ru,

Ланук И. А., к. м. н., lapik_@inbox.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Современные исследования подтверждают, что ожирение является результатом взаимодействия различных факторов, в том числе питания, образа жизни, генетической предрасположенности. Особый интерес представляет ген MTHFR (метилентетрагидрофолатредуктаза), кодирующий ключевой фермент метаболизма фолатов. Полиморфизм C677T этого гена ассоциирован с нарушением липидного обмена и повышением уровня гомоцистеина (далее – ГЦ), что усугубляет риски сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с ожирением.

Целью исследования явилось изучение влияния полиморфных вариантов гена MTHFR на показатели липидного обмена и уровень ГЦ у пациентов с ожирением для разработки персонализированных рекомендаций по питанию, что является одним из аспектов гигиены питания.

В исследовании приняли участие 150 пациентов с ожирением (индекс массы тела ≥ 30 кг/м²). Средний возраст обследуемых составил ($45,2 \pm 7,8$) лет. Пациентам определяли биохимические показатели в сыворотке крови на биохимическом анализаторе KONELAB Prime 60i (Thermo Scientific, Финляндия). Содержание ГЦ в сыворотке крови определяли иммуноферментным методом с использованием набора Axis Homocysteine EIA (AXIS-SHIELD, Великобритания). Полиморфизм rs1801133 гена MTHFR исследовали с помощью анализа полиморфизма длины рестрикционных фрагментов. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы SPSS Statistics 27.0.

Наше исследование показало, что у носителей аллеля Т гена MTHFR наблюдается достоверное увеличение показателей липидного обмена: общего холестерина (далее – ОХС) на 18 %, холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП) на 22 % и триглицеридов (далее – ТГ) на 15 % по сравнению с носителями аллеля С. Эти изменения сопровождались развитием умеренной гипергомоцистеинемии у 42 % обследованных пациентов с ожирением, что создает дополнительные риски развития сердечно-сосудистых осложнений у данной категории пациентов. При анализе пищевого поведения было выявлено, что носители аллеля Т потребляют избыточное количество насыщенных жиров (210 % от рекомендуемой нормы), при этом их рацион характеризуется выраженным дефицитом фолатов (68 % от нормы) и витаминов группы В (В₆ – 72 %, В₁₂ – 65 % от нормы). Корреляционный анализ продемонстрировал наличие достоверной положительной взаимосвязи между уровнем ГЦ и содержанием ОХС ($r = 0,358$) и ТГ ($r = 0,255$) в сыворотке крови.

Полученные данные подчеркивают необходимость разработки персонализированных рекомендаций по питанию для пациентов с ожирением, учитывающих их генетические особенности. Для носителей аллеля Т гена MTHFR рекомендовано ограничение потребления насыщенных жиров, обогащение питания продуктами, содержащими фолаты (зеленые листовые овощи, бобовые) и витамины группы В (мясо, рыба, молочные продукты). Особое значение приобретает внедрение программ генетического скрининга среди пациентов с ожирением и артериальной гипертензией, что позволит осуществлять раннюю профилактику сердечно-сосудистых осложнений. Образовательные программы по гигиене питания должны учитывать особенности метаболизма на генетическом уровне и включать также рекомендации по контролю уровня ГЦ. Комплексный подход, сочетающий молекулярно-генетическую диагностику, коррекцию пищевого поведения и мониторинг биохимических показателей, открывает новые возможности для эффективной профилактики, лечения ожирения и его осложнений.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

Поступила 13.08.2025

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЖИРЕНИЯ: РОЛЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА UCP2 В НАРУШЕНИЯХ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА

Ганпарова К. М., к. м. н., kgapparova@mail.ru,

Лапик И. А., к. м. н., lapik_inbox.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Проведенные научные исследования выявили значимую взаимосвязь между полиморфизмом гена UCP2 (разобщающего белка 2) и нарушениями углеводного обмена у пациентов с ожирением. Данный ген играет ключевую роль в регуляции энергетического метаболизма и окислительного стресса, что делает его важным маркером для разработки персонализированных подходов к гигиене питания.

Целью исследования явилось изучение влияния полиморфных вариантов гена UCP2 на показатели углеводного обмена у пациентов с ожирением для оптимизации рекомендаций по питанию.

В исследовании приняли участие 120 пациентов с ожирением (индекс массы тела ≥ 30 кг/м²). Средний возраст обследуемых составил ($52,4 \pm 5,8$) лет. Пациентам определяли биохимические показатели в сыворотке крови на биохимическом анализаторе KONELAB Prime 60i (Thermo Scientific, Финляндия). Генетическое тестирование: полиморфизм гена UCP2 определяли методом полимеразной цепной реакции. Оценка

статуса питания проведена с помощью анкетирования. Статистическая обработка выполнена в программе SPSS Statistics 27.0.

Проведенное исследование выявило значимые взаимосвязи между полиморфизмом гена UCP2, показателями углеводного обмена и особенностями пищевого поведения. У носителей аллеля Т (генотипы С/Т и Т/Т) обнаружены достоверно более высокие уровни гликированного гемоглобина (на 11,7 % и 30 % соответственно), препрандиальной (на 27,1 % и 45,8 %) и постпрандиальной гликемии (на 29,5 % и 50,8 %) по сравнению с носителями генотипа С/С ($p < 0,05$). Эти изменения сочетались с выраженными нарушениями питания: избыточным потреблением простых углеводов (185 % от рекомендуемой нормы) и насыщенных жиров (198 % от нормы), при этом отмечался дефицит пищевых волокон (55 % от нормы) и магния (68 % от нормы). Корреляционный анализ подтвердил прямую зависимость между потреблением простых углеводов и уровнем гликированного гемоглобина ($r = 0,42$, $p < 0,05$), а также обратную связь между потреблением клетчатки и уровнем постпрандиальной гликемии ($r = -0,38$, $p < 0,05$).

Полученные результаты имеют важное практическое значение для разработки персонализированных подходов к питанию пациентов с ожирением. Для носителей аллеля Т гена UCP2 особенно важным является строгое ограничение простых углеводов в рационе и увеличение потребления пищевых волокон. Рекомендуется включать в рацион продукты, богатые магнием. Особое внимание следует уделить режиму питания – дробному потреблению пищи с равномерным распределением углеводной нагрузки в течение дня, что особенно важно для контроля постпрандиальной гликемии. Реализация этих рекомендаций требует комплексного подхода, включающего образовательные программы для пациентов, разъясняющие важность соблюдения рекомендаций по питанию в контексте их генетических особенностей; регулярный мониторинг показателей углеводного обмена (гликированный гемоглобин, гликемический профиль) для оценки эффективности предложенных действий. Внедрение рекомендаций по питанию с генетически ориентированными подходами в клиническую практику позволит не только улучшить метаболические показатели у пациентов с ожирением, но и предотвратить развитие тяжелых осложнений, связанных с нарушениями углеводного обмена. Это требует тесного взаимодействия генетиков, диетологов и эндокринологов, а также развития системы образовательных программ для медицинских специалистов по вопросам нутригеномики и персонализированной диетологии.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

Поступила 13.08.2025

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НОВОГО ВИДА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Дурманова С. А., pitanie_f@rspch.by,
Цемборевич Н. В., к. м. н., pitanie_f@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Современные достижения науки и техники, а также глобализация продовольственного снабжения привели к появлению множества новых пищевых продуктов. Эти продукты не только расширяют выбор для потребителей, но и ставят новые задачи в обеспечении их безопасности и качества. Важно понимать как потенциальные преимущества, так и возможные риски, связанные с использованием новых пищевых технологий и источников сырья.

Для рассмотрения вопроса о допуске в обращение пищевой продукции нового вида необходимо предоставить результаты исследований образцов данной продукции, проведенных в аккредитованной испытательной лаборатории. Помимо этого, требуется предоставить другие документы, подтверждающие безопасность нового пищевого продукта для жизни и здоровья человека, а также информацию о его воздействии на организм. Эти данные должны демонстрировать отсутствие вредных эффектов такой продукции и могут быть получены из любых достоверных источников.

Технологии переработки способны изменять свойства пищевых продуктов, включая их питательные и токсические характеристики, поэтому важно оценивать влияние новых методов обработки на здоровье человека.

На сегодняшний день ни национальные нормативные акты в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, ни документы Евразийского экономического союза не устанавливают подходы к гигиенической оценке компонентного состава и пищевой допустимости пищевой продукции нового типа. Это обуславливает необходимость разработки методов для проведения такой оценки.

В научно-исследовательском институте гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» был разработан метод гигиенической оценки компонентного состава пищевой продукции нового вида, включающий токсикологическую оценку пищевой продукции нового вида на основе потенциального влияния на здоровье.

Установлено, что основой для оценки безопасности новых пищевых продуктов служит сопоставление их с традиционными аналогами, которые имеют доказанную историю безопасного использования. Сравнительный анализ пищевой ценности пищевой продукции нового вида и аналогичной продукции, полученной традиционным способом, проводится по следующим параметрам: содержание белка, жира, углеводов, жирных кислот, аминокислот, биологически активных веществ, антинутриентов и других веществ. Оценка композиционной эквивалентности пищевой продукции нового вида и его традиционного аналога проводится с учетом справочных данных о химическом составе и колебаний значений показателей пищевой ценности, характерных для пищевой продукции, полученной традиционным способом.

Токсикологическая оценка пищевой продукции нового вида на основе потенциального влияния на здоровье основывается на исследованиях абсорбции, распределении, метаболизме и выведении и токсичности *in vitro* и *in vivo*, которые дают представление о субхронической/хронической токсичности, генотоксичности, репродуктивной токсичности и иных видах токсичного действия.

При проведении оценки безопасности пищевой продукции нового вида в соответствии с предлагаемыми вариантами использования и уровнями применения следует придерживаться многоуровневого подхода:

На первом уровне проводятся исследование всасывания, исследование генотоксичности (*in vitro*) и расширенное 90-дневное исследование пероральной токсичности (*in vivo*), целью которого является выявление возможных побочных эффектов после многократного воздействия на теплокровных животных (мыши, крысы и другие животные отряда грызунов) нового пищевого продукта через зонд или с пищей в течение длительного периода времени. Результаты этих исследований могут вызвать необходимость дальнейшего тестирования.

На втором уровне проводится исследование генотоксичности *in vivo*, исследование канцерогенности, расширенное исследование репродуктивной токсичности для одного поколения, исследования абсорбции, распределения, метаболизма и выведения при однократном введении, исследование хронической токсичности, оценка пренатального развития потомства.

На третьем уровне проводятся исследования абсорбции, распределения, метаболизма и выведения при многократном введении, исследуется токсичность для репродуктивной системы и развития, проводятся специализированные исследования (иммунотоксичность, нейротоксичность, эндокринная активность, изучение механизмов канцерогенного воздействия), оценка аллергенности.

Установлены критерии обоснования необходимости токсикологических исследований на втором и на третьем уровнях.

Основаниями для проведения токсикологических исследований на втором уровне являются:

системная биодоступность – количество или часть принятой дозы испытываемого вещества, которая абсорбируется (или усваивается) в организме;

совокупность токсических эффектов, вызываемых многократным введением испытываемого вещества в одинаковой дозе в течение 90-дневного периода, соответствующего значительной части жизни мало живущих видов лабораторных животных;

положительный результат исследований генотоксичности *in vitro*.

Основаниями для проведения токсикологических исследований на третьем уровне являются:

биоаккумуляция, при которой скорость накопления вещества в организме превышает скорость его распада (метаболизации) или выведения, что приводит к постепенному увеличению количества вещества в организме;

положительный результат исследований генотоксичности *in vivo*;

положительные результаты исследований хронической токсичности/канцерогенности.

Поступила 15.09.2025

ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ И СТРУКТУРА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ, РЕАЛИЗУЕМОЙ В ТОРГОВЫХ СЕТЯХ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Козубская В. И., kozubskaya@ymrc.ru,

Мажеева Т. В., mazhaeva@ymrc.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Опрос 1500 россиян, проведенный АНО «Национальный исследовательский центр “Здоровое питание”», показал высокую заинтересованность респондентов к маркировке пищевой продукции. Подавляющее большинство потребителей (около 90 %) обращают внимание на ее срок годности, а 63 % считают не менее важными состав и дату изготовления. Одной из причин такого внимания и интереса к составу можно рассматривать широкое использование пищевых добавок производителями для придания определенных цвета, вкуса, консистенции и других привлекательных свойств продукции. Однако некоторые из них, например, подсластители, в том числе сахароспирты, и ряд красителей, могут вызывать аллергические реакции или негативно влиять на здоровье.

Целью исследования была оценка частоты встречаемости и структуры пищевых добавок в составе пищевой продукции, реализуемой в г. Екатеринбурге. Для этого в торговых сетях «Ашан», «Магнит», «Перекресток», «Красное Белое», «Пятерочка», «Монетка», «Fix Price» были сфотографированы 252 маркировки потребительской упаковки продукции. В случайную выборку включены 153 наименования молочной продукции (глазированные сырки, молочные коктейли, творог, йогурты, мороженое с фруктовыми наполнителями), 76 наименований снеков (кукурузные хлопья, сухарики, гренки, чипсы картофельные, кукурузные, пшеничные) и 23 наименования напитков безалкогольных газированных и сильногазированных с различными вкусами.

Результаты проведенного по маркировке анализа состава пищевой продукции свидетельствуют о присутствии пищевых добавок во всех исследуемых группах, в среднем по 5–6 на 1 продукт. Если рассматривать использование пищевых добавок по всем группам, то на первом месте по частоте применения стоят стабилизаторы, составляющие 29,5 % от общего количества выявленных пищевых добавок, за ними следуют ароматизаторы (18,5 %), регуляторы кислотности (15,7 %), красители (13,9 %) и усилители вкуса (10,9 %). Лидирующие позиции (46,2 %) стабилизаторы занимают в молочной продукции и включают различные виды камедей (гуаровая, ксантановая, каррагинан), соевый лецитин, пектины, желатин и другие. Причем в большей мере они используются в составе такой продукции, как мороженое – 67,3 %, йогурты – 40,1 %, сырки творожные глазированные – 50 %, для которых важно иметь однородную консистенцию. На ароматизаторы приходится 20,2 %, среди которых – 6,6 % натуральные (ванилин, персик и другие), а на красители – 14,6 %, из них 3,9 % – натуральные (каротины, антоцианы, экстракты паприки, кармины). Данные пищевые добавки придают молочным продуктам различные вкусовые характеристики: фруктовые, ягодные, ванильные, шоколадные и другие. Кроме того, 13,5 % составляют регуляторы кислотности (лимонная кислота, молочная кислота, цитраты), влияющие не только на вкус, но и на срок годности. Важно отметить, что среднее количество пищевых добавок в более сложных молочных продуктах с наполнителями, таких как йогурты, молочные десерты, мороженое варьируется от 6 до 9.

Изучение маркировки и состава безалкогольных газированных и сильногазированных напитков показало, что в структуре используемых пищевых добавок преобладают подсластители (24,6 %), регуляторы кислотности (22,3 %) и красители (18,5 %). Наиболее распространенными среди подсластителей являются: цикламат натрия, сахарин, ацесульфам калия, аспартам (содержатся в составе 35 % исследуемых образцов маркировки). Особое внимание стоит уделить красителям, таким как азорубин E122 желтый «солнечный закат» FCF E110, тартразин E102 в составе напитков безалкогольных газированных, которые, с одной стороны, придают привлекательный цвет, а с другой – могут оказывать отрицательное влияние на здоровье населения и особенно детей. Присутствие консервантов (10,8 % от общего количества пищевых добавок) обеспечивает напиткам длительный срок годности, составляющий от 6 месяцев до года. Среди консервантов стоит выделить бензоат натрия, наличие которого установлено в составе 43 % наименований напитков.

Снеки имеют яркую привлекательную упаковку и изображения с персонажами мультипликационных фильмов, что способствует выбору их для перекуса. Оценка маркировки снеков (сухарики, гренки и чипсы) показала наличие широкого спектра вкусов (соленый, сырный, сливочный, пикантный, вкус бекона, краба, сметаны и лука и другие), которые обеспечиваются за счет применения усилителей вкуса и ароматизаторов. Согласно полученным данным, усилители вкуса составляют 30,9 % всех пищевых добавок в снеках. Среди них наиболее распространенными являются глутамат натрия (E621) – обнаружен в 39,4 % образцов,

инозинат натрия (E631), гуанилат натрия (E627) – в 18,4 %. Регуляторы кислотности занимают 17 % от общего числа пищевых добавок, а ароматизаторы – 16,2 %.

Обобщая результаты, можно сделать вывод, что полученные данные демонстрируют присутствие пищевых добавок во всех исследуемых группах пищевой продукции. Наибольшее их количество в среднем на 1 продукт выявлено в снеках (6,2), затем следуют напитки (5,6) и молочная продукция (4,8). Стабилизаторы являются наиболее часто используемой категорией в молочной продукции, подсластители – в напитках безалкогольных газированных и сильногазированных, а усилители вкуса – в снеках. Стоит также отметить, что ароматизаторы и красители занимают со второго по четвертое место по частоте встречаемости во всех исследуемых группах и в среднем составляют 17,3 и 14,8 % (соответственно) от используемых пищевых добавок. По литературным данным при употреблении с различными группами пищевых продуктов пищевых добавок и их накопление может оказать негативное влияние на здоровье, поэтому важно внимательно изучать состав и формировать с раннего возраста здоровые пищевые привычки.

Кроме того, выявлены случаи предоставления производителями недостоверной информации о пищевых добавках или введения потребителя в заблуждение. Так при использовании ароматизаторов наименование продукции должно содержать указание «со вкусом» или «с ароматом». Однако это требование не всегда соблюдается. Например, наименования некоторых рассматриваемых образцов чипсов, указанные на маркировке, вводят в заблуждение, поскольку в их составе отсутствуют заявленные компоненты, а их вкус и аромат достигаются за счет ароматизаторов. В отдельных напитках безалкогольных газированных отсутствует указание наименования красителя или индекса пищевой добавки (Е) согласно Европейской цифровой системе.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение влияния экзогенной суточной нагрузки различных пищевых добавок на здоровье потребителей, особенно детей. Важно также разработать альтернативные технологии, позволяющие снизить или исключить их использование, например, в молочной продукции, играющей неосценимую роль в питании детей, обеспечивая организм необходимыми питательными веществами для роста, развития и поддержания здоровья. Учитывая актуальность здорового питания в настоящее время, производителям следует найти баланс между технологической необходимостью и заботой о здоровье и наносить на маркировке достоверную информацию для потребителя.

Поступила 02.09.2025

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НОРМИРОВАНИЯ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Королёва Д. А., pitanie_f@rspch.by,
Цемборевич Н. В., к. м. н., pitanie_f@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Полихлорированные бифенилы (далее – ПХБ) относятся к стойким органическим загрязнителям, представляют собой ряд углеводородов, содержащих производные дифенила с замещением хлором. Используются в качестве охлаждающих и смазочных материалов в трансформаторах, конденсаторах и другом электрическом оборудовании, в маслах, используемых в двигателях и гидравлических системах, в изоляционных кабелях и теплоизоляционных материалах, включая стекловолокно, войлок, пену и пробку, в красках на масляной основе, клеях, лентах, пластмассах и других товарах народного потребления. ПХБ попадают в воздух, воду и почву во время производства, использования и утилизации содержащей их продукции. Могут попасть в окружающую среду в результате случайных разливов и утечек при их транспортировке, аварийных разливах, нелегальной или ненадлежащей утилизации отходов, в результате утечек или пожаров продукции и оборудования, содержащих ПХБ, а также за счет выбросов в атмосферу в результате тепловых процессов. За многолетний период интенсивного использования ПХБ в промышленности во многих странах мира огромные количества этих соединений загрязняли окружающую среду.

Основные пути поступления ПХБ в организм человека – алиментарный, контактный (через кожу), воздушный. Алиментарный путь поступления является преобладающим.

Основная опасность ПХБ заключается в кумулятивных свойствах и отдаленных последствиях, выражающихся в том числе в канцерогенном воздействии. В низких дозах ПХБ вызывают подавление иммунной

системы и нарушают способность организма к адаптации в изменяющихся условиях внешней среды. ПХБ относятся к эндокринным дизрапторам.

Для Республики Беларусь также актуальна проблема загрязнения окружающей среды ПХБ. Установлено, что почвы загрязнены практически на всех объектах, использующих ПХБ-содержащее оборудование на открытых площадках. Общее количество таких объектов только в системе энергоснабжения более 100. Как показали результаты экспериментальных исследований, локальные по характеру использования площадки ПХБ-содержащего оборудования становятся не только очагом формирования местных аномалий, но и источником регионального загрязнения. Вследствие утечек жидкости формируются новые (вторичные) источники ПХБ, зона влияния которых практически не ограничена в силу свойств указанных соединений перемещаться с воздушными и водными потоками, включаться в биологический круговорот и распространяться далеко за пределы мест их использования и хранения. В этих условиях создается реальная угроза накопления ПХБ в сельскохозяйственной продукции, в других биотических компонентах и их поступления в организм человека.

В государствах – членах Евразийского экономического союза, в том числе в Республике Беларусь, техническим регламентом Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» ПХБ нормируются в ряде видов пищевой рыбной продукции с высоким содержанием жира (рыба, мясо морских млекопитающих, нерыбные продукты промысла, рыбная продукция для детского питания). Помимо технического регламента, в Республике Беларусь действуют локальные нормативно-правовые акты, однако в них также установлены нормативы только для рыбы и рыбной продукции.

Исследование содержания ПХБ в других рационообразующих продуктах в республике не проводилось, что не позволяет провести оценку риска здоровью, обусловленному содержанием ПХБ в пищевой продукции. При этом в исследованиях влияния ПХБ в Республике Беларусь показано, что у 10 % кормящих женщин концентрация ПХБ в грудном молоке выше, чем рекомендуемые референтные уровни. Обнаружена сильная отрицательная корреляция между уровнем контаминации ПХБ организма матери и общей характеристикой состояния новорожденного, что подтверждает наличие риска и необходимость его оценки.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения и Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов, среднее потребление диоксинов и ПХБ в Европейском регионе составляет 1,53 пг международного эквивалента токсичности (далее – ТЕQ) на 1 кг массы тела в сутки (диапазон – 0,5–3,2 пг ТЕQ на 1 кг/сут). Согласно проведенным исследованиям, измеримые концентрации ПХБ были обнаружены во многих рационообразующих продуктах животного происхождения (рыбе, мясе, птице, яйцах, молоке и молочных продуктах).

Таким образом, актуальными задачами в области нормирования ПХБ в пищевой продукции в Республике Беларусь являются разработка допустимых уровней содержания ПХБ в пищевой продукции, основанная на оценке риска здоровью с учетом структуры потребления населением республики, определения групп пищевой продукции, вносящих наибольший вклад в алиментарную экспозицию ПХБ, а также адаптация и подбор стандартизованных способов пробоподготовки для определения ПХБ в пищевой продукции, в том числе с низким содержанием жира, методом газовой хроматографии.

Поступила 15.09.2025

НОРМАТИВНЫЕ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В РОССИИ

¹Кузьмин С. В., д. м. н., профессор, kuzminsv@fferisman.ru,

¹Русаков В. Н., к. м. н., rusakovvn@fferisman.ru,

¹Есаулова О. В., к. э. н., esaulovaov@fferisman.ru,

¹Мощенская Н. В., к. х. н., moschenskaya.nv@fncg.ru,

²Горина И. Е., tipnrc@fncg.ru

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация;

²Общество с ограниченной ответственностью «Малое инновационное предприятие «Научно-производственный центр им. Ф. Ф. Эрисмана», г. Тула, Российская Федерация

Вопрос о применении радиационных технологий в Российской Федерации и странах Евразийского экономического союза в последние годы становится все более актуальным. Общемировая тенденция

сокращения применения химических токсикантов определяет необходимость применения новых технологий, среди которых использование ионизирующего излучения является одним из самых перспективных направлений. Высокая эффективность радиационной обработки пищевой и сельскохозяйственной продукции с целью соответствия установленным требованиям по показателям фитосанитарной и микробиологической безопасности подтверждена многочисленными исследованиями. Обработка ионизирующим излучением (далее – ОИИ) позволяет снизить риск пищевых отравлений, вызванных сальмонеллой, листериями, *Escherichia coli* и другими опасными бактериями.

Однако продвижение радиационных технологий в Российской Федерации и Евразийском экономическом союзе в значительной мере сдерживается отсутствием полноценной нормативной базы и достоверных методов контроля качества и безопасности облученной продукции.

Возможность применения радиационной обработки регламентируется Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011). При этом сохраняются ограничения на обработку ряда продуктов (мясо птицы, конина, мясо кролика), введенные без достаточной научной аргументации. Действующие документы носят во многом декларативный характер и не содержат дифференцированных требований к оценке безопасности и эффективности ОИИ.

Ключевым условием безопасного применения ОИИ является установление предельных уровней поглощенных продукцией доз облучения. Международный комитет экспертов ФАО/МАГАТЭ/ВОЗ на основе многочисленных исследований подтвердил безопасность обработки пищевых продуктов дозами до 10 кГр без необходимости дальнейших токсикологических исследований. Тем не менее для конкретных видов продукции и отдельных категорий населения (дети, беременные женщины, лица с хроническими заболеваниями) требуется дополнительное научное обоснование допустимых режимов и стандартизации методик. Так, действующие государственные стандарты по обработке ионизирующим излучением конкретных видов пищевой и сельскохозяйственной продукции содержат ссылки на нормы Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США и Министерства сельского хозяйства США, а также частично противоречат по максимально допустимым уровням доз международной безопасной дозе обработки конкретных видов пищевой продукции (например, ГОСТ 33271-2015 до 30 кГр).

В настоящее время в Российской Федерации функционируют промышленные центры облучения, где применяются технологии радиационной обработки. Основные направления применения технологии включают обеззараживание специй, сухофруктов, зернового сырья, продовольственного сырья животного происхождения. Однако нормативное регулирование пока не создает условий для масштабного применения технологий в отношении широкого ассортимента пищевых продуктов.

Отсутствие в технических регламентах Таможенного союза / Евразийского экономического союза методик качественной и количественной идентификации облученного сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции затрудняет контроль за их оборотом. В результате на внутреннем рынке могут находиться продукты, подвергшиеся радиационной обработке за пределами России с нарушением безопасных доз облучения без соответствующей маркировки. Указанное обстоятельство также снижает уровень прозрачности для потребителя и препятствует формированию доверия к технологии.

Необходимо также учитывать социальный аспект. Общественное восприятие радиационных технологий часто связано с неоправданным недоверием и страхами. Разъяснение потребителям преимуществ и безопасности ОИИ при наличии прозрачной нормативной правовой базы и централизованного контроля деятельности центров со стороны регулирующих органов способно сформировать положительное отношение и увеличить готовность потребителей приобретать облученные продукты.

Для широкомасштабного внедрения технологий ОИИ в Российской Федерации необходимо путем гигиенического нормирования установить безопасные и эффективные поглощенные дозы излучения, верифицировать результаты международных исследований, создать библиотеку знаний в формате утвержденных методик обработки конкретных видов продукции и национальных стандартов, внести изменения в технические регламенты Таможенного союза / Евразийского экономического союза, обеспечить функционирование централизованной системы контроля и прослеживаемости на основе современных средств дистанционного контроля (программно-аппаратный комплекс «Радуризация»).

Таким образом, развитие нормативной правовой базы, расширение научных исследований в целях гигиенического нормирования и внедрение единой системы контроля деятельности центров радиационной обработки и прослеживаемости обработанной продукции являются ключевыми условиями для устойчивого внедрения радиационных технологий в пищевую промышленность России. В совокупности эти меры позволяют использовать потенциал ОИИ для укрепления продовольственной безопасности, снижения эпидемиологических рисков и обеспечения высокого качества продукции.

Поступила 16.09.2025

РОЛЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ МИКРОНУТРИЕНТНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ И СОПУТСТВУЮЩЕЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

*Лапик И. А., к. м. н., lapik_inbox.ru,
Ганпарова К. М., к. м. н., kgapparova@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Современная эпидемиологическая ситуация характеризуется неуклонным ростом распространенности ожирения, которое все чаще встречается в сочетании с бронхиальной астмой, формируя особую категорию пациентов с комплексными метаболическими и респираторными нарушениями. Патогенетическая взаимосвязь между ожирением и бронхиальной астмой носит сложный, многокомпонентный характер. С одной стороны, ожирение приводит к системному хроническому воспалению, инсулинорезистентности и изменению механики дыхания. С другой стороны, эти изменения усугубляют течение астмы, способствуя более частым обострениям, снижению контроля над симптомами и ухудшению качества жизни пациентов. Особую роль в этом процессе играют нарушения микронутриентного статуса, которые встречаются у 60–80 % пациентов с ожирением даже при избыточной калорийности рациона. Рациональное питание приобретает особое значение в комплексном подходе к ведению таких пациентов. Изучение особенностей микронутриентного статуса у пациентов с сочетанием ожирения и бронхиальной астмы, разработка персонализированных подходов к коррекции выявленных нарушений представляется крайне актуальной задачей современной нутрициологии и пульмонологии. Это позволит не только улучшить метаболические показатели, но и повысить эффективность контроля над астмой, уменьшить частоту обострений и улучшить качество жизни данной категории пациентов.

Целью исследования явилась оценка микронутриентного статуса у пациентов с ожирением I–III степени и сопутствующей бронхиальной астмой для разработки персонализированных рекомендаций по коррекции выявленных нарушений.

В исследование включено 15 пациентов с ожирением и бронхиальной астмой, находившихся на лечении в отделении реабилитационной диетотерапии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи». Для определения концентрации 25-гидроксивитамина D в сыворотке крови использовали иммуноферментный метод с помощью набора 25-Hydroxy Vitamin D EIA (Immunodiagnostic systems, Великобритания). Концентрацию минеральных веществ (калия, магния, кальция, натрия) в сыворотке крови определяли колориметрическими методами с помощью наборов ОАО «Витал Девелопмент Корпорэйшн» (Россия), на биохимическом анализаторе KONELAB Prime 60i (Thermo Scientific, Финляндия). Статистическую обработку данных проводили с помощью программы SPSS Statistics 27.0.

Проведенное исследование 15 пациентов с ожирением (со средним ИМТ $(37,2 \pm 2,1)$ кг/м²) и сопутствующей бронхиальной астмой выявило выраженные нарушения микронутриентного статуса. Наиболее значимым оказался дефицит 25(OH)D ($(14,9 \pm 1,6)$ нг/мл при норме > 30 нг/мл), демонстрирующий выраженную отрицательную корреляцию с ИМТ ($r = -0,62$, $p < 0,05$). Параллельно были обнаружены сниженные уровни магния ($(0,65 \pm 0,05)$ ммоль/л) и кальция ($(2,05 \pm 0,1)$ ммоль/л), при этом показатели натрия и калия оставались в пределах референсных значений.

Полученные данные демонстрируют необходимость разработки комплексных программ нутритивной поддержки для пациентов с ожирением и бронхиальной астмой. Ключевыми направлениями такой поддержки должны стать: регулярный мониторинг уровня витамина D с обязательной последующей коррекцией его дефицита, что особенно важно, учитывая выявленную отрицательную корреляцию между уровнем 25(OH)D и ИМТ; целенаправленное восполнение недостатка магния и кальция через оптимизацию диетотерапии с возможной дополнительной фармакологической коррекцией при выраженном дефиците; внедрение специализированных образовательных программ по гигиене питания, направленных на формирование правильных пищевых привычек и повышение приверженности пациентов к диетическим рекомендациям; разработка индивидуального подхода к составлению рациона с обязательным учетом особенностей течения бронхиальной астмы и степени метаболических нарушений. Реализация этих мер в клинической практике позволит существенно улучшить контроль над течением обоих заболеваний, снизить частоту и тяжесть обострений бронхиальной астмы, а также значительно повысить качество жизни пациентов. Особое значение в настоящее время приобретает профилактика микронутриентной недостаточности как важнейшего компонента комплексной терапии сочетанной патологии. Соблюдение принципов рационального питания, включающее сбалансированный подбор продуктов, контроль их качества

и безопасности, а также соблюдение режима питания, играет фундаментальную роль в поддержании оптимального нутритивного статуса и должно рассматриваться как неотъемлемая часть терапевтической стратегии при ведении пациентов с ожирением и бронхиальной астмой.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

Поступила 11.08.2025

СОВРЕМЕННЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ ОЖИРЕНИЯ

Лапик И. А., к. м. н., lapik_inbox.ru,

Ганпарова К. М., к. м. н., kgapparova@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

В современных условиях распространенность избыточной массы тела и ожирения достигла масштабов глобальной эпидемии, что требует усиления мер первичной профилактики. Основной причиной ожирения является дисбаланс между энергопотреблением и энерготратами, обусловленный избыточной калорийностью рациона на фоне низкой физической активности. Особую роль играет нарушение структуры питания: избыток жиров, простых углеводов и дефицит пищевых волокон, витаминов, минеральных веществ. Несмотря на активное изучение питания пациентов с ожирением, остается недостаточно исследованным вопрос рационального питания у лиц с сопутствующей артериальной гипертензией, что требует разработки профилактических стратегий.

Целью исследования явилась оценка фактического питания у пациентов с ожирением и артериальной гипертензией для разработки мер профилактики.

Обследовано 300 пациентов с ожирением I–III степени и артериальной гипертензией. Средний возраст составил $(55,7 \pm 5,0)$ года. Оценка питания проводилась с использованием компьютерной программы «Анализ состояния питания человека», которая анализирует калорийность, химический состав рациона, частоту потребления продуктов и риск алиментарно-зависимых заболеваний. Статистическая обработка выполнена в SPSS Statistics 27.0.

У пациентов с ожирением и артериальной гипертензией выявлена избыточная калорийность рациона, преимущественно за счет жиров (223 % от рекомендуемой нормы потребления (далее – РНП)) и белков (162 % от РНП). Потребление холестерина превышало норму на 31 %, натрия – на 238 %, что критично при артериальной гипертензии. Дефицит пищевых волокон (51 % от РНП) и сложных углеводов (72 % от РНП) указывает на несоблюдение принципов гигиены питания. Отмечен дисбаланс микронутриентов: недостаток кальция (79 % от РНП), магния (71 %), железа (88 %), витаминов группы В (В1 – 73 %, В2 – 81 %), при избытке витаминов А (178 %) и С (203 %).

Проведенное исследование выявило нарушения принципов рационального питания у пациентов с ожирением и артериальной гипертензией, наиболее выраженными из которых были избыточное потребление животных жиров (223 % от РНП), способствующее развитию атеросклероза, чрезмерное потребление поваренной соли (238 % от РНП), усугубляющее течение гипертензии, и дефицит пищевых волокон (51 % от РНП), нарушающий работу желудочно-кишечного тракта. Выявленные дисбалансы в питании, включая избыток простых углеводов и дефицит витаминов группы В, магния и кальция, свидетельствуют о системном нарушении питания в изучаемой группе, что требует комплексной коррекции с позиций профилактической медицины. Для первичной профилактики ожирения и его осложнений необходимо внедрение образовательных программ по рациональному питанию с акцентом на контроль калорийности рациона, снижение потребления скрытых жиров и соли, увеличение доли овощей, фруктов и цельнозерновых продуктов, а также разработка индивидуальных рекомендаций по коррекции витаминно-минерального статуса. Важное значение имеет популяризация принципов рационального питания через средства массовой информации и социальные программы. Особое внимание следует уделить питанию в домашних условиях, так как исследование показало, что основные нарушения формируются именно в условиях семейного пищевого поведения, что требует развития системы диетологического сопровождения таких пациентов. В качестве практических рекомендаций предлагается внедрить скрининговые программы оценки пищевого статуса для групп риска, разработать методические рекомендации по гигиене питания для пациентов

с ожирением и гипертензией, а также обучить терапевтов основам нутрициологического консультирования. Таким образом, гигиена питания должна стать ключевым элементом профилактических программ для пациентов с ожирением, что позволит не только улучшить показатели здоровья, но и снизить риск развития алиментарно-зависимых заболеваний.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

Поступила 11.08.2025

ПОТРЕБНОСТЬ В ЭНЕРГИИ У СПОРТСМЕНОВ-ЮНИОРОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ТЕННИСЕ

Раджаббадиев Р. М., 89886999800@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Изучение потребности юных спортсменов в энергии имеет первостепенное значение при планировании тренировочного процесса, разработке индивидуальных программ питания и обеспечении адекватного восстановления организма, особенно в период интенсивного роста и формирования функциональных систем у юных спортсменов. В отличие от взрослых, юниоры обладают более высоким относительным уровнем метаболизма и повышенной чувствительностью к дефициту энергии.

Энерготраты в теннисе являются одними из самых высоких среди одиночных игровых видов спорта, поскольку игра включает частые ускорения, многократные изменения траекторий и высокую психологическую нагрузку. Недостаточное обеспечение энергетических потребностей юных спортсменов способно приводить к переутомлению, задержке физического развития, нарушению гормонального статуса и росту риска травматизации. В связи с этим нами было проведено исследование, целью которого явилась оценка суточных энерготрат спортсменов-юниоров, специализирующихся в теннисе. В исследовании приняли участие 19 спортсменов-теннисистов, средний возраст которых составил $(12,0 \pm 2,8)$ лет. Методом непрямой калориметрии на газоанализаторе K5 (COSMED, Италия) измерили скорость метаболизма в состоянии покоя. С помощью гарвардского степ-теста оценили зависимость частоты сердечных сокращений (далее – ЧСС) и персональных энерготрат. Суточный мониторинг ЧСС проводили с помощью кистевого пульсометра Polar M200 (Финляндия). Калибровочную зависимость ЧСС и персональных энерготрат получали с помощью уравнения линейной регрессии методом наименьших квадратов. Одновременно проводили хронометраж суточной активности спортсмена, где подробно описывали время и характер выполняемой работы тренировочного периода, периода досуга и сна.

Среднегрупповые показатели скорости метаболизма в состоянии покоя у спортсменов составили (1189 ± 217) ккал/сут, тогда как суточные энерготраты – $(2142,7 \pm 535,0)$ ккал/сут. Коэффициент физической активности, который характеризует соотношение фактических суточных энерготрат к величине основного обмена, у обследуемых спортсменов равнялся $(1,75 \pm 0,30)$ (min 1,22; max 2,39). При этом энерготраты тренировки (1,5-часовой) составили $(410,3 \pm 139,0)$ ккал. Из общего времени тренировки на 4-ю и 5-ю пульсовую зону пришлось 8 % времени, в то время как на 1-ю и 2-ю пульсовую зону – 82 % тренировочного времени. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что теннис относится к видам спорта с умеренной физической активностью. Систематическое изучение и мониторинг энерготрат у детей-спортсменов является необходимым условием для обеспечения безопасного и эффективного тренировочного процесса, оптимизации питания и сохранения здоровья на долгосрочной перспективе.

Поступила 15.09.2025

ОЦЕНКА НУТРИЕНТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ КОНТИНГЕНТОВ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА

Русаков В. Н., к. м. н., vladrus2005@gmail.com

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Обеспечение адекватного и сбалансированного питания для работающих во вредных и опасных условиях труда является критически важным элементом профилактики профессиональных заболеваний и сохранения здоровья. Целью работы стала комплексная оценка фактического питания и нутриентной обеспеченности данной категории населения для разработки научно обоснованных рекомендаций по совершенствованию системы лечебно-профилактического питания (далее – ЛПП).

В исследовании применялся комплексный методический подход, включавший оценку режима и рациона питания, анкетирование, антропометрию (оценка индекса массы тела) и биохимический анализ биомаркеров нутриентного обмена (общий белок, липидный профиль, углеводный обмен). Данные сопоставлялись с нормами физиологических потребностей (МР 2.3.1.0253-21). Помимо углубленного обследования 75 рабочих горнодобывающей отрасли, проведенного в ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, был проведен анализ результатов научных исследований фактического питания и нутриентной обеспеченности различных профессиональных групп в Российской Федерации за период 2015–2025 гг. Исследования охватили работников авиационной промышленности, тепловых электростанций (далее – ТЭЦ), а также металлургических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Проведенный анализ позволил выявить общие и специфические закономерности.

Выявлен ряд типичных нарушений в питании работников, занятых на различных вредных производствах. Структура питания характеризуется выраженным дисбалансом макронутриентов: избыточным потреблением общих и насыщенных жиров при значительном недостатке сложных углеводов и пищевых волокон. Повсеместно отмечается дефицит витаминов (А, С, D, В₁, В₂, В₆, фолиевой кислоты) и микроэлементов (кальция, калия, магния, цинка, йода).

Исследование рабочих горнодобывающей отрасли (n = 75) выявило нарушения в структуре питания: нерегулярный прием пищи, смещение основной калорийности рациона на вечернее время, а также избыточное потребление жиров (32 % от суточной калорийности). Кроме того, у 54,2–72,3 % обследованных был зафиксирован дефицит витаминов (А, С, В₁, В₂) и микроэлементов (кальций, магний).

Данные по другим контингентам (металлурги, нефтехимики, рабочие ТЭЦ) позволили выявить общую тенденцию: рацион характеризуется высокой энергетической плотностью, избытком жиров, сахаров и соли, недостатком полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон и микронутриентов. Широко распространены избыточная масса тела, ожирение и атерогенная дислипидемия (повышение общего холестерина, холестерина липопротеинов низкой плотности, триглицеридов). У работников, контактирующих с химическими факторами (редкоземельные металлы, свинец, асбест, органические растворители), зафиксированы усиление перекисного окисления липидов и снижение антиоксидантной защиты.

В материалах проанализированных исследований нутриентного статуса лиц, работающих в условиях вредных производств, изначально отсутствовала оценка получаемого работниками лечебно-профилактического питания, его состава и адекватности воздействующим производственным факторам. Поэтому провести соответствующий аналитический обзор не представилось возможным. В то же время проведенный нами анализ показал, что даже получение действующих рационов ЛПП на ряде предприятий горнодобывающей отрасли не всегда компенсирует выявленные глубокие нарушения нутриентного статуса, обусловленные как несбалансированностью основного рациона, так и повышенными физиологическими потребностями в условиях воздействия вредных факторов.

Результаты исследования позволили установить, что нутриентная обеспеченность рабочих различных промышленных предприятий, занятых во вредных условиях труда, является существенно несбалансированной и требует системной коррекции. Учитывая, что традиционные рационы ЛПП не в полной мере решают проблему дефицита микронутриентов и дисбаланса макронутриентов, в качестве перспективного направления предлагается разработка и широкое внедрение специализированной пищевой продукции (далее – СПП), адаптированной к конкретным профессиональным группам и условиям труда. Данная продукция должна быть безопасной, иметь сбалансированный состав, легко усваиваться и компенсировать выявленные дефициты (пищевые волокна, витамины-антиоксиданты, макро- и микроэлементы). Использование СПП различных форм (обогащенные концентраты, функциональные кисломолочные продукты, витаминно-минеральные комплексы) в сочетании с коррекцией основного рациона позволит целенаправленно

улучшить нутриентный статус и снизить риски алиментарно-зависимых заболеваний среди работающих во вредных условиях.

Поступила 18.09.2025

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКОТОКСИНАМИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА УРОЖАЯ 2024 ГОДА

*Спиридонова А. Л., a_l_spiridonova@mail.ru,
Седова И. Б., к. б. н., isedova@ion.ru,
Чалый З. А., tokka66@bk.ru,
Компанинцева Д. М., pestrolistay@mail.ru,
Иванова У. В., ds557@mail.ru,
Захарова Л. П., к. б. н., zaharova@ion.ru,
Тутельян В. А., д. м. н., профессор, академик РАН, tutelyan@ion.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Обеспечение населения безопасной пищевой продукцией является первостепенной задачей обеспечения национальной безопасности страны согласно Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации. Под безопасностью понимают состояние обоснованной уверенности в том, что пищевые продукты при обычных условиях их использования не являются вредными и не представляют опасности для здоровья нынешнего и будущих поколений.

Одним из факторов, обеспечивающих безопасность пищевой продукции, является контроль за содержанием в ней токсичных загрязнителей, включая микотоксины (далее – МТ), которые образуются в процессе жизнедеятельности токсигенных штаммов плесневых грибов. Как известно, плесневые грибы проявляют толерантность к различным условиям окружающей среды и способны развиваться при повышенной температуре и влажности. Данные факторы, в свою очередь, способствуют широкому распространению плесеней и их росту на различных субстратах, включая зерновые культуры, являющиеся стратегически важным продовольственным сырьем для пищевой промышленности.

МТ могут продуцироваться различными родами плесневых грибов, такими как *Fusarium* (дезоксиниваленол (далее – ДОН), зеараленон (далее – ЗЕН), токсин Т-2 (далее – Т-2), фумонизины (далее – ФВ1 и ФВ2)), *Aspergillus* и *Penicillium* (афлатоксин В1 (далее – АФЛ В1) и охратоксин А (далее – ОТА)), *Alternaria* (альтернариол (далее – АОН), его метиловый эфир (далее – АМЭ), альтенуен (далее – АЛТ), тентоксин (далее – ТЕН), теназоновая кислота).

Целью нашего исследования являлось изучение загрязненности широким спектром микотоксинов продовольственного зерна урожая 2024 г. из различных регионов Российской Федерации.

Образцами для исследования являлись 238 проб продовольственного зерна, предоставленных территориальными управлениями Роспотребнадзора из следующих Федеральных округов (далее – ФО) Российской Федерации: Центрального (далее – ЦФО), Южного (далее – ЮФО), Приволжского (далее – ПрФО), Северо-Западного (далее – СЗФО), Уральского (далее – УФО), Сибирского (далее – СибФО), Северо-Кавказского (далее – СКФО), Дальневосточного (далее – ДВФО). Всего за исследованный период проанализировано 140 проб пшеницы, 35 – ячменя, 30 – кукурузы, 16 – овса, 10 – ржи, 4 – сои, 2 – риса и 1 – чечевицы.

Исследование проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с tandemной масс-спектрометрией согласно МВИ 410/4-2020 «Метод мультidetекции микотоксинов в зерне и первичных продуктах переработки». Была изучена контаминация проб 30 микотоксинами (ДОН, ЗЕН, Т-2, НТ-2, ОТА, АФЛ В1, В2, G1, G2, стеригматоцистин (далее – СТЦ), ФВ1, ФВ2, 3-ацетил дезоксиниваленол (далее – 3-ацДОН), 15-ацДОН, фузаренон Х), ниваленол (далее – НИВ), неосоланиол (далее – НЕОС), α- и β-зеараленолы (α- и β-ЗЕЛ), Т-2 триол, цитринин (далее – ЦИТ), токсины грибов рода *Alternaria* (далее – АТ) АОН, АМЭ, ТЕН, АЛТ. Дополнительно был проведен скрининг загрязнения зерна охратоксином В (далее – ОТВ), микофеноловой кислотой, энниатином В (далее – ЭНН В), циклопиазоновой кислотой и диацетоксискирпенолом (далее – ДАС).

Среди регламентируемых согласно ТР ТС 015/2011 и ТР ТС 021/2011 МТ в продовольственном зерне нами был выявлен ДОН в 14 % исследуемых образцов в диапазоне от 0,10 до 2,74 мг/кг. При этом превышение

максимального допустимого уровня ДОН (0,7 мг/кг) было обнаружено в 2 образцах пшеницы. Чаще других культур была загрязнена кукуруза (треть от всех образцов кукурузы). В образцах из ЮФО токсин выявляли чаще, чем из других ФО.

Т-2 было загрязнено 5 % исследуемых образцов в количествах, не превышающих максимального допустимого уровня ((далее – МДУ) (0,1 мг/кг), от 0,016 до 0,086 мг/кг. Наиболее загрязненной культурой являлся овес (33 % проб содержали данный токсин).

ОТА обнаруживали в двух образцах пшеницы (0,001 и 0,003 мг/кг) и одной пробе ячменя (0,002 мг/кг) из ЮФО и ПрФО.

ЗЕН были загрязнены 2 пробы из ДВФО: овес на уровне 0,24 мг/кг и пшеница (0,18 мг/кг).

АФЛ В1 в ходе проведенных исследований детектирован не был.

ФВ1 и ФВ2 были выявлены только в образцах кукурузы, которая является характерным субстратом для данных МТ. Чаще обнаруживали ФВ1 (53 % контаминированных проб в количестве от 0,31 до 2,67 мг/кг). ФВ2 выявляли в 37 % случаев в диапазоне от 0,14 до 0,67 мг/кг. При этом превышение МДУ суммы фумонизинов (4,0 мг/кг) выявлено не было. Загрязненные образцы поступили преимущественно из ЮФО, а также из ЦФО, СКФО и ДВФО.

Помимо регламентируемых в настоящее время в Российской Федерации МТ, плесневые грибы, как упоминалось ранее, способны продуцировать широкий спектр МТ, нерегламентируемых в настоящее время. К таким токсинам относят АТ – АОН, АМЭ, ТЕН, АЛТ, фузариотоксины (ЭНН В, 3-ацДОН, 15-ацДОН) и ряд прочих МТ.

Самыми часто обнаруживаемыми среди нерегламентируемых МТ были ТЕН (35 %), ЭНН В (28 %), реже – НЕОС, АОН, АМЭ. Остальные МТ (ОТВ, СТЦ, ЦИТ, 15-ацДОН, ДАС, НТ-2, НИВ) обнаруживали в отдельных случаях.

ТЕН был обнаружен на уровнях от 0,004 до 0,144 мг/кг, преимущественно в пробах овса (80 %), пшеницы (44 %) и ржи (40 %). Высокими уровнями загрязнения ТЕН отличалось зерно овса и пшеницы: диапазон загрязнения в них варьировал от 0,006 до 0,144 мг/кг (в среднем 0,036 мг/кг) и от 0,004 до 0,143 мг/кг (в среднем 0,06 мг/кг) соответственно. Контаминированное зерно поступило из ПрФО, УФО, СибФО и ДВФО.

Диапазон загрязнения продовольственного зерна ЭНН В варьировал от 0,005 до 0,943 мг/кг. Этот токсин являлся приоритетным загрязнителем ячменя (частота обнаружения 53 %) и ржи (40 %). Контаминированные образцы зерна были получены из всех ФО, но чаще и на высоких уровнях загрязнения в пробах из СибФО, УФО и СЗФО.

АОН был детектирован в 16 (7 %) образцах на уровне от 0,026 до 1,339 мг/кг, преимущественно в овсе, а также в ячмене, ржи, кукурузе и пшенице. Пробы контаминированного зерна были получены из СибФО, ПрФО, УФО, ДВФО, ЮФО и ЦФО.

Наряду с АОН в 10 пробах (ячмень – 4, овес – 3, рожь – 2, кукуруза – 1) был выявлен АМЭ на уровне от 0,050 до 0,303 мг/кг. Загрязненные пробы овса поступили из УФО, ДВФО и ПрФО, ячменя – из СибФО и ЮФО, кукурузы – из ЮФО, ржи – из СибФО и ПрФО.

НЕОС был найден в 3 % исследуемых образцов в диапазоне от 0,003 до 0,013 мг/кг в образцах кукурузы (5), овса (1) и пшеницы (1).

Нерегламентируемые МТ «грибов хранения» (роды *Penicillium* и *Aspergillus*), такие как ОТВ, СТЦ, ЦИТ обнаруживали в единичных образцах.

Загрязнение образцов НИВ, ДАС, 15-ацДОН, НТ-2, относящихся к метаболитам плесневых грибов рода *Fusarium*, также выявляли в отдельных случаях.

Проведенное исследование свидетельствует о наличии МТ в 60 % проб зерна урожая 2024 г. Анализ частоты загрязнения продовольственного зерна МТ показал, что чаще в зерне урожая 2024 г. обнаруживали ТЕН (35 %), ЭНН В (28 %), ДОН (14 %), АОН (7 %) и Т-2 (5 %). Превышение МДУ ДОН выявлено в двух образцах пшеницы. Кроме того, комбинированное загрязнение было найдено в 72 из 238 проб, что не исключает возможность проявления ими аддитивного и синергического токсического эффекта.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности проведения мониторинга содержания как регламентируемых, так и не регламентируемых МТ в продовольственном зерне.

Поступила 18.09.2025

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИЗБЫТОЧНОЙ МАССЫ ТЕЛА И ОЖИРЕНИЯ СРЕДИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ КУРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

*Черных А. М., д. м. н., профессор, chernykh@kursksmu.net,
Левит Е. В., lelevit@yandex.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курск, Российская Федерация

На протяжении всех времен здоровье человека было одним из актуальных вопросов для обсуждения, а масса тела служит одним из ключевых критериев оценки состояния организма, который зависит от образа жизни человека, генетической предрасположенности, социальных условий, а также от пола и возраста. В настоящее время очень остро стоит проблема распространения избыточной массы тела и ожирения. Еще в 1997 г. Всемирная организация здравоохранения (далее – ВОЗ) официально объявила ожирение глобальной эпидемией. Это подтверждают данные Федеральной службы государственной статистики за последние годы. Так, на 2022 г. было зафиксировано 419 тыс. новых случаев ожирения, данный показатель на 2021 г. составлял 383 тыс. человек, а в 2020 г. – 372 тыс. человек.

Цель исследования – проанализировать распространенность проблемы избыточной массы тела и ожирения среди российских и зарубежных обучающихся ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России (далее – КГМУ).

Материалом научной работы стал специально подготовленный опросник в формате Google forms. Всего приняло участие в опросе 180 обучающихся в возрасте от 18 до 22 лет: 106 – российские студенты (I группа), 74 – иностранные (II группа). Одним из ключевых методов исследования стала процедура антропометрии. Измерительная процедура проводилась в здравпункте, оценка роста проводилась с помощью ростомера (Р-Ст-«МСК»), определение веса посредством механических весов SECA 700, для замера окружности талии применялась сантиметровая лента. Степень ожирения устанавливалась с применением индекса массы тела (далее – ИМТ) и окружности талии (далее – ОТ), в соответствии со стандартами ВОЗ. Для обработки полученных сведений использовались методы сравнения и описательной статистики (Statistica 10.0).

При проведении статистического анализа была отвергнута гипотеза о нормальности распределения по всем исследуемым показателям. В первой группе обучающихся у 62 % зафиксирован оптимальный уровень ИМТ, недостаток массы тела наблюдается у 4 %. Однако 6 % имеют избыточную массу тела и у 8 % обнаружено ожирение, причем 2 % из них страдают ожирением I степени, 3 % – ожирением II степени. Оставшиеся 3 % характеризуются ожирением III степени. Во второй группе испытуемых показатели существенно отличаются: у 57 % отмечен нормальный ИМТ, у 30 % наблюдается избыточная масса тела, 9 % столкнулись с проблемой ожирения I степени, а у 4 % зафиксирован дефицит массы тела. Статистический анализ методом U-критерия Манна – Уитни параметра ИМТ в I и II группах подтвердил статистически значимые различия ($p < 0,0$; $U = 783$; $Z = -5,2$). Также для оценки наличия избыточной массы тела был использован критерий окружности талии. Были получены следующие результаты: 79 % девушек и 71 % юношей среди русскоязычных студентов имели окружность талии в пределах нормы ($ОТ < 80$ см у женского пола, $ОТ < 94$ см у мужского пола). Среди иностранных обучающихся 67 % и 80 % соответственно. При сравнении российской и англоговорящей выборки с помощью U-критерия Манна – Уитни не было обнаружено статистически значимых различий в показателях окружности талии ($p = 0,1$).

Согласно результатам анкетирования, доля студентов с избыточной массой тела среди англоязычных респондентов на 25 % превысила аналогичный показатель среди русскоговорящих студентов. Ожирение I степени у иностранных учащихся в 2 раза чаще встречается, по сравнению с русскоговорящими. Ожирение II и III степени обнаружено исключительно в группе русскоговорящих студентов, с распространенностью по 3 % для каждой из этих степеней. Проведенное исследование позволяет определить распространенность избыточной массы тела и ожирения среди студентов, что может выступить фундаментом для разработки эффективных мер профилактики и коррекции данных состояний.

Таким образом, проблема избыточной массы тела не теряет своей актуальности в обеих группах, что указывает на необходимость повышения осведомленности молодежи о важности ведения здорового образа жизни и соблюдении принципов рационального питания.

Поступила 18.09.2025

ХРОНИЧЕСКИЙ СТРЕСС КАК ФАКТОР РИСКА НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У РАБОТНИКОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шеенкова М. В., sheenkova.mv@fncg.ru,

Яцына И. В., yacyna.iv@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Рациональное питание занимает ключевое положение в системе детерминант здоровья, оказывая существенное влияние на риск развития хронических неинфекционных патологий. Современные исследования демонстрируют выраженный диссонанс между физиологическими потребностями организма и сложившимися в социуме моделями пищевого поведения, что способствует формированию стойких метаболических нарушений. Наиболее клинически значимыми последствиями таких отклонений становятся висцеральное ожирение, инсулинорезистентность, активация низкоинтенсивного воспаления.

Хронический стресс работников вредных производств представляет собой значимую медико-социальную проблему, оказывающую комплексное негативное воздействие на здоровье, в том числе через изменение пищевого поведения.

Особую значимость данная проблема приобретает в контексте профилактики алиментарно-зависимых заболеваний (ожирение, гипертоническая болезнь, сахарный диабет 2 типа), риск которых у работников промышленных предприятий повышается в условиях воздействия производственных вредностей.

Изучение взаимосвязи хронического стресса и нарушения принципов здорового питания актуально с позиций внедрения корпоративных профилактических мер, направленных на оптимизацию режима питания и коррекцию пищевого поведения работников вредных производств.

Цель исследования – изучение взаимосвязи хронического стресса с нарушением пищевого поведения у работников горно-обогатительного комбината.

В исследование включены 140 работников горно-обогатительного комбината, трудящиеся в условиях воздействия вредных производственных факторов: производственный шум, общая вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, тяжесть трудового процесса. Средний возраст обследованных (Me [Q1–Q3]) – 42,0 года [35,00–48,00]; средний стаж работы по специальности 12,0 лет [11,5–19,5]. На этапе обязательного медицинского осмотра проведена комплексная оценка пищевых привычек, направленная на выявление нарушений принципов рационального питания: хронический дефицит растительной пищи – суточное потребление свежих овощей и фруктов менее 400 г; отсутствие контроля содержания холестерина при выборе и приготовлении продуктов; потребление более шести стандартных порций сахаросодержащих продуктов ежедневно; избыток в рационе поваренной соли – привычка дополнительно подсаливать блюда без предварительной оценки их вкусовых качеств. Для определения уровня психоэмоционального напряжения была использована шкала психологического стресса Ридера, в которой эмоциональное напряжение оценивается по ранговой шкале со значениями высокий, средний, низкий.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.5.0 (разработчик – ООО «Статтех», Россия).

Результаты исследования продемонстрировали значительные отклонения от норм здорового питания среди обследованных работников. Наиболее распространенными нарушениями стали дефицит растительной пищи (67,1 % случаев) и отсутствие контроля за потреблением холестеринсодержащих продуктов (65,7 %). Почти половина участников (46,4 %) злоупотребляла продуктами с высоким содержанием добавленного сахара, а более трети (34,2 %) имели привычку автоматически досаливать пищу.

Анализ анкетных данных показал, что лишь 19,3 % работников придерживались основных принципов сбалансированного питания. Среди остальных респондентов наблюдалась следующая градация нарушений: 21,4 % отклонялись по одному показателю, 16,4 % – по двум критериям. Наибольшую группу 30,7 % составили те, кто не соблюдал сразу три важных аспекта здорового питания, а 12,4 % обследованных не соблюдали все четыре ключевых принципа рационального пищевого поведения.

Среди всех обследованных низкий уровень хронического стресса по вопроснику Reeder L выявлен у 33,6 %, средний и высокий уровни у 41,4 и 25,0 % обследованных соответственно.

В группе с низким уровнем стрессовой нагрузки показатель приверженности здоровому питанию составил 27,5 %. Среди работников, испытывающих средний и высокий уровни хронического стресса, частота соблюдения принципов рационального питания составила 7,1 % и 8,3 % соответственно. Проведенный математический анализ подтвердил различия по показателю соблюдения принципов рационального питания между группами с низким, средним и высоким уровнем хронического стресса (χ^2 Пирсона = 10,3; $p = 0,006$).

Выявленное более чем трехкратное уменьшение частоты соблюдения рационального питания при переходе от низкого к среднему и высокому уровням стрессовой нагрузки свидетельствует о значимом влиянии стрессового фактора на пищевое поведение.

Хронический стресс следует рассматривать как независимый фактор риска нарушений пищевого поведения, требующий комплексной профилактики.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о существенном снижении вероятности соблюдения принципов здорового питания при возрастании уровня хронического стресса.

Перспективным направлением является разработка современных корпоративных программ здоровьесбережения, направленных на коррекцию нарушений пищевого поведения у работников с хроническим стрессом. Основу программ составляет гигиеническое воспитание, направленное на обучение методикам осознанного потребления пищи, оптимизацию режима питания, создание условий для психологической разгрузки, а также обеспечение доступности сбалансированных рационов на рабочем месте и регламентацию режима питания с учетом производственных графиков.

Поступила 25.09.2025

ИЗУЧЕНИЕ БИОДОСТУПНОСТИ НЕКОТОРЫХ МИКРОНУТРИЕНТОВ В ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ БЕЛКА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА

Шестакова С. И., shestakova@ion.ru,

Шумакова А. А., antonina_sh@list.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Медь и хром относятся к жизненно необходимым микронутриентам с весьма разнообразными физиологическими функциями: хром участвует в метаболизме глюкозы, холестерина, работе нервной и эндокринной систем, медь способствует усвоению белков и углеводов, играет важную роль в обмене железа и синтезе гемоглобина. Основными источниками меди и хрома являются печень животных, мясо, бобовые, мидии, бразильский орех, томаты, и недостаток этих элементов в сбалансированном рационе современного человека встречается достаточно редко. В то же время исследования в области расширения ассортимента продовольственного сырья за счет использования белка микробного синтеза продемонстрировали необходимость контроля за содержанием этих микронутриентов, избыточно присутствующих в таком сырье.

В соответствии с МР 2.3.1.0253-21 суточные допустимые уровни потребления меди составляют 1 мг/кг, хрома – 50 мкг/кг, содержание этих элементов в гидролизате белка (далее – ГБ) из бактерий *Methylococcus capsulatus* составляло (3542 ± 760) мкг/кг и $(1,12,9 \pm 25,3)$ мкг/кг, то есть, исходя из достижимого уровня суточного потребления ГБ с рационом (100 г/сут), содержание меди будет превышать допустимый уровень на 354 %, хрома – на 203 %.

В рамках комплексной токсикологической оценки ГБ из *Methylococcus capsulatus* был проведен модельный эксперимент на крысах с целью установления биодоступности этих элементов. В исследовании продолжительностью 115 дней использованы три группы животных с исходным возрастом 29 дней, массой (91 ± 2) г, по 16 самцов в каждой: 1-я контрольная получала стандартный полусинтетический казеиновый рацион (далее – ПКР); 2-я контрольная – ПКР с измененным составом солевой смеси, моделирующим повышенное содержание меди и хрома в составе корма опытной группы; опытная получала ПКР, белковый компонент которого был полностью замещен изучаемым гидролизатом. При формировании экспериментальных рационов использованы результаты оценки пищевой ценности ГБ. Отбор материала проводили на 144-й день жизни самцов. Биодоступность меди и хрома оценивали по содержанию в печени, почках, селезенке, мозге (ГОСТ 30178-96, ГОСТ 26929-94, Р 4.1.1672-2003). Дозы хрома в получаемых рационах 1-й, 2-й контрольных и опытной групп были 100, 200 и 200 мкг / 100 г рациона, меди – 600, 35 000 и 35 000 мкг / 100 г рациона соответственно. Статистическую обработку проводили с использованием пакетов программ Microsoft Excel 13.0. и Statistica. Была проведена оценка на нормальность распределения (критерий Смирнова – Колмогорова) и равенство дисперсий (критерий Кохрена). Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,05. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, m – ошибка среднего арифметического.

Содержание меди в печени, почках, селезенке, мозге крыс 1-й контрольной группы составляло $(3,679 \pm 0,130)$, $(4,682 \pm 0,190)$, $(1,281 \pm 0,028)$ и $(2,486 \pm 0,079)$ мкг/г сухого вещества, хрома – $(0,333 \pm 0,015)$,

($0,143 \pm 0,005$), ($0,169 \pm 0,012$) и ($0,082 \pm 0,004$) мкг/г сухого вещества соответственно. Во внутренних органах крыс 2-й контрольной группы содержание меди было на 14, 314, 28 и 15 % ($p < 0,05$) выше; хрома на 1000, 2500, 1170 и 204 % ($p < 0,05$) выше, чем у крыс 1-й контрольной группы соответственно. У крыс опытной группы содержание хрома в органах отличалось от контрольной группы следующим образом: в печени оно было на 29 % ниже ($p < 0,05$), а в почках и селезенке – на 37 % и 77 % выше соответственно ($p < 0,05$).

Несмотря на выявленное снижение биодоступности меди и хрома в сырье из *Methylococcus capsulatus*, его химический состав не отвечает установленным нормативам, регламентированным в Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях (приложение 5) и МР 2.3.1.0253-21. Технология получения гидролизата белка должна быть скорректирована с учетом сокращения содержания изученных элементов в конечном продукте.

Исследования проведены в рамках государственного задания (тема № FGMF-2025-0005).

Поступила 18.09.2025

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. СТАТЬИ

ОСТРАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ДИХЛОРИЗОЦИАНУРОВОЙ КИСЛОТЫ

*Богданов Р. В., к. м. н., доцент, promptox@rspch.by,
Студеничник Т. С., к. б. н., promptox@rspch.by,
Василькевич В. М., к. м. н., promptox@rspch.by,
Долгина Н. А., к. б. н., rspch@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Дезинфекция воды плавательных бассейнов и аквапарков является необходимым условием их безопасной эксплуатации. Основным методом обеззараживания воды плавательных бассейнов и аквапарков в Республике Беларусь, как и в большинстве стран, – использование химических дезинфицирующих средств, в частности, содержащих дихлоризоциануровую кислоту, которая обеспечивает широкий спектр антимикробного действия и наличие в воде «остаточного хлора» для пролонгированного эффекта. Так, в соответствии с гигиеническим нормативом «Показатели безопасности и безвредности воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования и воды в ванне бассейна», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25 января 2021 г. № 37, и Санитарными нормами и правилами «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации бассейнов, аквапарков, объектов по оказанию бытовых услуг бань, саун и душевых, СПА-объектов, физкультурно-спортивных сооружений», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 16 мая 2022 г. № 44 определяются показатели безопасности и безвредности воды и необходимость присутствия в воде свободного хлора на уровне порядка 0,3–0,5 мг/дм³ – при проведении учебно-тренировочных занятий, 0,5–0,7 мг/дм³ – в иных случаях.

Традиционно для хлорирования используют различные хлорсодержащие соединения: жидкие (например, гипохлорит натрия), твердые (гипохлорит кальция, хлоризоцианураты) и газообразный хлор. Каждый из них имеет особенности: так, раствор гипохлорита натрия со временем теряет активный хлор, тогда как хлоризоцианураты (например, дихлор- и трихлоризоциануровая кислота) выпускаются в стабильной порошковой или таблетированной форме и при растворении выделяют активный хлор, одновременно вводя циануровую кислоту, которая стабилизирует хлор в воде. В Республике Беларусь распространены дезинфицирующие средства на основе гипохлорита (например, средство «Гипохлор-дез») и дихлоризоциануровой кислоты (например, средство «Астера»). Дезинфицирующее средство на основе дихлоризоцианурата натрия содержит 84 % дихлоризоциануровой кислоты и выпускается в виде белых таблеток, выделяющих ~ 1,5 г активного хлора при растворении.

Использование дезинфицирующих средств для обеззараживания воды плавательных бассейнов и аквапарков обеспечивает соблюдение эпидемиологической безопасности потребителей данных услуг и позволяет обеспечить химико-микробиологические показатели в воде плавательных бассейнов и аквапарков в пределах гигиенических нормативов, снизить риск развития инфекционных заболеваний. В результате дезинфекция воды плавательных бассейнов – научно обоснованное и обязательное санитарно-гигиеническое мероприятие, направленное на сохранение здоровья населения.

Таким образом, для обеспечения безопасности потребителей необходимо, чтобы применяемые дезинфицирующие средства не представляли потенциального риска для здоровья при правильном использовании, а побочные продукты реакции не наносили вред здоровью.

Целью настоящей работы было установить параметры острой токсичности и степень опасности дезинфицирующего средства на основе дихлоризоциануровой кислоты в экспериментальных условиях.

Токсикологические эксперименты проведены на нелинейных белых крысах (самцы и самки, масса 150–220 г) и нелинейных беспородных мышах (самцы и самки, масса 18–22 г). Животные перед экспериментом содержались на карантине в течение 14 дней в условиях вивария. Содержание животных соответствовало требованиям Санитарных правил и норм 2.1.2.12-18-2006 «Устройство, оборудование и содержание экспериментально-биологических клиник (вивариев)», утвержденное постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.10.2006 № 131. Животные обеспечивались стандартным рационом питания и свободным доступом к воде. Группы формировали методом случайной выборки с учетом массы тела, отклонения которой не превышали $\pm 10\%$. Для проведения исследований с использованием лабораторных животных было получено разрешение локального этического комитета (выписка из протокола заседания комиссии по биоэтике № 2 от 26.04.2025). Экспериментальные исследования проводились в соответствии с действующими нормативными документами и методическими указаниями Республики Беларусь. При выполнении работ соблюдались правила гуманного отношения к животным в соответствии с принципами Европейской Конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов (1986) и Директивой 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского союза (2010) по охране животных.

Для установления параметров острой внутрижелудочной токсичности подопытным белым крысам и мышам (4 группы животных по 10 особей) однократно вводили водный раствор дезинфицирующего средства на основе дихлоризоциануровой кислоты в дозах от 500 мг/кг до 7000 мг/кг крысам и мышам. Животным контрольных групп в аналогичных условиях эксперимента вводили дистиллированную воду в эквивалентных количествах.

Для изучения острой ингаляционной токсичности использовали модель интраназального введения химических веществ. Животным опытных групп пипеточным дозатором вводили дробно на вдохе интраназально изучаемое средство, исходя из значений испытуемых концентраций вещества в воздухе и средней массы животных в опытных группах, рассчитывая вводимый животному объем (мл) дезинфицирующего средства с помощью формулы (1):

$$D = C \times V \times m / 1000, \quad (1)$$

где D – вводимый животному объем изучаемого вещества, мл;

C – значение испытуемых концентраций вещества в воздухе, мг/м³;

V – величина объема вдыхаемого воздуха (м³) на 1 грамм массы животного, определяемая как произведение легочной вентиляции для данного вида животного (показатель легочной вентиляции для крыс – 0,65 (см³/г/мин), для мышей 1,24 (см³/г/мин), на массу тела животного и время ингаляции – 240 мин;

m – масса тела лабораторного животного (крысы), г.

Наблюдение за подопытными животными осуществляли в течение 14 суток после введения дезинфицирующего средства. В ходе исследования острой токсичности регистрировали общее состояние животных, особенности их поведения, потребление корма и воды, клинические признаки интоксикации (активность, координация движений, реакция на раздражители и т. д.), а также регистрировали случаи гибели и время наступления летального исхода. По завершении наблюдения выживших животных подвергали макроскопическому обследованию для оценки состояния внутренних органов. Количественные параметры острой токсичности DL_{16} (CL_{16}), DL_{50} (CL_{50}), DL_{84} (CL_{84}) рассчитывали с помощью пробит-анализа по методу Литчфилда и Уилкоксона в модификации Б. М. Штабского [1].

Классификацию дезинфицирующего средства по степени опасности на основании параметров токсикометрии проводили по ГОСТ 12.1.007-76 [2].

Рассчитывали коэффициент видовой чувствительности (далее – КВЧ) при внутрижелудочном введении препарата. Интерпретацию результатов исследования видовой чувствительности проводили на основании критериев, предложенных И. В. Саноцким и И. П. Улановой [3].

В ходе эксперимента при внутрижелудочном введении клиническая картина острого отравления дезинфицирующим средством у крыс и мышей имела схожий характер и проявлялась в общей заторможенности и гиподинамии, увеличение дозы приводило к усилению признаков угнетения, отказа от приема пищи. В минимальной испытанной дозе 500 мг/кг гибели животных не отмечено, наблюдались лишь умеренная заторможенность и снижение реакции на внешние стимулы. При повышении дозы токсическое действие возрастало: так, при 1000 мг/кг у части животных наступала гибель (летальность 30 % у крыс и 40 % у мышей) на 1–2 сутки, сопровождавшаяся выраженным нарушением ЦНС (нарушение координации, атаксия, адинамия), появлением мелкого тремора, апатичностью и признаками дыхательной недостаточности (учащенное или затрудненное дыхание). Дальнейшее увеличение доз приводило к росту летальности: при 3000 мг/кг погибало до 70 % крыс и 50 % мышей, а при дозе 5000 мг/кг – 80 % и 60 % соответственно. Максимальная доза 7000 мг/кг оказалась смертельной для всех крыс и 70 % мышей. Установлено, что у мышей летальные исходы

наступали значительно раньше, чем у крыс: часть мышей погибала уже через 4-8 часов после введения, большинство – в первые двое суток, тогда как у крыс пик смертности приходился на 4–6 сутки (единичные случаи – до 8 суток). Вероятно, это связано с более высокой скоростью метаболизма и меньшими резервами у мышей, что обуславливает более высокую чувствительность к хлорсодержащим соединениям (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры острой токсичности дезинфицирующего средства на основе дихлоризоциануровой кислоты при внутрижелудочном введении

Способ введения	Вид животного	Параметры острой токсичности, мг/кг			КВЧ
		DL ₁₆	DL ₅₀	DL ₈₄	
Внутрижелудочно	Белые крысы	565,1	1756,4 ± 353,0	5635,9	0,78
	Белые мыши	160,8	2262,6 ± 879,8	9824,2	

В результате экспериментов установлено, что по параметрам острой внутрижелудочной токсичности согласно классификационным требованиям ГОСТ 12.1.007-76 дезинфицирующее средство на основе дихлоризоциануровой кислоты относится к третьему классу опасности (вещества умеренно опасные) [2].

Клиника острого ингаляционного отравления крыс и мышей была схожа с клиническими проявлениями острой интоксикации при внутрижелудочном введении. Вдыхание высоких концентраций дезинфицирующего средства вызывало у животных угнетение активности, нарушение координации, одышку, отказ от корма, вплоть до гибели. Частичную либо полную гибель животных фиксировали в диапазоне концентраций ~ 2000–5000 мг/м³ (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры острой токсичности дезинфицирующего средства на основе дихлоризоциануровой кислоты при ингаляционном поступлении

Способ введения	Вид животного	Параметры острой токсичности, мг/м ³			КВЧ
		CL ₁₆	CL ₅₀	CL ₈₄	
Ингаляционно	Белые крысы	2960,0	8220,0 ± 1230,0	22800,0	1,76
	Белые мыши	990,0	4660,0 ± 700,0	21810,0	

Среднесмертельная концентрация (CL₅₀) дезинфицирующего средства на основе дихлоризоциануровой кислоты, составляет для крыс (8220,0 ± 1230,0) мг/м³, для мышей (4660 ± 700) мг/м³, что позволяет отнести изученное дезинфицирующее средство, по данному параметру, к веществам 2 класса опасности (вещества высокоопасные) для мышей и к веществам 3 класса опасности (вещества умеренно опасные) для крыс по ГОСТ 12.1.007-76.

В проведенном эксперименте достоверных различий в половой чувствительности лабораторных животных к дезинфицирующему средству не установлено. Коэффициент видовой чувствительности при внутрижелудочном и ингаляционном воздействии составил 0,78 и 1,76 соответственно, что свидетельствует о невыраженной видовой чувствительности лабораторных животных к токсическому действию на уровне смертельных эффектов (КВЧ < 3,0) и показывает возможность проведения дальнейших субхронических и хронических исследований на белых крысах.

По результатам экспериментов установлено, что острая токсичность дезинфицирующего средства на основе дихлоризоциануровой кислоты по наименьшему значению токсикометрических показателей острой токсичности (CL₅₀) относится в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 к высокоопасным веществам, что необходимо учитывать при организации периодического контроля не только за качеством воды, но и содержанием свободного хлора в воздухе над зеркалом воды бассейнов и аквапарков.

Литература

1. К методике определения среднесмертельных доз и концентраций химических веществ / Б. М. Штабский, М. И. Гжегоцкий, М. Р. Гжегоцкий [и др.] // Гигиена и санитария. – 1980. – № 10. – С. 49–51.
2. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности = Шкодныя рэчывы. Класіфікацыя і агульныя патрабаванні бяспекі : ГОСТ 12.1.007-76. – Введ. РБ 17.12.1992. – Минск : Госстандарт, 2023. – II, 5 с.
3. Экспериментальное обоснование и расчет ОБУВ вредных веществ в воздухе рабочей зоны : метод. рекомендации МР 118-00-10-2000 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 33 с.

Поступила 04.09.2025

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ГЕТЕРОСТРУКТУР «ПОЛУПРОВОДНИК В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ»

Дроздова Е. В., к. м. н., доцент, rspch@rspch.by,
Дудчик Н. В., д. б. н., профессор, micro_sanitary@rspch.by,
Емельянова О. А., к. б. н., micro_sanitary@rspch.by,
Фираго А. В., risk.factors@rspch.by,
Долгина Н. А., к. б. н., rspch@rspch.by,
Суравец Т. З., risk.factors@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Поиск альтернатив применяемым химическим веществам и композициям с антимикробным эффектом происходит в разных направлениях, одним из которых является оценка возможности использования биологически активных наноматериалов, в т. ч. наночастиц металлов, их оксидов, графитоподобного нитрида углерода и др. Особенность наночастиц размерами от 1 до 100 нм заключается в наличии у них уникальных физических, химических, биологических и ряда других свойств, нередко отсутствующих у компактного металла, что позволяет широко применять наноматериалы в различных областях человеческой деятельности.

Наночастицы обладают уникальными свойствами, в т. ч. выраженным антимикробным потенциалом в отношении широкого спектра микроорганизмов различного таксономического положения. Это обуславливает актуальность, научное и практическое значение их изучения, в т. ч. как структур гетероструктур «полупроводник в диэлектрической полимерной матрице». Нанокристаллические TiO_2 , наночастицы серебра как нанодисперсные наполнители полимерных матриц при получении композиционных материалов привлекают к себе пристальное внимание.

Изучение антимикробных эффектов в отношении консорциумов микроорганизмов, состоящих из представителей нескольких таксономических единиц, представляет собой самостоятельную медико-биологическую проблему, особенно малоизученную для процессов с использованием гетероструктур «полупроводник в диэлектрической полимерной матрице».

Комплексная гигиеническая оценка биологической активности гетероструктур «полупроводник в диэлектрической полимерной матрице», в частности, состоящих из графитоподобного нитрида углерода и оксидов переходных металлов в матрице из полиметилметакрилата, полиэтилена, полиэтилентерефталата, сформировала самостоятельную медико-биологическую проблему.

Биологические тест-модели являются релевантным инструментом для оценки показателей биологического действия, интегральной токсичности и антимикробного потенциала в отношении инновационных технологий и материалов. В рамках ранее проведенных исследований авторами научных исследований сформированы и научно обоснованы подходы к моделированию исследований по оценке антимикробной активности и интегральной токсичности пилотных образцов наноматериалов [1–5]. Практическая значимость результатов влияния факторов комплексной природы на биологическую активность тест-систем на основе про- и эукариотических организмов связана с возможностью их использования для создания принципиально новых эффективных технологий для водоподготовки, перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса, фармакологии и медицины.

Актуальность направления и научный задел послужили основой для проведения научных исследований, направленных на оценку биологической активности по показателям антимикробной активности и интегральной токсичности новых образцов фотокаталитических гетероструктур, разработанных УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», и представленных на исследования научным коллективом под руководством доктора технических наук, профессора В. Е. Борисенко. В настоящей статье представлены отдельные результаты изучения антибактериальной резистентности исследуемых микроорганизмов и количественной оценки антибактериального действия полученных наночастиц на основании определения минимальной ингибирующей и минимальной бактерицидной концентраций. Исследования выполнены в рамках НИР «Экспериментальное моделирование биологических эффектов гетероструктур «полупроводник в диэлектрической полимерной матрице» для оценки дезинфицирующих свойств и интегральной токсичности» по заданию 3.03.4 «Разработка и исследование теоретических и экспериментальных основ повышения экологичности органических полимеров наряду с расширением их функциональных возможностей» подпрограммы «Междисциплинарные исследования и новые зарождающиеся технологии» ГПНИ «Конвергенция-2025», 2021–2025 годы (№ госрегистрации 20212158).

Цель исследования – количественная оценка антимикробной активности образцов гетероструктур «полупроводник в диэлектрической полимерной матрице» при различных режимах в условиях с фотокаталитической активацией и без активации.

Объектами исследования в научно-исследовательском институте гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – НИИ ГТ ЭВМ) служили образцы фотокаталитических структур:

- нанопорошок TiO₂ в матрице из полиметилметакрилата;
- нанопорошок нитрида углерода g-C₃N₄ в матрице из полиметилметакрилата;
- пленка TiO₂ на подложке из Ti (99,7 %);
- пленка TiO₂-Ag на подложке из Ti (99,7 %).

Для подготовки микробиологических тест-моделей использовали штаммы условно-патогенных микроорганизмов из рабочей коллекции лаборатории изучения микробиоты объектов среды обитания человека и молекулярно-биологических исследований НИИ ГТ ЭВМ – *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 11229, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, *Candida albicans* ATCC 10231.

Для подготовки к исследованию использовали суточную культуру микроорганизмов, концентрация клеток микроорганизмов в суспензии составляла 10³–10⁴ КОЕ/мл.

Модельные эксперименты по оценке антимикробных эффектов проводили модифицированным суспензионным методом. Суспензии микроорганизмов в физиологическом растворе разливали по 3 мл в стерильные чашки Петри диаметром 40 мм, затем погружали в них диски наноматериалов. Чашки Петри помещали на платформу перемешивающего устройства (Loip LS 220, Российская Федерация) и устанавливали режим перемешивания 330 об/мин. Для активации антимикробных свойств образца использовали светодиодную лампу Model: 01200100011 (EL-PL10PW, 50 Гц, 10 Ватт, тип G23D, color – purm white, длина волны – 230–260 нм), размещенную на расстоянии 7 см от поверхности суспензии. При времени экспозиции, равном 0, 60, и 120 мин, из смеси суспензии микроорганизмов отбирали 100 мкл жидкости и делали высев поверхностным методом по 0,1 мл на плотную питательную среду. Затем чашки Петри с образцами выдерживали до 24 ч без воздействия ультрафиолетового излучения и перемешивания и также делали высев 0,1 мл на плотную питательную среду.

Посевы инкубировали при температуре (36 ± 1) °С в течение 48 ч. После инкубирования оценивали сформированные колонии и проводили подсчет колоний, имеющих типичные морфологические признаки. При необходимости использовали лупу с 5-кратным увеличением. Результаты учитывали по количеству сформированных колоний микроорганизмов с последующим пересчетом колониеобразующих единиц на 1 мл (КОЕ/мл).

Оценку противомикробной активности по показателю снижения рассчитывали по формуле (1):

$$Rlg = lgMo - lg10Mi, \quad (1)$$

где Rlg – показатель снижения, lg (КОЕ/мл);

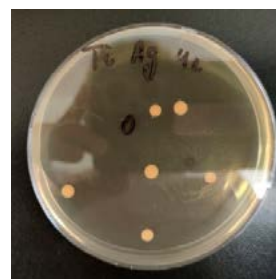
$lgMo$ – количество микроорганизмов на образце до обработки (0 ч), выраженное в десятичных логарифмах lg (КОЕ/мл);

$lg10Mi$ – количество микроорганизмов на образце после обработки, выраженное в десятичных логарифмах $LOG10$ (КОЕ/мл).

В работе использовали следующие средства измерений, основное испытательное и вспомогательное оборудование: светодиодная лампа Model: 01200100011 (EL-PL10PW, 50 Гц, 10 Ватт, тип G23D, color – purm white); центрифуга Biofuge Primo R (Heraeus, Германия), а также стандартное оборудование микробиологических лабораторий.

Прослеживаемость фенотипических свойств штаммов микроорганизмов обеспечивалась процедурой криохранения. Штаммы демонстрировали высокую устойчивость культурально-морфологических и биохимических признаков в процессе многократных пассажей культивирования.

Наиболее информативные результаты оценки антимикробного действия образцов 1–4 при активации ультрафиолетовым излучением представлены на рисунках 1–6.



Воздействие в течение 1 ч

Воздействие в течение 2 ч

Воздействие в течение 3 ч

Воздействие в течение 4 ч

Рисунок 1 – Чашки с *S.aureus* ATCC 6538 при воздействии образца Ti-Ag и ультрафиолетового излучения



Воздействие в течение 1 ч

Воздействие в течение 2 ч

Воздействие в течение 3 ч

Воздействие в течение 4 ч

Рисунок 2 – Чашки с *S.aureus* ATCC 6538 при воздействии образца TiO_2 и ультрафиолетового излучения



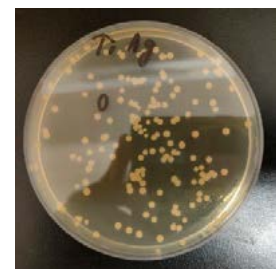
Воздействие в течение 1 ч

Воздействие в течение 2 ч

Воздействие в течение 3 ч

Воздействие в течение 4 ч

Рисунок 3 – Чашки с *S.aureus* ATCC 6538 при воздействии образца C_3N_4 и ультрафиолетового излучения



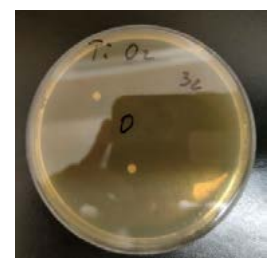
Воздействие в течение 1 ч

Воздействие в течение 2 ч

Воздействие в течение 3 ч

Воздействие в течение 4 ч

Рисунок 4 – Чашки с *S.epidermidis* ATCC 12228 при воздействии образца Ti-Ag и ультрафиолетового излучения



Воздействие в течение 1 ч

Воздействие в течение 2 ч

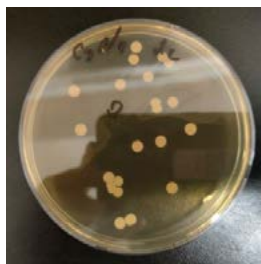
Воздействие в течение 3 ч

Воздействие в течение 4 ч

Рисунок 5 – Чашки с *S.epidermidis* ATCC 12228 при воздействии образца TiO_2 и ультрафиолетового излучения



Воздействие в течение 1 ч



Воздействие в течение 2 ч



Воздействие в течение 3 ч



Воздействие в течение 4 ч

Рисунок 6 – Чашки с *S. epidermidis* ATCC 12228 при воздействии образца C_3N_4 и ультрафиолетового излучения

Все используемые в исследовании микроорганизмы являлись санитарно-значимыми и характеризовались разной устойчивостью к действию наночастиц.

Наименьшей чувствительностью к воздействию характеризовался грамотрицательный штамм *E. coli* ATCC 11229 – при экспозиции в течение 2 ч противомикробная активность отмечалась только для образца g- C_3N_4 . Для сравнения, для самых восприимчивых к обработке типовых штаммов – грамположительной бактерии *S. aureus* ATCC 6538 при тех же условиях отмечалась гибель 2,08–0,43 lg микробных клеток, а для *S. epidermidis* ATCC 12228 те же показатели составили 3,28–0,73 lg микробных клеток.

Дрожжеподобные грибы *Candida* также проявляли устойчивость к обработке, значение Rlg составило лишь 0,42 и было достигнуто спустя 2 ч. Тест-культура *P. aeruginosa* ATCC 15442 демонстрировала высокую степень устойчивости к воздействию в условиях эксперимента.

Среди испытуемых образцов наибольшую противомикробную эффективность проявлял образец графитоподобного нитрида углерода g- C_3N_4 (образец 4).

Полученные результаты будут использованы для обоснования выбора наиболее перспективных образцов для применения в технологиях водоочистки и водоподготовки на последующих этапах.

Отработанные методические подходы по проведению исследований по оценке биологической активности образцов будут формализованы в методических документах и рекомендованы для применения с целью повышения надежности и достоверности проводимых оценок эффективности и безопасности новых образцов гетероструктур.

Литература

1. Оценка интегральной токсичности факторов и объектов среды обитания с использованием альтернативных биологических тест-моделей: методология и технологии / Е. В. Дроздова, Н. В. Дудчик, С. И. Сычик, В. В. Шевляков ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2017. – 212 с.
2. Дудчик, Н. В. Альтернативные биологические тест-модели в оценке риска воздействия факторов среды обитания / Н. В. Дудчик, Е. В. Дроздова, С. И. Сычик ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2015. – 195 с.
3. Дудчик, Н. В. Тест-модель и количественный критериальный показатель для оценки антимикробного потенциала наноматериалов, используемых для водоочистки и водоподготовки: обоснование и метрологическая оценка / Н. В. Дудчик, Е. В. Дроздова, С. И. Сычик // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 104–111.
4. Дудчик, Н. В. Моделирование и оценка *in vitro* токсических эффектов химических загрязнителей среды обитания человека / Н. В. Дудчик, Е. В. Дроздова, С. И. Сычик ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья». – Гомель : Редакция газеты «Гомельская праўда», 2025. – 200 с.
5. Каталог альтернативных тест-моделей для оценки биологического действия факторов среды обитания человека / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья» ; сост. : С. И. Сычик, Е. В. Дроздова, Н. В. Дудчик [и др.] ; отв. ред. С. И. Сычик, Е. В. Дроздова, Н. В. Дудчик. – Гомель : Редакция газеты «Гомельская праўда», 2024. – 87 с. – (Серия «Гигиена и токсикология»).

Поступила 30.09.2025

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ОБ АЛЛЕРГЕННОЙ АКТИВНОСТИ МЕСТНОАНЕСТЕЗИРУЮЩИХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ АМИДНОГО ТИПА

*Евтерева А. А., promptox@rspch.by,
Василькевич В. М., к. м. н., promptox@rspch.by,
Медведев В. Д., promptox@rspch.by,
Филиповская Е. Н., promptox@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Стратегическое значение фармацевтической отрасли для национальной экономики, наряду с устойчивым расширением фармацевтического рынка в последние десятилетия, определяет возрастающее внимание к вопросам сохранения здоровья специалистов, занятых в данной сфере. Химический фактор по-прежнему остается одним из наиболее значимых профессиональных рисков, способствующих заболеваемости с временной утратой трудоспособности [1, 2].

В современных условиях ведущим инструментом профилактики профессиональных заболеваний, связанных с воздействием химических веществ, выступает разработка гигиенических нормативов и методов контроля содержания фармацевтических субстанций. В рамках государственной научно-технической программы «Разработка фармацевтических субстанций, лекарственных средств и нормативно-правового обеспечения фармацевтической отрасли» выполняются научные исследования по токсиколого-гигиенической регламентации производства аминокамидных местноанестезирующих лекарственных средств, которые позволят обосновать и разработать гигиенические нормативы фармацевтических субстанций и методы их контроля в воздухе рабочей зоны и атмосферы.

Важным этапом научного обоснования безопасных концентраций фармацевтических субстанций на производстве и в атмосферном воздухе является изучение их аллергенных свойств. Цель настоящего исследования заключалась в выявлении и характеристике сенсибилизирующей способности артикаина гидрохлорида и лидокаина гидрохлорида – активных субстанций, широко применяемых для производства местных анестетиков артикаина и лидокаина.

Артикаин традиционно считается наиболее популярным современным анестетиком в стоматологии и относится к препаратам выбора для большинства терапевтических, хирургических и ортопедических вмешательств. Моно- и поликомпонентные препараты лидокаина успешно используются для всех видов местной анестезии. Помимо прочего, лидокаин применяют в кардиологической практике в качестве антиаритмического средства, и он входит в Перечень основных лекарственных средств Всемирной организации здравоохранения (Essential Medicines List) [3].

В ряде случаев использование местных анестетиков может привести к анафилаксии, которая развивается по механизму первого типа аллергической реакции с образованием иммуноглобулинов класса Е, что объясняется индивидуальными особенностями иммунной системы организма и его патологической реакцией на лекарственный препарат по типу анафилаксии, которая проявляется затруднением дыхания с обструкцией бронхов, повышенной частотой сердечных сокращений, снижением давления, возможно развитие судорог и непроизвольное мочеиспускание. В то же время большинство пациентов не имеют противопоказаний и индивидуальной непереносимости местных анестетиков. Учитывая вышеизложенное, а также исходя из сложившейся практики в промышленной токсикологии, постановка тестов на выявление анафилактической реакции при токсиколого-гигиенической оценке химических веществ, в том числе биологически активных субстанций, целесообразна только при углубленных иммунологических исследованиях, а при гигиеническом нормировании на этапе первичной токсикологической оценки используются тесты, основанные на методе определения гиперчувствительности замедленного типа (далее – ГЗТ) на лабораторных животных.

Субстанция артикаина гидрохлорида производства S.I.M.S. S.r.l. (Societa Italiana Medicinali Scandicci), Италия представлена для исследований ОАО «Борисовский завод медицинских препаратов». Субстанция лидокаина гидрохлорида изготовлена Shanxi Xinbaoyuan Pharmaceutical Co., Ltd., Китай и представлена РУП «Белмедпрепараты».

Эксперименты на лабораторных животных были предварительно согласованы с локальным этическим комитетом (протокол заседания № 4 от 21.08.2023), все манипуляции проводили с соблюдением общепринятых требований гуманного отношения к животным.

Из опыта клинического применения известно, что лидокаин обладает меньшей местноанестезирующей эффективностью, но более токсичен и при применении чаще приводит к побочному действию в сравнении с артикаином [4]. Исходя из этого, аллергенные свойства субстанции изучали на морских свинках

методом внутрикожной сенсibilизации, как на наиболее чувствительном виде лабораторных животных к химическим аллергенам. В качестве модели изучения ГЗТ для артикаина гидрохлорида были выбраны белые мыши.

Экспериментальные группы были сформированы с учетом однородности массы тела (в пределах 250–350 г), при этом отбирали по 8 особей обоего пола со стабильным поведением и удовлетворительным состоянием кожного покрова и шерсти. Животные предварительно прошли карантин, содержались на стандартном рационе в виварии.

Морским свинкам опытной группы однократно вводили лидокаина гидрохлорид в максимальной дозе 200 мкг/животное в 0,02 мл физиологического раствора, которая позволяет выявить как сильные/умеренные, так и слабые аллергены. Инъекцию осуществляли в кожу наружной поверхности уха, животным контрольной группы был введен аналогичный объем физиологического раствора.

На 10-е сутки проводили провокационное тестирование для выявления сенсibilизации. Предварительно измеряли микрометром толщину уха всем животным, задействованным в эксперименте. Исследуемое вещество в рабочей концентрации (200 мкг/животное) наносили на внутреннюю и наружную поверхность кожи средней части уха животных опытной и контрольной группы. Через 24 часа после провокационной аппликации повторно фиксировали толщину уха морских свинок. Для оценки сенсibilизации рассчитывали абсолютный прирост толщины их уха в миллиметрах и дополнительно оценивали степень опухания уха в баллах. Реакция считалась положительной при увеличении толщины уха на 0,03 мм и более.

Выявление сенсibilизации в отношении фармацевтической субстанции артикаина гидрохлорид проводили в аналогичном тесте, но принимая во внимание структурную схожесть (рисунок 1), близкие физико-химические свойства и общее биологическое действие артикаина с лидокаином (рисунок 1), для эксперимента использовали белых мышей.



Рисунок 1 – Пространственная конфигурация (структурная формула) лидокаина гидрохлорида (А) и артикаина гидрохлорида (Б)

Были сформированы контрольная и опытная группы лабораторных животных (по 10 особей), сопоставимых по массе тела (допустимое отклонение – не более 10 %), поведенческим характеристикам и общему физиологическому состоянию. Сенсibilизацию воспроизводили однократным внутрикожным введением в основание хвоста 0,06 см³ смеси, содержащей в объемном соотношении 1 : 1 полный адъювант Фрейнда (далее – ПАФ) и артикаина гидрохлорид в дозе 100 мкг/животное, в качестве растворителя использовали физиологический раствор. Контрольным животным вводили эквивалентный объем смеси ПАФ и растворителя.

Через 5–6 суток после первичной инъекции выявляли сенсibilизацию провокационной пробой, заключавшейся во внутрикожном введении разрешающей дозы. Артикаина гидрохлорид в объеме 0,06 см³, растворенный в физиологическом растворе (доза аналогичная таковой при сенсibilизации), вводили в подушечку задней лапы обеих групп мышей. Измерение толщины лапы выполняли микрометром до провокационной пробы и спустя 24 часа. Степень выраженности ГЗТ оценивали по статистически значимым различиям толщины опухания лапы в контроле и опыте.

Статистическую обработку полученных абсолютных и относительных показателей проводили с применением программного обеспечения Statistica 13. Так как распределение количественных переменных не соответствовало нормальному/гауссовскому, использовали непараметрические методы (U-критерий Манна – Уитни). Статистически значимыми считали различия показателей опытных групп с контролем при уровне достоверности $p < 0,05$. Данные описательной статистики в таблице 1 представлены в виде медианы и межквартильного интервала ($Me (P_{25} - P_{75})$).

В эксперименте по изучению аллергенных свойств лидокаина гидрохлорида были получены следующие результаты. Проведенными исследованиями установлено, что частота положительных кожных аллергических реакций у животных контрольной и опытной групп при сравнении существенно не отличалась. В первой опытной группе толщина опухания уха по абсолютному показателю в 3,2 раза, а по относительно-му в 2,2 раза превышала аналогичную в контрольной, однако различия не были статистически значимыми ($p > 0,05$).

Результаты экспериментального изучения аллергенной активности артикаина гидрохлорида представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели аллергизации белых мышей, сенсibilизированных артикаином гидрохлоридом

Показатель, единицы измерения		Группы сравнения	
		Контрольная (n = 10)	Опытная (n = 10)
Толщина опухания лапы, мм	Me ($P_{25}-P_{75}$)	0,020 (0,010–0,027)	0,020 (0,002–0,045)
	U-критерий, p	-	U – 42,000; p = 0,594
Толщина опухания лапы, баллы	Me ($P_{25}-P_{75}$)	0,000 (0,000–0,000)	0,000 (0,000–0,000)
	U-критерий, p	-	U – 45,000; p = 0,761
Количество животных с положительной реакцией		0/10	1/10

При изучении сенсibilизирующей активности артикаина гидрохлорида в тесте опухания лапы мышей не выявлено статистически значимых различий среднегрупповых показателей как в абсолютных, так и в относительных единицах.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что потенциальная аллергенная активность фармацевтических субстанций амидного типа (артикаина гидрохлорид и лидокаина гидрохлорид) оценивается как низкая, а исследуемые субстанции можно рассматривать как аллергонеопасные в условиях производства.

Литература

1. Шатворян, Р. А. Формирование и современные тенденции фармацевтического производства / Р. А. Шатворян, В. Г. Абраамян // Шестнадцатая годовичная научная конференция : сб. науч. ст., 5–9 дек. 2022 г., г. Ереван : в 2 ч. / М-во науки и образования Рос. Федерации, М-во образования, науки, культуры и спорта Респ. Армения, Рос.-Арм. (Славянский) ун-т ; редкол.: А. Р. Дарбинян [и др.]. – Ереван, 2023. – Ч. 2. – С. 307–311.
2. Факторы производственной деятельности, влияющие на условия труда фармацевтических работников / Д. М. Джангозина, К. С. Темиреева, И. А. Аманжол [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2009. – № 3. – С. 31–33.
3. Web Annex A. World Health Organization Model List of Essential Medicines – 23rd List, 2023. In: The selection and use of essential medicines 2023: Executive summary of the report of the 24th WHO Expert Committee on the Selection and Use of Essential Medicines, 24–28 April 2023 / World Health Org. – Geneva : WHO, 2023. – 67 p. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/371090/WHO-MHP-HPS-EML-2023.02-eng.pdf?sequence=1> (date of access: 03.09.2025).
4. Hopman, A. J. G. Articaine and neurotoxicity – a review / A. J. G. Hopman, J. A. Baart, H. S. Brand // British Dental Journal. – 2017. – Vol. 233. – P. 501–506.

Поступила 04.09.2025

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ОБОСНОВАНИЮ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Земцова В. О., promtox@rspch.by,
Богданов Р. В., к. м. н., доцент, promtox@rspch.by,
Шевляков В. В., д. м. н., профессор, promtox@rspch.by,
Баранов С. А., promtox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

С учетом расширяющегося объема и ассортимента отечественной фарминдустрией производства антибактериальных лекарственных средств (далее – АБЛС) и возрастанием контактирующих с ними при производстве и применении контингента лиц, актуальным являлась разработка единых методов,

принципов и критериев рационального и объективного экспериментального обоснования предельно допустимой концентрации АБЛС в воздухе рабочей зоны (далее – ПДКв.р.з.).

Цель работы – разработка унифицированного, рационального метода гигиенического нормирования АБЛС в воздухе рабочей зоны с его апробацией в экспериментальных исследованиях по обоснованию ПДКв.р.з. фармацевтических субстанций клиндамицина гидрохлорид (далее – КГ) и цефепима гидрохлорид (далее – ЦГ).

Изучены особенности токсического и специфического (аллергического и дисбиотического) действия на организм фармацевтических субстанций КГ и ЦГ в острых, подострых, субхронических и хронических опытах при различных путях и уровнях воздействия на организм лабораторных животных разных видов с применением адаптированных адекватных методов и приемов, изложенных в утвержденных Министерством здравоохранения Республики Беларусь документах по экспериментальному изучению и обоснованию величин ПДКв.р.з. промышленных химических и биологических веществ, в том числе лекарственных средств.

Схема проведения экспериментальных исследований по обоснованию ПДКв.р.з. фармацевтических субстанций АБЛС включала следующие последовательные этапы.

На первом этапе устанавливали в острых и подострых опытах токсичность и опасность (основные параметры токсикометрии) фармацевтических субстанций АБЛС.

1.1. Определение средних смертельных доз вещества (далее – DL_{50}) при однократных внутрижелудочных и внутрибрюшинных введениях белым крысам и мышам с оценкой класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76 и класса токсичности по ТКП 125-2008 (02040).

Обе изученные фармсубстанции КГ и ЦГ по величинам DL_{50} отнесены к III классу опасности (умеренно опасные вещества), а по токсичности субстанция КГ дифференцирована к IV классу (малотоксичные вещества) и ЦГ – к V классу (практически нетоксичные вещества).

1.2. Определение половой и видовой чувствительности с расчетом коэффициента видовой чувствительности (далее – КВЧ).

В острых опытах не выявлена половая чувствительность фармсубстанций КГ и ЦГ, а их видовой резистентность по величине КВЧ не выражена (I ранг КВЧ).

1.3. Определение средней смертельной концентрации (далее – CL_{50}) и пороговой концентрации острой токсичности вещества при однократном ингаляционном воздействии на белых крыс в 3–5 последовательно снижающихся концентрациях.

На все испытанные концентрации КГ (на уровне 275; 55 и 27,5 мг/м³) и ЦГ (на уровне 525; 105 и 52,5 мг/м³) не зарегистрированы летальные эффекты у опытных животных. CL_{50} не была достигнута.

1.4. Определение степени выраженности (класс) местного кожно-раздражающего действия при однократном апплицировании на кожу в стандартной дозе (20 мг/мл на 1 см²).

На обе изученные фармсубстанции КГ и ЦГ не выявлено местное раздражающее кожу действие ($I_{cut} = 0$).

1.5. Определение степени выраженности (класс) местного раздражающего действия АБЛС на слизистую оболочку глаз кроликов при однократной инокуляции в стандартной дозе (ирритативное действие).

КГ дифференцирован ко 2 классу (умеренно выраженное), а ЦГ – к 1 классу (слабо выраженное) выраженности ирритативного действия.

1.6. Определение степени выраженности кумулятивного действия АБЛС при субхроническом внутрижелудочном 45-суточном введении вещества белым крысам в дозах 1/5, 1/10, 1/20 и ниже от DL_{50} с расчетом коэффициента кумуляции.

Фармсубстанция КГ в дозах 461,12 и 230,56 мг/кг вызывала умеренную функциональную кумуляцию, проявляющуюся нарушениями показателей функционального состояния нервной, гепатобилиарной, кроветворной и мочевыделительной систем. Доза КГ на уровне 1/20 DL_{50} (115,28 мг/кг) являлась не действующей по токсическому кумулятивному действию. У опытных животных летальные эффекты отсутствовали, K_{sum} не установлен.

Субстанция ЦГ в дозе на уровне 1/10 DL_{50} (486,67 мг/кг) также вызывала умеренную функциональную кумуляцию, проявляющуюся нарушениями показателей функционального состояния нервной, гепатобилиарной, кроветворной, мочевыделительной и нейрофизиологической систем. K_{sum} также не установлен.

1.7. Определение степени выраженности кожно-резорбтивного действия АБЛС при многократном 21-суточном эпикутанном воздействии на хвосты белых крыс 10 % водного раствора.

Обе фармсубстанции КГ и ЦГ проявляли слабую транскутанную токсичность на уровне только отдельных функциональных эффектов в организме опытных белых крыс в основном со стороны морфологического состава лейкоцитов крови и показателей мочи.

1.8. Определение степени сенсibilизирующей способности и аллергенной опасности АБЛС при однократном внутрикожном введении в основании хвоста белым мышам в стандартной дозе (100 мкг

на 1 животное) в смеси с полным адьювантом Фрейнда и выявлении гиперчувствительности замедленного типа (далее – ГЗТ) по интегральному показателю внутрикожного теста опухания лапы (далее – ВТОЛ).

Фармсубстанция КГ обладает сильной сенсибилизирующей способностью и отнесена к 1 классу аллергенной опасности (чрезвычайно опасный аллерген), а у ЦГ установлена умеренно выраженная сенсибилизирующая способность с его отнесением к 3 классу аллергенной опасности (умеренно опасный аллерген).

1.9. Определение пороговой концентрации острого антимикробного (дисбиотического) действия (далее – $\text{Lim}_{\text{ac am}}$) АБЛС при однократном ингаляционном воздействии на организм белых крыс в 3–5 концентрациях. Количественную характеристику микробиоты кишечника проводят в соответствии с инструкцией по применению № 008-0914 [1] по результатам микробиологического обследования фекалий животных опытных и контрольной групп до (фон), через 20 и 144 часа (восстановительный период) после однократной 4-часовой ингаляции.

Однократное ингаляционное воздействие субстанции КГ в концентрациях на уровне 275, 55 и 27,5 мг/м³ вызывало развитие в микробиоте кишечника лабораторных животных опытных групп дисбактериальных реакций, что отражало существенное снижение содержания в микробиоте кишечника кишечной палочки и значимое возрастание величины относительного коэффициента массы (далее – ОКМ) слепой кишки у лабораторных животных всех опытных групп по сравнению с контролем. На концентрации КГ на уровне 13,5 и 5,5 мг/м³ не выявлены достоверные сдвиги величин всех изученных индикаторных показателей микробиоты кишечника, массы тела и ОКМ слепой кишки лабораторных животных опытных групп по сравнению с контрольными белыми крысами как через сутки после завершения воздействия, так и после 6 суток восстановительного периода. Установлена $\text{Lim}_{\text{ac am}}$ субстанции КГ на уровне 27,5 мг/м³, а недействующая концентрация острого дисбиотического действия КГ на уровне 13,5 мг/м³.

Фармсубстанция ЦГ при однократном ингаляционном воздействии в расчетных концентрациях на уровне 525; 105 и 52,5 мг/м³ вызвала выраженное дисбиотическое действие, проявляющееся достоверным снижением в микробиоте кишечника белых крыс всех опытных групп количества кишечной палочки и лактозонегативных грамотрицательных бактерий, величины которых были даже ниже предела физиологических колебаний ($\pm 2\sigma$) этих показателей у контрольных животных, на фоне достоверного возрастания содержания клостридий и величины ОКМ слепой кишки у опытных животных по сравнению с контролем. В концентрациях вещества ЦГ на уровне 35 и 10,5 мг/м³ не установлено у опытных белых крыс существенных изменений количественных характеристик показателей микробиоты кишечника, массы тела и величин ОКМ слепой кишки после завершения воздействия и после 6 суток восстановительного периода по сравнению с контролем. Исходя из полученных данных определена $\text{Lim}_{\text{ac am}}$ ЦГ на уровне 52,5 мг/м³, а недействующая концентрация острого антимикробного действия ЦГ на уровне 35 мг/м³.

Второй этап экспериментальных исследований включает определение показателей оценки опасности изучаемых фармацевтических субстанций АБЛС при повторном ингаляционном поступлении в организм лабораторных животных с целью установления порога вредного хронического дисбиотического, аллергического и общетоксического действия и выбора ведущего критерия вредности для обоснования величины ПДК.

2.1. Предложено для оценки способности АБЛС оказывать вредное действие на нормальную микробиоту кишечника организма и/или вызвать развитие аллергических реакций при многократном ингаляционном воздействии, для определения пороговых концентраций хронического дисбиотического (далее – $\text{Lim}_{\text{ch am}}$) и аллергического действия (далее – $\text{Lim}_{\text{ch al}}$), субхронического токсического действия на организм использовать одну рациональную экспериментальную модель ингаляционного воздействия изучаемой субстанции белым крысам в течение 1 месяца (пять раз в неделю) в 3–5 концентрациях, начиная с величины $\text{Lim}_{\text{ac am}}$. Количественную характеристику микробиоты кишечника при бактериологическом исследовании фекалий опытных и контрольных животных осуществляли на следующие сутки после месячного затравочного периода и при необходимости через 1 месяц после окончания затравки (восстановительный период) [1]. Для выявления формирования в организме лабораторных животных аллергических реакций анафилактического и/или клеточноопосредованного типов применяли постановку провокационного ВТОЛ с определением у опытных и контрольных животных показателей активной кожной анафилаксии (далее – АКА) и ГЗТ. Для лабораторной аллергодиагностики использовали методы определения специфических реакции клеток крови на вещество [2].

Данные подходы апробированы в экспериментах по месячному ингаляционному воздействию на белых крыс вещества КГ в пяти последовательно снижающихся концентрациях (275; 55; 27,5; 13,5 и 5,5 мг/м³). Установлено, что концентрации КГ на уровне 275 и 55 мг/м³ являлись эффективно действующими по токсическому (существенные нарушения показателей метаболической функции печени, кроветворной и иммунной систем) и по аллергическому эффекту (высокая частота и выраженность интегрального показателя ВТОЛ). Концентрация КГ на уровне 27,5 мг/м³ определена как пороговая субхронического токсического действия

по лимитирующему показателю количества лейкоцитов в моче и пороговая хронического аллергического действия Lim_{chal} по лимитирующему показателю сенсибилизации у более 30 % опытных животных.

КГ в концентрациях на уровне 275; 55; 27,5 мг/м³ вызывал развитие в организме белых крыс выраженных дисбиотических реакций, а на уровне 13,5 мг/м³ – минимальная концентрация еще вызывающая развитие дисбактериоза (существенное повышение в микробиоте лабораторных животных опытной группы содержания клостридий ($p < 0,01$) с превышением их количества предела + 2 σ среднегруппового значения этого показателя у животных контрольной группы, но после месячного восстановительного периода количественные параметры всех показателей микробиоты кишечника не отличались от контроля). Следовательно, определена пороговая концентрация хронического ингаляционного дисбиотического действия Lim_{cham} КГ на уровне 13,5 мг/м³. При этом концентрация фармсубстанции КГ на уровне 13,5 мг/м³ являлась действующей по аллергическому эффекту, а на уровне 5,5 мг/м³ – действующей по дисбиотическому действию на организм.

Ингаляционное воздействие в течение одного месяца в пяти концентрациях ЦГ (525; 105; 52,5; 35 и 10,5 мг/м³). Концентрации ЦГ на уровне 525 и 105 мг/м³ являлись эффективными по токсическому действию на организм белых крыс (сдвиги в клеточных элементах крови, показателях белкового и азотистого обмена, мочевыделительной системы); установлена пороговая концентрация субхронического токсического действия на уровне 52,5 мг/м³ по лимитирующему показателю возрастания в сыворотке крови животных содержания общего белка и альбумина; Lim_{chal} на уровне 105 мг/м³ по лимитирующему показателю активной кожной анафилаксии; в концентрациях на уровне 525, 105 и 52,5 мг/м³ установлено развитие в организме опытных животных выраженных дисбиотических реакций; Lim_{cham} на уровне 35 мг/м³ – вызывающая возрастание в микробиоте кишечника содержания кишечной палочки ($p < 0,01$ к контролю) с нормализацией всех показателей микробиоты после месячного восстановительного периода; действующая концентрация ЦГ по дисбиотическому действию – на уровне 10,5 мг/м³.

2.2. Определение порога хронического общетоксического действия (далее – Lim_{ch}) фармацевтической субстанции АБЛС при ингаляционном воздействии в трех снижающихся концентрациях на организм белых крыс в течение 4 месяцев.

Хроническое ингаляционное воздействие КГ в трех снижающихся концентрациях (13,5, 4,4 и 1,6 мг/м³). Концентрация на уровне 13,5 мг/м³ при хроническом ингаляционном воздействии на белых крыс являлась эффективной по токсическому действию на организм, проявляющемуся функциональными нарушениями гепатобилиарной и мочевыделительной систем. Концентрация на уровне 4,4 мг/м³ являлась пороговой по хроническому токсическому действию на организм по лимитирующим показателям мочи (высокое рН мочи и содержание эритроцитов), характерным и на более высокие концентрации. Концентрации КГ на уровне 1,6 мг/м³ была действующая, поскольку у животных опытной группы не установлены достоверные сдвиги всех изученных морфофункциональных показателей по сравнению с контролем.

Хроническое ингаляционное воздействие на белых крыс фармсубстанции ЦГ в концентрациях на уровне 32,3; 9,2 и 2,63 мг/м³. Концентрация ЦГ на уровне 32,3 мг/м³ являлась эффективной по токсическому действию на организм, проявляющемуся сдвигами физиологических показателей, функциональными нарушениями гепатобилиарной и мочевыделительной систем; Lim_{ch} ЦГ – на уровне 9,2 мг/м³ по лимитирующим показателям содержания общего билирубина и активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови; 2,63 мг/м³ – действующая концентрация хронического ингаляционного воздействия ЦГ.

При обосновании ПДК в воздухе рабочей зоны, изучаемой по полной схеме АБЛС, руководствовались следующими критериями и положениями:

если лимитирующим критерием вредного действия является аллергическое или дисбиотическое действие, т. е. величина пороговой концентрации специфического действия (Lim_{chal} или Lim_{cham}) ниже пороговой величины хронической токсичности (Lim_{ch}) более чем в 3 раза, то вещество опасно как этиологический агент аллергических и/или дисбиотических заболеваний и нормируется по величине установленной действующей концентрации по своему специфическому действию без введения коэффициента запаса (далее – Кз) с пометкой «А»;

если величины Lim_{ch} и специфического действия (Lim_{chal} или Lim_{cham}) существенно не отличаются (кратность соотношения в пределах трех) или равны, то вещество оценивают как потенциально опасное в плане развития токсико-аллергических поражений при нарушении стандарта и его следует нормировать по правилам регламентации веществ общетоксического действия, сопровождая пометкой «А»;

если лимитирующим критерием является хроническая токсичность, т. е. величина Lim_{ch} выше более чем в 3 раза величин пороговых концентраций специфического действия (Lim_{chal} или Lim_{cham}), то вещество нормируется как обладающее общетоксическим действием без учета специфических свойств, а пометка «А» не ставится.

При обосновании величины ПДК в.р.з. вещества по пороговой концентрации хронической токсичности для экстраполяции экспериментальных данных на организм человека к величине Lim_{ch} вводят Кз.

Лимитирующим критерием ведущего вредного действия КГ на организм является хроническая токсичность, поскольку величина пороговой концентрации хронического ингаляционного токсического действия КГ ($4,4 \text{ мг/м}^3$) в 6,2 раза ниже величины пороговой концентрации хронического ингаляционного аллергического действия ($27,5 \text{ мг/м}^3$) и в 3,1 раза ниже величины пороговой концентрации хронического ингаляционного дисбиотического действия ($13,5 \text{ мг/м}^3$). Следовательно, фармацевтическую субстанцию КГ нормируют как обладающую общетоксическим действием без учета специфических свойств, а к величине Lim_{ch} вводят Кз. Величина ПДК аэрозоля фармсубстанции КГ в воздухе рабочей зоны с учетом величины Lim_{ch} и Кз ($\text{Кз} = 11$) составляет $0,4 \text{ мг/м}^3$.

Лимитирующим критерием ведущего вредного действия ЦГ на организм является общетоксическое действие, поскольку величина пороговой концентрации хронического ингаляционного токсического действия ЦГ ($9,2 \text{ мг/м}^3$) ниже величины пороговой концентрации хронического ингаляционного аллергического действия (105 мг/м^3) в 11 раз и ниже пороговой концентрации хронического ингаляционного дисбиотического действия (35 мг/м^3) в 3,8 раза. Следовательно, фармацевтическую субстанцию ЦГ нормируют как обладающую общетоксическим действием без учета специфических свойств, а к величине Lim_{ch} вводят Кз. Величина ПДК аэрозоля фармацевтической субстанции ЦГ в воздухе рабочей зоны с учетом величины Lim_{ch} и Кз ($\text{Кз} = 9,5$) составляет 1 мг/м^3 .

Обе фармацевтические субстанции согласно ГОСТ 12.1.007-76 отнесены к II классу опасности – высоко опасным химическим веществам.

Разработана и утверждена 19.02.2025 Министерством здравоохранения Республики Беларусь инструкция по применению № 034-1124 «Метод гигиенического нормирования содержания антибактериальных лекарственных средств в воздухе рабочей зоны», в которой подробно приведены необходимые изучаемые показатели токсического и специфического действия на организм, дизайн исследований по обоснованию ПДКв.р.з., унифицированные экспериментальные методы определения этих показателей, включая их назначение, подбор лабораторных животных, выбор для испытания доз и концентраций, описание постановки (ход проведения) методов, оценку полученных результатов, а также критерии оценки и принципы обоснования ПДКв.р.з., формулы расчетов Кз, перечни необходимого оборудования, лабораторной посуды, материалов, реактивов и питательных сред, 8 приложений со справочной информацией.

Таким образом, приведенные в инструкции по применению унифицированные методы экспериментальных исследований по обоснованию гигиенических нормативов АБЛС в воздухе рабочей зоны апробированы в экспериментах, доказана их адекватность, воспроизводимость и доступность.

Литература

1. Методы экспериментального определения дисбиотического действия микроорганизмов-продуцентов и биотехнологических препаратов на их основе : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 9 сент. 2014 г. № 008-0914 / Н. В. Дудчик, В. А. Филонюк, В. В. Шевляков, Т. О. Козлова, В. В. Трейлиб, С. А. Янецкая, С. А. Науменко, Л. Л. Ушкова, Т. В. Грищенко, Г. И. Эрм, Т. С. Студеничник, А. В. Адамович ; учреждение-разраб. Науч.-практ. центр гигиены // Med.by : здравоохранение и мед. наука Респ. Беларусь. – URL: <http://med.by/methods/pdf/full/008-0914.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).

2. Требования к постановке экспериментальных исследований по изучению аллергенных свойств и обоснованию предельно допустимых концентраций химических аллергенов в воздухе рабочей зоны и атмосферы : метод. указания № 1.1.11-12-5-2003 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь ; разраб. : В. В. Шевляков [и др.] // Сб. официальных документов по медицине труда и производственной санитарии / Респ. центр гигиены, эпидем. и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены ; под общ. ред. В. П. Филонова, С. М. Соколова. – Минск : ПЧУП «Бизнесофсет», 2004. – Ч. XIV. – С. 133–156.

Поступила 15.09.2025

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ – ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ ПРОЯВИТЕЛЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ

Камлюк С. Н., к. б. н., *ecoltox@rspch.by*,
Грынчак В. А., к. м. н., доцент, *ecoltox@rspch.by*,
Ильюкова И. И., к. м. н., *ecoltox@rspch.by*,
Петрова С. Ю., к. м. н., *ecoltox@rspch.by*,
Юркевич Е. С., к. м. н., *ecoltox@rspch.by*,
Иода В. И., *ecoltox@rspch.by*,
Евсеев Е. А., *ecoltox@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время для оказания медицинских услуг проводится эксплуатация рентгеновского оборудования как в скрининговых, так и диагностических целях на базе широкого ряда учреждений здравоохранения. В связи с этим одним из видов медицинских отходов, образующихся на постоянной основе в значительных масштабах, являются отработанные растворы проявителей, источником появления которых является проявление рентгеновской пленки. Как правило, основными токсичными компонентами отходов данного вида являются сульфит натрия, метол, гидрохинон и др.

В свою очередь, в обеспечение безопасного обращения с отходами существенный вклад вносит соблюдение производителями отходов законодательно закрепленной процедуры установления степени и класса опасности отходов производства [1, 2]. В частности, образующиеся в медицинских учреждениях отходы проявителей (код 5272300 согласно общегосударственному классификатору ОКРБ 021-2019 «Классификатор отходов, образующихся в Республике Беларусь» [3]), подлежат проведению исследований с целью определения класса опасности по опасным свойствам «токсичность» и «экотоксичность» [4].

В данной работе изложены методические подходы, используемые в Республике Беларусь для определения степени и класса опасности отходов, представленных отработанными растворами проявителей, а также кратко представлены результаты проведения токсикологических и экотоксикологических исследований данных отходов с целью установления степени и класса опасности.

Цель исследований – установление степени и класса опасности отходов медицинских учреждений – отработанных растворов проявителей по опасным свойствам «токсичность» и «экотоксичность» для обеспечения безопасного обращения на территории Республики Беларусь.

Экспериментальное определение степени и класса опасности отходов производства по параметрам токсичности проводили на теплокровных животных (крысы) в остром эксперименте. Для проведения исследований были задействованы лабораторные рандомбредные крысы (самки) весом от 180 до 220 г, содержащиеся в стандартных условиях: температура воздуха – 19–25 °С, относительная влажность воздуха – 30–70 %, искусственное освещение, создающее режим чередования светлого и темного времени суток. При кормлении использовали обычную лабораторную диету с неограниченным количеством питьевой воды. В ходе исследований использовали нативный гомогенизированный образец отходов (агрегатное состояние – жидкость), а также готовили стандартное разведение образца отходов при соотношении отходов к дистиллированной воде, равном 1 г / 100 мл.

Острый токсикологический эксперимент при внутрижелудочном введении проводили методом «фиксированной дозы»: на голодный желудок (после 10-12 часов голодания без ограничений в питье) животным внутрижелудочно вводили фиксированные объемы гомогенизированного образца отходов в нативном виде, а также водного разведения образца отходов, приготовленного в соотношении 1 : 100 с водой дистиллированной из расчета 3 мл / 200 г массы тела [4]. Группа животных, не подвергавшаяся воздействию исследуемых отходов производства, служила контролем, и также однократно получила путем внутрижелудочного введения дистиллированную воду в объеме, эквивалентном объему введенного образца отходов в нативном виде и в виде разведения (3 мл / 200 г массы тела). Численность животных в каждой из трех экспериментальных групп (две группы воздействия и одна группа контроля) составляла 5 особей.

Наблюдение за состоянием животных проводили в течение 14-дневного срока после введения исследуемых отходов производства в нативном виде, а также в виде разведения [2].

Исследования отходов по опасному свойству «экотоксичность» проводили с применением такой тест-модели, как кладки брюхоногого легочного моллюска *Lymnaea stagnalis* (большого прудовика) [2]. В ходе проведения исследований отходов производства в тест-модели *Lymnaea stagnalis* заданные концентрации

отходов составили 0,01; 0,1; 0,5; 1,0 мг/мл. Эксперимент проводили в трех повторностях. Перед началом эксперимента определяли количество зародышевых капсул в фрагментах кладок каждой из групп. Чашки Петри с фрагментами кладок заполняли исследуемыми растворами и инкубировали до выхода молоди.

По завершению эксперимента определяли абсолютное значение выклевавшихся особей в каждой чашке. В качестве отрицательного контроля использовали чашки с фрагментами кладок, заполненные отстоянной водопроводной водой.

По результатам проведения эксперимента на тест-модели *Lymnaea stagnalis* оценивали эффект угнетения выклева молоди. Для расчета угнетения выклева в долях подсчитывали количество выклевавшихся особей в каждой опытной группе и в контроле, и рассчитывали долю выклевавшихся особей относительно изначального количества зародышевых капсул для каждой повторности.

Степень экотоксичности (опасности для окружающей природной среды) отходов на кладках *Lymnaea stagnalis* оценивали по следующим показателям: средняя эффективная концентрация – CE_{50} (концентрация токсиканта в воде, вызывающая изменение тест-реакции тест-объектов на 50 % при заданных условиях и длительности экспозиции); пороговая концентрация – CE_{15} ; зона острого действия – отношение средней эффективной концентрации к пороговой концентрации).

Основные критерии отнесения изучаемых отходов к определенному классу опасности на основании результатов исследований по параметрам эмбриотоксического действия с применением тест-модели *L. stagnalis* отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Критерии ранжирования отходов по классам опасности на основании оценки в тест-модели *L. stagnalis*

Наименование показателя	Класс опасности отходов производства			
	1	2	3	4
Средне-эффективная концентрация (CE_{50}), мг/мл	< 0,1	0,1–1,0	1,1–20	> 20
Пороговая концентрация (CE_{15}), мг/мл	< 10^{-4}	10^{-4} – $<10^{-3}$	10^{-3} – 0,5	> 0,5
Зона острого действия, (CE_{50} / CE_{15})	> 10^4	10^4 – $>10^2$	10^2 –10	–

Экспериментально полученные данные подвергали статистической обработке. Для оценки значимости различий между опытом и контролем (группами наблюдения) при оценке результатов исследований на тест-модели *L. stagnalis* применяли *t* критерий Стьюдента. Количественные параметры представлены в виде среднего значения и стандартной ошибки, соответственно. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят $p \leq 0,05$.

Согласно результатам проведенных исследований, внутрижелудочное введение разведения (1 : 100) отработанных растворов проявителей белым крысам вызвало признаки интоксикации: изменения в поведении, состоянии, аппетите (боковое положение тела, затрудненное дыхание, отсутствие аппетита) у четырех из пяти особей в первые двое суток после внутрижелудочного введения. Согласно схеме оценки токсичности отходов в остром эксперименте на теплокровных животных, исследованные отходы по опасному свойству «токсичность» относятся ко 2 классу опасности (к высоко опасным отходам).

Примененный в данном исследовании метод оценки параметров экотоксичности позволил выявить эффекты воздействия отходов – отработанных растворов проявителей в использованной тест-модели (кладки пресноводного брюхоногого моллюска *L. stagnalis*, содержащие эмбрионы на ранних стадиях развития).

Экспериментальные исследования с проведены с целью оценки параметров токсичности изучаемых отходов производства на эмбрионах (зародышах) большого прудовика. Результаты, полученные по итогам проведенных исследований, свидетельствуют об угнетении выклева (выхода молоди из кладок) в условиях воздействия исследуемых отходов в наибольших заданных концентрациях: 0,1–1,0 мг/кг (таблица 2).

Таблица 2 – Воздействие отходов на успешность выклева молоди *L. stagnalis*

Концентрация отходов производства, мг/мл	Успешный выклев, %	CV (коэффициент вариации), %	Угнетение выклева, %
контроль	72,31	5,29	–
0,01	56,45	1,69	21,93
0,1	18,70	10,99	74,14
0,5	16,36	20,29	77,38
1,0	9,04	10,74	87,49

На основании полученных результатов были рассчитаны значения показателей для ранжирования исследованных отходов по классам опасности (таблица 3).

Таблица 3 – Параметры оценки эмбриотоксического действия отходов на *L. stagnalis* для установления класса опасности

Наименование показателя эмбриотоксического действия	Полученное значение показателя	Класс опасности
EC ₅₀ , мг/мл	0,1	2 класс
Пороговая концентрация (EC ₁₅), мг/мл	0,001	3 класс

Полученные данные позволяют заключить, что исследованные отходы – отработанные растворы проявителей оказывают выраженное эмбриотоксическое действие на кладки *Lymnaea stagnalis* (в диапазоне концентраций 0,01–1,0 мг/мл), и относятся ко 2 классу опасности опасных отходов (к высоко опасным отходам) по опасному свойству «экотоксичность».

Таким образом, результаты, полученные в ходе исследований на теплокровных животных и альтернативных тест-моделях, свидетельствуют о наличии значительного токсического влияния отработанных растворов проявителей. На основании результатов экспериментальных исследований отходы деятельности организаций здравоохранения – отработанные растворы проявителей, образующиеся при эксплуатации рентгеновского оборудования (код 5272300), по опасному свойству «токсичность» относятся ко 2 классу опасности (высоко опасным отходам), по опасному свойству «экотоксичность» – ко 2 классу опасности (высоко опасным отходам).

В целом, проведение комплексных токсикологических и экотоксикологических исследований отходов с целью определения степени и класса опасности вносит вклад в обеспечение безопасного обращения на территории республики [2].

На основании результатов проводимых исследований по определению степени и класса опасности отходов организации здравоохранения располагают возможностью определиться с наиболее рациональным путем утилизации или переработки в соответствии с законодательством страны, что в свою очередь, вносит существенный вклад в обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия, а также поддержания и сохранения окружающей природной среды.

Литература

1. Комплексная гигиеническая оценка опасности отходов производства / С. Ю. Петрова, Т. Н. Гомолко, И. И. Ильюкова, В. А. Грынчак // Современные проблемы гигиены, радиационной и экологической медицины : сб. науч. ст. / Гродн. гос. мед. ун-т ; редкол.: И. А. Наумов (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2015. – Вып. 5. – С. 209–218.
2. Использование альтернативных тест-моделей в системе определения класса опасности отходов – отработанных элементов питания (батареек) / С. Н. Камлюк, Е. С. Юркевич, И. И. Ильюкова, В. И. Иода // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), В. В. Шевляков (зам. гл. ред.) [и др.]. – Гомель, 2024. – Вып. 34. – С. 225–232.
3. Об утверждении, введение в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь : постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окруж. среды Респ. Беларусь от 9 сент. 2019 г. № 3-Т : в ред. от 20 февр. 2024 г. № 7-Т // iLex : информ. правовая система (дата обращения 09.09.2025).
4. Метод экспериментального определения токсичности отходов производства : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 7 апр. 2016 г. № 044-1215 / Ильюкова И. И., Петрова С. Ю., Войтович А. М., Гомолко Т. Н., Борис О. А., Шевцова С. Н., Докутович А. И. ; учреждение-разраб. Науч.-практ. центр гигиены // Med.by : здравоохранение и мед. наука Респ. Беларусь. – URL: <http://med.by/methods/pdf/full/044-1215.pdf> (дата обращения: 09.09.2025).

Поступила 10.09.2025

РЕАЛИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО РОТТЕРДАМСКОЙ КОНВЕНЦИИ

Пронина Т. Н., к. м. н., int_cooperation@rspch.by,
Штурич А. А., toxmed@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Законом Республики Беларусь от № 355-3 «О присоединении Республики Беларусь к Роттердамской конвенции о процедуре предварительного обоснованного согласия (далее – ПОС) в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле» Министерство здравоохранения Республики Беларусь (далее – Минздрав) определено уполномоченным органом, ответственным за выполнение обязательств, принятых Республикой Беларусь по Роттердамской конвенции, принято постановление Совета Министров от 6 августа 2024 г. № 580 «О мерах по обеспечению выполнения обязательств Республики Беларусь», утверждающее Положение об осуществлении процедуры ПОС в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов во внешнеэкономической деятельности.

Минздравом определена организация, уполномоченная на выполнение процедуры ПОС – государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – РЦГЭиОЗ) и установлен порядок организации и проведения работ по осуществлению процедуры ПОС.

Функционирование национального назначенного органа (далее – национальный назначенный орган – РЦГЭиОЗ Минздрава (ННО)) подразумевает не только реализацию международного договора (Роттердамской конвенции) в РБ в соответствии с его положениями, но и формирование согласованной внутригосударственной позиции в сфере оборота химической продукции во внешнеэкономической деятельности, а также недопущение необоснованного включения любого вещества, не имеющего научного обоснования о серьезной опасности. Так, по результатам взаимодействия с республиканскими органами государственного управления в сфере оборота химической продукции во внешнеэкономической деятельности, в отношении обязательств по импорту химических веществ, перечисленных в приложении III к Роттердамской конвенции, которые являются запрещенными либо строго ограниченными и представляют собой риск и (или) опасность для здоровья человека, включая здоровье потребителей и рабочих, и окружающей среды, при всех или определенных видах их применения в сельском хозяйстве и (или) промышленности (статья 10 Роттердамской конвенции) ННО подготовлена консолидированная позиция по вопросу запрета или строгого ограничения указанных химических веществ – позиция в отношении импорта каждого химического вещества с указанием законодательных или административных мер по их ограничению. Подготовлены и направлены в секретариат Роттердамской конвенции ответы об импорте химических веществ из приложения III к Роттердамской конвенции, относящихся к категории «пестицид» в отношении 43 пестицидов; относящихся к категории «промышленный химикат» в отношении 10 промышленных химикатов; относящихся к категории «особо опасный пестицидный состав» в отношении 3 особо опасных пестицидных состава (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень химических веществ, подлежащих процедуре ПОС в соответствии с Роттердамской конвенцией

№	Химическое вещество	номер (а) CAS	Категория
1	2,4,5-Т и его соли и эфиры ⁽²⁾	93-76-5	Пестицид
2	Алдрин ⁽¹⁾⁽²⁾	309-00-2	Пестицид
3	Алахлор	15972-60-8	Пестицид
4	Алдикарб	116-06-3	Пестицид
5	Азинфос-метил	86-50-0	Пестицид
6	Бинапацрил	485-31-4	Пестицид
7	Каптафол	2425-06-1	Пестицид
8	Карбофуран	1563-66-2	Пестицид
9	Хлордан ^{1,2}	57-74-9	Пестицид
10	Хлордиформ ²	6164-98-3	Пестицид
11	Хлорбензилат	510-15-6	Пестицид
12	ДДТ ^{1,2}	50-29-3	Пестицид
13	Диелдрин ^{1,2}	60-57-1	Пестицид

№	Химическое вещество	номер (а) CAS	Категория
14	Динитроортокрезол (DNOC) и его соли (такие как аммониевая, калийная и натриевая соль)	534-52-1, 2980-64-5, 5787-96-2, 2312-76-7	Пестицид
15	Диносеб и его соли и эфиры	88-85-7	Пестицид
16	1,2-диброметан (EDB)	106-93-4	Пестицид
17	Этиленхлорид (1,2-дихлорэтан) ²	107-06-2	Пестицид
18	Эндосульфан	115-29-7	Пестицид
19	Окись этилена (Оксиран)	75-21-8	Пестицид
20	Фторацетамид	640-19-7	Пестицид
21	HCH (смесь изомеров) ^{1,2}	608-73-1	Пестицид
22	Гептахлор ^{1,2}	76-44-8	Пестицид
23	Гексахлорбензол ^{1,2}	118-74-1	Пестицид
24	Гексабромциклододекан	134237-50-6, 134237-51-7, 134237-52-8, 25637-99-4, 3194-55-6	Промышленный химикат
25	Линдан ^{1,2}	58-89-9	Пестицид
26	Соединения ртути, включая неорганические соединения ртути, соединения ртути с алифатическим радикалом и алкилоксиалкил и ариловые соединения ртути	10112-91-1, 21908-53-2 и другие	Пестицид
27	Монокротофос	6923-22-4	Пестицид
28	Коммерческий октабромдифениловый эфир, в том числе: - гексабромдифенилэфир - гептабромдифенилэфир	36483-60-0 68928-80-3	Промышленный химикат
29	Хлорированные парафины с короткой цепью (ХПКЦ)	85535-84-8	Промышленный химикат
30	Паратион ²	56-38-2	Пестицид
31	Коммерческий пентабромдифениловый эфир, в том числе: - тетрабромдифенилэфир - пентабромдифенилэфир	40088-47-9 32534-81-9	Промышленный химикат
32	Пентахлорфенол и его соли и эфиры ²	87-86-5	Пестицид
33	Форат	298-02-2	Пестицид
34	Перфтороктановаясульфоновая кислота, перфтороктановыесульфонаты, перфтороктановыесульфонамиды, перфтороктановыесульфонилы	1763-23-1 2795-39-3 29457-72-5 29081-56-9 70225-14-8 56773-42-3 251099-6-8 4151-50-2 31506-32-8 1691-99-2 24448-09-7 307-35-7 и другие	Промышленный химикат
35	Токсафен ⁽¹⁾⁽²⁾	8001-35-2	Пестицид
36	Порошкообразные препараты, содержащие комбинацию: бенонила – 7 % или более, карбофурана – 10 % или более и тирама – 15 % или более	17804-35-2 1563-66-2 137-26-8	Особо опасный пестицидный препарат
37	Метамидофос	10265-92-6	Пестицид
38	Метил-паратион [Концентрат эмульсии (КЭ) 19,5 % с содержанием активного вещества 19,5 % или более и порошки с содержанием активного вещества 1,5% и более]	298-00-0	Особо опасный пестицидный препарат
39	Фосфамидон (растворимые жидкие составы вещества, содержащие более 1000 г/л активного вещества) Смесь, изомеры (Е) и (Z) Изомер (Z), изомер (Е)	13171-21-6 23783-98-4 297-99-4	Особо опасный пестицидный препарат

№	Химическое вещество	номер (a) CAS	Категория
40	Актинолит-асбест волокна ²	77536-66-4	Промышленный химикат
41	Антофилит-асбест волокна ²	77536-67-5	Промышленный химикат
42	Амозит-асбест волокна ²	12172-73-5	Промышленный химикат
43	Тремолит-асбест волокна ²	77536-68-6	Промышленный химикат
44	Крокидолит-асбест волокна ²	12001-28-4	Промышленный химикат
45	Полибромированный дифенил (PBB) - (гекса-) ¹ - (окта-) - (дека-)	36355-01-8 27858-07-7 13654-09-6	Промышленный химикат
46	Полихлорированные дифенилы (ПХД) ^{1,2}	1336-36-3	Промышленный химикат
47	Соединения трибутилолова	1461-22-9, 1983-10-4, 2155-70-6, 24124-25-2, 4342-36-3, 56-35-9, 85409-17-2	Пестицид
48	Трихлорфон	52-68-6	Пестицид
49	Полихлорированные терфенилы (ПХТ)	61788-33-8	Промышленный химикат
50	Тетраэтилсвинец ²	78-00-2	Промышленный химикат
51	Тетраметилсвинец ²	75-74-1	Промышленный химикат
52	Все соединения трибутилолова, включая: Оксид трибутилолова Фторид трибутилолова Метакрилат трибутилолова Бензоат трибутилолова Хлорид трибутилолова Линолеат трибутилолова Нафтенат трибутилолова	56-35-9 1983-10-4 2155-70-6 4342-36-3 1461-22-9 24124-25-2 85409-17-2	Пестицид
53	Трис(2,3-дибромпропил)фосфат	126-72-7	Промышленный химикат
¹ эти вещества подлежат запрету на экспорт; ² в отношении данных химических веществ Республика Беларусь представила окончательное решение о запрете импорта в будущем.			

Для представления на двенадцатом совещании Конференции Сторон Роттердамской конвенции СОР 12 в 2025 году представлена согласованная национальная позиция с учетом мнения заинтересованных в отношении целесообразности включения следующих химических веществ в приложение III Роттердамской конвенции при всех или определенных видах их применения в сельском хозяйстве и (или) промышленности следующих химических веществ в категории «пестицид» – хлорпирифос (является также предметом регулирования в рамках Стокгольмской конвенции), метилбромид (регулируется согласно Монреальскому протоколу по веществам, разрушающим озоновый слой), паракват (жидкие составы, содержащие не менее 276 г/л дихлорида параквата, что соответствует содержанию не менее 200 г/л иона параквата), ацетохлор, карбосульфат, ипродион; в категории «промышленный химикат» – ртуть (под регулированием Минаматской конвенцией), хризотил асбест; в категории «особо опасный пестицид» – фентион (составы сверхмалого объема (СМО), содержащие не менее 640 г/л активного ингредиента).

По результатам обсуждения двенадцатой Конференции Сторон Роттердамской конвенции (2025) включены два опасных пестицида – карбосульфат и фентион – в список, который требует от стран получения согласия перед началом торговли, при этом поставщики данных препаратов обязаны предоставить информацию об опасности импортируемого вещества и существовании более безопасных и экономически приемлемых альтернатив.

В соответствии с законодательством Европейского союза химические вещества, регулируемые Роттердамской конвенцией, не могут быть отправлены получателю без выполнения процедуры ПОС. В связи

с чем в ННО поступают запросы о подтверждении получения уведомления об экспорте, полученные от сторон Роттердамской конвенции, которые обязывают ННО внести в Информационную базу уведомление об экспорте, полученные от ННО Сторон, касающиеся экспорта в Республику Беларусь химического вещества, производство, использование, обработка, потребление, транспортировка и (или) продажа которого запрещена или подлежит строгим ограничениям. Экспортируемые химические вещества сопровождаются паспортом безопасности химической продукции, маркировкой или маркировочной этикеткой, включающей в том числе дату производства и дату истечения срока годности химического вещества. Информация на упаковке, маркировочной этикетке, паспорте безопасности химической продукции предоставляется на официальных языках Стороны либо на одном или нескольких основных языках страны назначения. ННО содействует предоставлению научной и технической информации о химических веществах, включая токсикологические, экотоксикологические сведения и информацию по опасным свойствам, при этом соблюдая конфиденциальность полученной информации.

С момента ратификации Роттердамской конвенции в Республике Беларусь в ННО поступило 89 форм уведомлений об экспорте химических веществ, из них 6 на промышленные химикаты и 83 на пестициды (вещества, которые не относятся к приложению III Конвенции, однако в их отношении существует запрет или строгое ограничение на национальном уровне в экспортирующих странах). На 55 из них подготовлены и отправлены в ЕСНА подтверждения о получении первого уведомления об экспорте. Среди стран-экспортеров Нидерланды, Венгрия, Германия, Польша, Румыния, Словения, Дания, Бельгия, Испания, Франция, Великобритания и Турция.

На сегодняшний день насчитывается 166 государств – участников Роттердамской конвенции о процедуре ПОС в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле (далее – Роттердамская конвенция). При этом все государства – члены Евразийского экономического союза (Республика Армения и Кыргызская Республика – с 2004 года, Республика Казахстан – с 2008 года, Российская Федерация – с 2011 года) являются Сторонами Роттердамской конвенции. Таджикистан присоединился в 2025 году.

В настоящее время осуществляется формирование базы данных входящих запросов на выполнение процедуры предварительного обоснованного согласия химических веществ, осуществляемой в рамках экспорта химических веществ в Республику Беларусь.

Литература

1. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле // Организация Объединенных Наций. – URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/pdf/consent.pdf (дата обращения: 11.09.2025).
2. Сычик, С. И. О необходимости присоединения Республики Беларусь к Роттердамской конвенции о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле / С. И. Сычик, И. И. Ильюкова, Т. Н. Пронина // Здоровье и окружающая среда : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию санитарно-эпидемиологич. службы Респ. Беларусь, 30 сент. – 1 окт. 2021 г., г. Минск / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик [и др.]. – Минск, 2021. – С. 147–150.

Поступила 16.09.2025

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НЕБЕЛКОВОЙ КИСЛОТЫ БЕТА-N-МЕТИЛАМИН-L-АЛАНИНА В УСЛОВИЯХ СУБХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Пушкарева М. В., д. м. н., профессор, pushkareva.mv@fncg.ru,

Турбинский В. В., д. м. н., доцент, turbinskii.vv@fncg.ru,

Кузь Н. В., к. м. н., nadetzhdav.k@gmail.com,

Масальцев Г. В., к. б. н., masalcev.gv@fncg.ru,

Сафандеев В. В., к. б. н., visa.doc@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация

Возросший уровень антропогенного загрязнения водных объектов, климатические изменения, снижение скорости движения воды за счет образования каскада водохранилищ привели к увеличению насыщения водоемов биогенными веществами (соединения азота и фосфора), что в свою очередь стало причиной массового развития цианобактерий. Появление токсичных цианобактерий в поверхностных водоемах питьевого и рекреационного назначения представляет опасность для здоровья населения, что связано прежде всего с возможностью образования в воде различных цианотоксинов, в том числе небелковой кислоты бета-N-метиламин-L-аланина (далее – ВМАА). ВМАА вырабатывается некоторыми видами цианобактерий, обитающими в пресных и морских водах.

В ряде работ зарубежных и отечественных исследователей признана опасность цианотоксинов, поскольку они обладают гепатотоксическим, нейротоксическим и канцерогенным эффектами действия.

Целью исследования явилось изучение общетоксического действия ВМАА в условиях субхронического воздействия на организм экспериментальных животных.

Объектом исследования служил аналитический стандарт ВМАА, молекулярная формула $C_4H_{10}N_2O_2 \times HCl$, молекулярный вес – 154,60 г/моль, CAS 16012-55-8.

Общетоксическое действие ВМАА на организм теплокровных изучали на конвенциональных белых крысах. Все работы с животными выполняли в соответствии с принципами, изложенными в ГОСТ 33216-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными». Предварительно животные были стратифицированы по весу и рандомизированы по группам: контрольная и 3 опытные группы, каждая группа состояла из 10 самцов.

Животные опытных групп получали дозу ВМАА внутрижелудочно через металлический зонд ежедневно на протяжении 60 дней. Животные контрольной группы получали аналогично опытным животным дистиллированную воду в равном объеме. На протяжении всего эксперимента проводили наблюдение за состоянием животных, потреблением воды и корма, регистрировали динамику изменения массы тела, фиксировали клинические проявления воздействия ВМАА.

Забор крови для биохимического и гематологического исследований проводили в трех временных точках: 15, 45 и 60 дней от начала воздействия. Кровь брали у животных из хвоста натошак после кратковременного прогрева при помощи бытовой тепловой установки. Цельную кровь от каждого животного для биохимического анализа забирали в пробирку Ерпендорф объемом 1,5 мл, для гематологического анализа – в микрокуvette с ЭДТА на 200 мкл. Сыворотку крови получали центрифугированием в течение 10 минут при 3000 об/мин в миницентрифуге CM-50.

Сыворотку крови тестировали на биохимическом анализаторе ChemWell® 2910, определяя следующие показатели: аланинаминотрансфераза; альбумин; альфа-амилаза; аспартатаминотрансфераза; глюкоза; креатинин; лактатдегидрогеназа общая; мочевая кислота; мочевины; общий белок; триглицериды; хлориды; холестерин; холинэстераза; щелочная фосфатаза.

Гематологические исследования проводили на анализаторе Abacus Vet 5 Junior, определяли значения следующих показателей: лейкоциты; лимфоциты; моноциты; нейтрофилы; процентное содержание лимфоцитов, моноцитов и нейтрофилов; эритроциты; гемоглобин; гематокрит; средний объем эритроцита; среднее содержание гемоглобина в эритроцитах; средняя концентрация гемоглобина в эритроцитарной массе; процентное распределение эритроцитов по величине.

Моторную и исследовательскую компоненту поведения животных, а также эксплицитную (рабочую, гиппокамп-зависимую) память в контрольной и опытных группах крыс оценивали в конце субхронического эксперимента.

Для оценки памяти использовали тест спонтанного чередования в Т-образном лабиринте. Спонтанное чередование – это поведенческий тест для измерения готовности животных к изучению новых условий. Обычно животные предпочитают исследовать новый рукав лабиринта, а не возвращаться в тот, который был ранее посещен.

В данном эксперименте рукава лабиринта были обозначены «А», «В», «С». Каждое промаркированное животное помещали в рукав «С» на 5 минут, после чего регистрировали количество входов в рукава «А», «В», «С». Далее отмечали последовательность посещений рукавов для каждого животного и разделяли последовательность на триплеты: СВА, СВС и т. д. Спонтанным чередованием считали триплеты из трех разных букв. Процент спонтанных чередований рассчитывали по формуле: $СЧ / \text{общее количество триплетов} \times 100$. Критерием включения результатов тестирования животного в анализ являлось 12 и более входов.

По окончании эксперимента после проведенной эвтаназии патоморфологическому вскрытию были подвергнуты по 6 животных из каждой группы. Для оценки относительной массы, макропатологического и последующего морфофункционального исследования методами морфологического, морфометрического и стереометрического анализа были отобраны следующие внутренние органы животных: щитовидная железа, тимус, сердце, легкое (участок левой доли), желудок (фундальная часть), печень (левая доля), селезенка, поджелудочная железа (желудочно-селезеночная часть), подвздошная кишка, толстая кишка, почки, надпочечники, семенники.

Обработку первичных данных в рамках подготовки материалов к статистическому анализу осуществляли при помощи программы Microsoft Office Excel 2013. Статистический анализ проводили в программе SPSS Statistics v. 22.0 при $\alpha = 0,05$.

Нормальность распределения данных проверяли по критерию Шапиро – Уилка, равенство дисперсий – по критерию Ливиня. Наличие статистических выбросов проверяли методом построения ящичных диаграмм. Сравнение между группами осуществляли при помощи однофакторного дисперсионного анализа с апостериорными сравнениями по Бонферрони (параметрические показатели), а также непараметрическим критерием Краскала – Уоллиса. Проверку наличия тренда в исследованиях (при значимом различии между группами) осуществляли методом ранговых корреляций Спирмена (двухсторонний анализ).

Изначально на основе данных e-library, PubMed, Web of Science, Jstor, Open Access Button, Российской государственной библиотеки (РГБ), MedLine был осуществлен поиск и анализ результатов научных исследований по физико-химическим свойствам и токсичности ВМАА, а также выполнен анализ нормативно-методических документов отечественного и международного законодательства по регулированию цианотоксинов в воде.

В ряде материалов зарубежных исследователей отмечается, что попадание в организм ВМАА вызывает повреждения, а иногда полностью уничтожает двигательные нейроны спинного мозга, вызывая те же повреждения, что наблюдаются у больных боковым амиотрофическим склерозом и приводит к образованию нейрофибриллярных сплетений в спинном и головном мозге, аналогично наблюдаемым при болезни Альцгеймера. Симптомы повреждений, вызванных ВМАА, включают в себя паралич мышц различной тяжести как при боковом амиотрофическом склерозе, ригидность мышц как при паркинсонизме, слабоумие как при болезни Альцгеймера.

Наиболее изучено действие ВМАА на клетки млекопитающих. В клетках человека ВМАА ошибочно включается в белки вместо L-серина. Такое включение приводит к нарушению фосфорилирования ряда белков (серина, треонина, тирозина и гистидина) в клетках, что приводит к их дисфункции и провоцирует нейродегенеративные заболевания. В ряде случаев это приводит к развитию бокового амиотрофического склероза, иногда проявляя симптомы болезни Паркинсона и деменции, а нередко наблюдаются симптомы всех трех расстройств.

По мнению ряда исследователей, большинство цианотоксинов обладают острой токсичностью, при этом указывается, что неврологические эффекты, вызываемые ВМАА, наблюдаются только после длительного воздействия.

Нейротоксичность ВМАА доказана рядом исследователей в экспериментах на человеческих нейронах. Показано, что, воздействуя на здоровые человеческие нейроны, ВМАА вызывает увеличение внутриклеточного притока Ca^{2+} , повреждения ДНК и митохондриальной активности, генерацию активных форм кислорода. Эксперименты *in vitro* и *in vivo* показали, что у обезьян, получавших большие дозы ВМАА, развивались неврологические нарушения – вялые параличи в результате повреждения двигательных нейронов в спинном мозге. В коре головного мозга образовывались нейрофибриллярные клубочки и амилоидные бляшки, что характерно для болезни Паркинсона.

ВМАА может вызвать образование фибрилл в гиппокампе взрослых грызунов. Установлено, что метаболические характеристики сыворотки новорожденных крыс, обработанной ВМАА, показали значительные системные изменения в энергетическом и аминокислотном метаболизме. Эти данные показывают, что острая токсичность ВМАА вызывает развитие изменений, которые приводят к хроническим последствиям для функции мозга.

Нейротоксичность ВМАА была обнаружена во второй половине прошлого века в результате исследований, проведенных на острове Гуам в западной части Тихого океана, где у пациентов наблюдали патологию с характерными симптомами как болезни Альцгеймера, так и болезни Паркинсона.

Частота заболевания была аномально высокой среди коренного населения Гуама, так называемого чаморро. Было высказано предположение, что ВМАА является фактором окружающей среды, вызывающим

исключительно высокую заболеваемость, поскольку ВМАА обнаружили в посмертных тканях головного и спинного мозга пациентов, страдающих болезнью Альцгеймера и болезнью Паркинсона, что не исключало такие находки и у пациентов, географически проживающих далеко от Гуама.

Ряд исследователей отмечают, что неврологические эффекты, вызванные ВМАА, могут наблюдаться только после длительного воздействия, что часто затрудняет понимание возможных последствий.

В научной литературе отсутствуют данные о влиянии ВМАА на репродуктивную функцию и развитие эмбриона, об иммунотоксических, генотоксических эффектах действия.

По данным научной литературы и по результатам ранее выполненных собственных исследований цианотоксинов [1–3] были обоснованы дозы для изучения и оценки общетоксического действия ВМАА в условиях длительного внутрижелудочного поступления в организм белых крыс, которые составили 0,025, 0,25 и 2,5 мг/кг массы тела.

В ходе проведенного эксперимента установлено, что отсутствовала спонтанная гибель животных. Сравнительный анализ динамики массы тела не выявил у опытных животных, получавших ВМАА во всех испытанных дозах, значимых различий по сравнению с контрольной группой в приросте массы тела. Не выявлены значимые изменения между контрольными и опытными животными по показателям абсолютной и относительной массы внутренних органов.

Гематологический анализ крови животных на 30, 45 и 60 день исследования показал, что опытные животные, получавшие ВМАА в дозе 0,025 и 0,25 мг/кг массы тела, значимо не отличались от контрольных животных ни по одному из изученных показателей. У животных, получавших дозу ВМАА 2,5 мг/кг массы тела, установлено достоверное снижение гемоглобина на 30 день воздействия.

Биохимический анализ сыворотки крови крыс на 30 и 45 день экспозиции выявил значимые изменения ряда показателей у животных, получавших дозу 2,5 мг/кг массы тела ВМАА, по сравнению с контрольными животными. Установлено достоверное снижение содержания мочевины и мочевой кислоты по сравнению с показателями контрольной группы.

Анализ, проведенный методом непараметрических корреляций Спирмена, показал наличие значимой тенденции (корреляции) к снижению некоторых параметров, изученных в биохимическом анализе, при увеличении дозы ВМАА. Был обнаружен значимый тренд снижения концентрации гемоглобина через 30 дней экспозиции от дозы ВМАА ($P_{\text{о Спирмена}} = -0,614$ при $p < 0,01$); снижения концентрации мочевины через 30 дней ($P_{\text{о Спирмена}} = -0,413$ при $p < 0,05$) и 60 дней экспозиции ($P_{\text{о Спирмена}} = -0,412$ при $p < 0,05$); снижения концентрации мочевой кислоты через 30 дней ($P_{\text{о Спирмена}} = -0,450$ при $p < 0,01$) и 45 дней экспозиции ($P_{\text{о Спирмена}} = -0,528$ при $p < 0,05$).

Изучение влияния ВМАА на моторную, исследовательскую активность и эксплицитную (рабочую, гиппокамп-зависимую) память белых крыс не выявило достоверных изменений моторной и исследовательской активности у животных опытных групп по сравнению с контрольными животными. Отсутствие изменений в тесте спонтанного чередования может свидетельствовать о том, что ВМАА во всех испытанных дозах не приводила к развитию нарушений моторной, исследовательской активности и эксплицитной памяти у крыс.

Полученные в ходе субхронического эксперимента результаты показали, что ВМАА при длительном пероральном поступлении в организм в дозе 2,5 мг/кг массы тела приводит к нарушению белкового обмена в организме теплокровных животных. Об этом свидетельствует ряд достоверных изменений показателей периферической крови опытных животных по сравнению с контрольными: при уровне значимости $= 0,05$ наблюдали значимое снижение концентрации гемоглобина (на 8 %) через 30 дней экспозиции; значимое снижение мочевой кислоты (на 42 % и 59 %) и мочевины (на 15 % и 11 %) соответственно через 30 и 45 дней экспозиции.

Анализ, проведенный методом непараметрических корреляций Спирмена, показал наличие значимой тенденции (корреляции) к снижению гемоглобина, мочевой кислоты и мочевины при увеличении дозы ВМАА.

Литература

1. Проблема цветения воды источников питьевого водоснабжения населения / В. В. Турбинский, И. В. Брагина, Н. В. Кузь [и др.] // Гигиена и санитария. – 2024. – Т. 103, № 12. – С. 1466–1472.
2. Обоснование предельно допустимой концентрации анатоксина-а в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования / О. О. Синицына, В. В. Турбинский, М. В. Пушкарева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2025. – Т. 104, № 6. – С. 702–709.
3. Обоснование предельно допустимой концентрации цилиндропермопсина в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования для минимизации риска здоровью населения / О. О. Синицына, В. В. Турбинский, М. В. Пушкарева [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2025. – № 2. – С. 16–29.

Поступила 29.09.2025

ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМБИНАЦИЙ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Чернышова Е. В., к. м. н., promtox@rspch.by,
Студеничник Т. С., к. б. н., promtox@rspch.by,
Шевляков В. В., д. м. н., профессор, promtox@rspch.by,
Богданов Р. В., к. м. н., доцент, promtox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Новые микроорганизмы-продуценты и микробные препараты перед опытно-промышленным производством и применением должны подвергаться токсиколого-гигиеническим исследованиям в объеме первичной токсикологической оценки для обоснования мер безопасности для здоровья контактирующих с ними работников.

Цель работы – произвести оценку токсикологических свойств комбинаций молочнокислых микроорганизмов при различных путях поступления в организм лабораторных животных.

Для исследований были представлены три опытных образца комбинаций (консорциумов) молочнокислых бактерий (далее – КМБ), предназначенных для использования при производстве заквасок для кисломолочных продуктов.

Консорциум микроорганизмов (или микробный консорциум) – это группа из двух или более различных видов микроорганизмов, которые взаимодействуют и формируют функциональную единицу для выполнения сложных функций или выживания в определенных условиях.

Консорциум для производства заквасок – это специально подобранная смесь различных видов полезных микроорганизмов (молчнокислых бактерий, пробиотиков, дрожжей), используемых для производства кисломолочных продуктов, хлеба или других ферментированных продуктов. Эти консорциумы обеспечивают необходимые вкус, аромат, консистенцию и свойства конечного продукта, подавляя при этом рост нежелательных микроорганизмов.

Видовая (родовая) принадлежность культур, входящих в консорциум № 1 – *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc* sp.; № 2 – *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc* sp., *Leuconostoc mesenteroides*; № 3 – *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc* sp. Источниками выделения представленных комбинаций микроорганизмов являлись фермерские полутвердые сыры различных видов.

Условия культивирования для всех трех комбинаций: развиваются в стерильном восстановленном обезжиренном молоке, гидролизованном панкреатином восстановленном обезжиренном молоке при $(30 \pm 2)^\circ\text{C}$; факультативные анаэробы; грамположительны; каталазу не продуцируют; форма и размер вегетативных клеток – овальные кокки, одиночные, парные, в коротких цепочках, коккоподобные палочки.

Образцы КМБ представляли собой сыпучие лиофилизированные биомассы, содержащие жизнеспособные бактерии со средней концентрацией: КМБ № 1 – $1,9 \times 10^{11}$ КОЕ/г, КМБ № 2 – $1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г, КМБ № 3 – $1,7 \times 10^{12}$ КОЕ/г и лиофилизированную защитную среду (криопротектор или компонент сухой) на основе сахарозы и обезжиренного молока. Точное соотношение лиофилизат/среда рассчитывалась исходя из результатов определения численности жизнеспособных клеток молочнокислых микроорганизмов в 1 г лиофилизата.

Начальный этап токсиколого-гигиенических исследований предусматривал определение в острых экспериментах при ингаляционном, внутрижелудочном и внутрибрюшинном введениях лабораторным животным параметров патогенности, токсигенности и токсичности трех КМБ.

Для экспериментальных исследований использовали суспензии КМБ, содержащие рабочую концентрацию $1,0 \times 10^9$ КОЕ/см³ на стерильном физиологическом растворе.

Токсиколого-гигиеническое изучение образцов КМБ выполнено на лабораторных животных двух видов (нелинейные самки и самцы белых крыс, исходная масса 150–220 г; нелинейные самки и самцы белых беспородных мышей, исходная масса 16–24 г).

Все исследовательские работы с лабораторными животными выполнены с соблюдением этических норм обращения с животными, которые соответствуют правилам, принятым Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123), Strasbourg, 1986).

Экспериментальные исследования выполнялись унифицированным методом в соответствии с положениями инструкции по применению «Обоснование предельно допустимых концентраций и методик выполнения измерений содержания в воздухе рабочей зоны микроорганизмов-продуцентов и микробных

препаратов на их основе», рег. № 009-1015, утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь 16.10.2015 (далее – инструкция № 009-1015).

Степень патогенности микроорганизмов определяется их вирулентностью – способностью вызывать патологический процесс в макроорганизме с летальным исходом. Для ее определения используют интегральный показатель – ЛД₅₀, дозу, которая вызывает гибель 50 % животных опытной группы.

Изучение патогенности КМБ проводили при их однократном интраназальном введении в стандартных дозах белым крысам (по $1,0 \times 10^8$ м.кл./жив.) и белым мышам (по $2,0 \times 10^7$ м.кл./жив.), однократном внутрижелудочном введении белым крысам суспензий испытуемых КМБ в фактической средней дозе, рассчитанной с учетом массы тела животных (стандартная доза – $3,0 \times 10^9$ м.кл. на 180 г массы крысы в опытной группе), однократном внутрибрюшинном введении суспензий препаратов белым мышам в фактической средней дозе, рассчитанной с учетом массы тела животных (стандартная доза – $5,0 \times 10^8$ м.кл. на 20 г массы мыши в опытной группе).

Животным контрольных групп аналогичным образом и в тех же объемах вводили суспензии защитной среды на стерильном физиологическом растворе хлорида натрия, приготовленные в разведениях, аналогичных каждому препарату соответственно.

Оценку патогенности проводили по учету летальности и выраженности клинических признаков интоксикации в течение 5-суточного срока наблюдения.

Интегральный показатель степени патогенности (далее – ИПП) рассчитывали по относительной величине ЛД₅₀ по формуле (1):

$$ЛД_{50} = (D : M) \times 1000, \quad (1)$$

где ЛД₅₀ – относительная величина среднесмертельной дозы испытуемого препарата в м.кл./кг;

D – среднеарифметическая величина фактических введенных доз препарата в количестве микробных клеток на животное, рассчитываемых с учетом стандартной дозы и индивидуальной массы каждого животного в опытной группе;

M – средняя масса тела животных опытной группы в г;

1000 – коэффициент пересчета на кг массы тела животного.

Однократное интраназальное введение суспензий КМБ в стандартных дозах, исходя из рабочей концентрации препарата ($1,0 \times 10^9$ КОЕ/см³), в объеме по 0,1 см³ белым крысам (доза – $1,0 \times 10^8$ м.кл./жив.) и по 0,02 см³ белым мышам (доза – $2,0 \times 10^7$ м.кл./жив.) во всех группах не приводило к гибели опытных животных и клиническим проявлениям интоксикации. В период наблюдения опытные белые крысы и мыши оставались активными, признаков угнетения центральной нервной системы и других симптомов токсического действия не зарегистрировано.

При внутрижелудочном введении суспензий КМБ белым крысам в стандартной дозе по 3,0 см³ в рабочей концентрации $1,0 \times 10^9$ м.кл./см³ на 180 г массы животного (средние фактические дозы составляли от $3,0 \times 10^9$ до $3,08 \times 10^9$ м.кл./жив. соответственно по группам) не установлено в период наблюдения летальности и клинических проявлений интоксикации у животных в опытных группах.

Расчетная величина интегрального показателя степени патогенности КМБ при внутрижелудочном введении белым крысам в стандартной дозе составила для КМБ № 1 $1,66 \times 10^{10}$ м.кл./кг, КМБ № 2 – $1,67 \times 10^{10}$ м.кл./кг, КМБ № 3 – $1,66 \times 10^{10}$ м.кл./кг (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры патогенности и токсичности комбинаций молочнокислых бактерий

Вид животных	Способ введения	Средняя фактическая доза, м.кл./жив.	Критерии эффектов в опытной группе		Оценка действия, ИПП (ЛД ₅₀), м.кл./кг
			гибель	клиника	
Комбинация молочнокислых бактерий № 1					
Белые крысы	Внутрижелудочно по 3,0 см ³ на 180 г массы животного	3,0 × 10 ⁹	0	не установлено	1,66 × 10 ¹⁰
Белые мыши	Внутрибрюшинно по 0,5 см ³ на 20 г массы животного	4,83 × 10 ⁸	0	не установлено	2,50 × 10 ¹⁰
Комбинация молочнокислых бактерий № 2					
Белые крысы	Внутрижелудочно по 3,0 см ³ на 180 г массы животного	3,08 × 10 ⁹	0	не установлено	1,67 × 10 ¹⁰

Вид животных	Способ введения	Средняя фактическая доза, м.кл./жив.	Критерии эффектов в опытной группе		Оценка действия, ИПП (ЛД ₅₀), м.кл./кг
			гибель	клиника	
Белые мыши	Внутрибрюшинно по 0,5 см ³ на 20 г массы животного	5,48 × 10 ⁸	0	не установлено	2,50 × 10 ¹⁰
Комбинация молочнокислых бактерий № 3					
Белые крысы	Внутрижелудочно по 3,0 см ³ на 180 г массы животного	3,00 × 10 ⁹	0	не установлено	1,66 × 10 ¹⁰
Белые мыши	Внутрибрюшинно по 0,5 см ³ на 20 г массы животного	5,13 × 10 ⁸	0	не установлено	2,50 × 10 ¹⁰

В условиях однократного внутрибрюшинного введения суспензий КМБ белым мышам в стандартной дозе по 0,5 см³ в исходной концентрации $1,0 \times 10^9$ м.кл./см³ на 20 г массы животного (фактические средние дозы составляли $4,83 \times 10^8$ м.кл./жив. для КМБ № 1; $5,48 \times 10^8$ м.кл./жив. для КМБ № 2; $5,13 \times 10^8$ м.кл./жив. для КМБ № 3) не установлены гибель и клинические признаки интоксикации животных в течение периода наблюдения, мыши в опытной группе оставались активными, признаков угнетения центральной нервной системы и других симптомов токсического действия не зарегистрировано (таблица 1).

Величина ИПП при внутрибрюшинном введении белым мышам КМБ составила $2,50 \times 10^{10}$ м.кл./кг для всех трех опытных групп.

По результатам экспериментов установлено, что КМБ № 1–3 при однократном интраназальном, внутрижелудочном и внутрибрюшинном введениях лабораторным животным не проявили патогенные свойства, и таким образом возможно сделать вывод о том, что все испытанные КМБ соответственно не обладают токсичностью (способность прилизе клеток микроорганизмов выделять в окружающую среду содержащиеся внутри клетки эндотоксины) и токсигенностью (способностью синтезировать и выделять в окружающую среду токсичные для макроорганизма экзотоксины) для организма.

Для определения класса опасности КМБ использовали критерии классификации опасности микроорганизмов-продуцентов и микробных препаратов по степени патогенности в острых опытах по ИПП каждого испытуемого препарата в м.кл./кг.

Установленные параметры патогенности КМБ по величине интегрального показателя степени патогенности при внутрижелудочном введении белым крысам и при внутрибрюшинном введении белым мышам позволили отнести их к IV классу опасности согласно критериям (инструкция № 009-1015) классификационной оценки микроорганизмов-продуцентов.

Таким образом, на основании результатов выполненных экспериментальных токсиколого-гигиенических исследований можно заключить следующее: испытанные комбинации молочнокислых бактерий № 1–3 при внутрижелудочном, ингаляционном и внутрибрюшинном путях поступления в организм лабораторных животных различных видов в стандартных дозах и концентрациях не проявляют патогенные (вирулентные), токсигенные и токсические свойства и относятся к IV классу опасности (малоопасные микроорганизмы).

Поступила 15.09.2025

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ОБОСНОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И КЛАССА ОПАСНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ АМЛОДИПИНА БЕСИЛАТ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Чернышова Е. В., к. м. н., *promtox@rspch.by*,
Дроздова Е. В., к. м. н., доцент, *rspch@rspch.by*,
Богданов Р. В., к. м. н., доцент, *promtox@rspch.by*,
Михайлова Н. Н., *promtox@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Обоснование предельно допустимой концентрации (далее – ПДК) фармацевтической субстанции амлодипина бесилат в воздухе рабочей зоны предусматривает оценку токсичности и опасности изучаемого вещества при поступлении в организм лабораторных животных путями, адекватными реальным условиям производственной среды фармацевтических предприятий.

Объем исследований по обоснованию ПДК фармацевтической субстанции амлодипина бесилат согласно требованиям инструкции 1.1.11-12-206-2003 [1] включал:

- проведение литературно-информационного поиска сведений, отражающих биологические свойства и токсиколого-гигиеническую характеристику изучаемого вещества и его аналогов;

- установление параметров острой токсичности (DL_{50} , CL_{50}) и класса опасности при однократном внутрижелудочном и внутрибрюшинном поступлении на двух видах животных с учетом половой и видовой чувствительности;

- обоснование порога острого действия (далее – Lim_{ac}) (полученные значения использовались как ориентировочные концентрации для постановки хронического эксперимента с целью установления порога хронического действия (далее – Lim_{ch}));

- определение способности оказывать местное раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаз при однократных аппликациях;

- оценку местно-раздражающих и кожно-резорбтивных свойств при повторном воздействии;

- выявление возможных кумулятивных свойств и получение сведений о преимущественно поражаемых органах и системах организма подопытных животных при повторном внутрижелудочном поступлении вещества;

- изучение сенсибилизирующей способности при однократном внутрикожном введении;

- установление Lim_{ch} субстанции;

- обоснование коэффициента запаса.

Обоснование ПДК и класса опасности фармацевтической субстанции амлодипина бесилат в воздухе рабочей зоны выполнялось на основании всего комплекса проведенных исследований в условиях острого и хронического эксперимента.

По результатам предварительно проведенных токсикологических исследований установлено, что средняя смертельная доза при пероральном поступлении (далее – DL_{50}) фармацевтической субстанции амлодипина бесилат при пероральном поступлении составляет 412,33 мг/кг для крыс и 139,17 мг/кг для мышей; средняя смертельная концентрация (далее – CL_{50}) фармацевтической субстанции амлодипина бесилат – 1028,3 мг/м³.

Lim_{ac} рассчитывали по формуле (1):

$$lgLim_{ac} = 0,91 \times lgDL_{50в/ж} - 0,63, \quad (1)$$

где $DL_{50в/ж}$ – средняя смертельная доза при пероральном поступлении, мг/кг.

Величина Lim_{ac} для фармацевтической субстанции амлодипина бесилат составила 56,2.

Зону острого действия (далее – Z_{ac}) рассчитывали по формуле (2):

$$Z_{ac} = CL_{50} / Lim_{ac}, \quad (2)$$

где CL_{50} – средняя смертельная концентрация при ингаляционном поступлении, мг/м³;

Lim_{ac} – порог острого действия.

Величина Z_{ac} для фармацевтической субстанции амлодипина бесилат составила 18,3.

Оценку особенностей проявления видовой резистентности животных к токсическому действию вещества осуществляли с использованием коэффициента видовой чувствительности (далее – KBЧ), представляющего собой показатель соотношения среднесмертельных доз более устойчивого вида животных к менее резистентному (DL_{50} крысы / DL_{50} мыши). Интерпретацию результатов исследования видовой чувствительности проводили на основании предложенных И. В. Саноцким и И. П. Улановой (1975) критериев (таблица 1).

Таблица 1 – Критерии определения характера видовой чувствительности

Ранг коэффициента видовой чувствительности	Величина коэффициента видовой чувствительности	Характеристика видовой резистентности
1	менее 3,0	не выражена
2	3,1–9,0	выражена
3	более 9,1	резко выражена

Установлено, что видовая резистентность к фармацевтической субстанции амлодипина бесилат не выражена: величина KBЧ менее 3,0 как при внутрижелудочном (KBЧ = 2,96), так и при внутрибрюшинном введении (KBЧ = 1,38).

Lim_{ch} химических веществ является одним из важнейших показателей в оценке степени их токсичности и опасности. Он устанавливается путем нахождения минимальной концентрации, вызывающей изменения биологических показателей на уровне целостного организма, отдельных его органов и систем, которые выходят за пределы приспособительных физиологических реакций, и рассматривается как начало развития патологии.

В хроническом эксперименте при ингаляционном воздействии на белых крыс фармацевтической субстанции амлодипина бесилат в концентрациях 0,4; 2 и 10 мг/м³ (используемые в эксперименте концентрации субстанции были взяты как кратные от максимально введенных в остром и подостром эксперименте, а также с учетом полученных литературных данных) было установлено, что концентрация на уровне 2,0 мг/м³ может быть принята в качестве порога хронического действия.

Для определения возможности развития хронических интоксикаций при действии низких концентраций определяли зону хронического действия (далее – Z_{ch}), которую рассчитывали по формуле (3):

$$Z_{ch} = Lim_{ac} / Lim_{ch'} \quad (3)$$

где Lim_{ac} – порог острого действия;

Lim_{ch} – порог хронического действия.

Величина Z_{ch} для фармацевтической субстанции амлодипина бесилат составила 28,1.

Величина ПДК рассчитывалась путем уменьшения величины порога хронического действия на коэффициент запаса. При установлении коэффициента запаса руководствовались общими правилами, изложенными в методических рекомендациях № 118-00-10-2000 «Экспериментальное обоснование и расчет ОБУВ вредных веществ в воздухе рабочей зоны» [2].

Решение о величине коэффициента запаса для расчета ПДК в воздухе рабочей зоны принимали с учетом особенностей действия фармацевтической субстанции амлодипина бесилат, адекватности и чувствительности показателей, избранных для выявления минимально действующих (пороговых) концентраций, степени соответствия изменений в состоянии организма подопытных животных общепринятым критериям вредного действия.

В соответствии с техническими нормативными правовыми требованиями на основании параметров токсикометрии, полученных в результате опытов рассчитывался коэффициент запаса по рекомендациям К. К. Сидорова [3]. При обосновании коэффициента запаса учитывались такие параметры токсикометрии, как порог острого и хронического действия, зона хронического действия, коэффициент видовой чувствительности (коэффициент видовой резистентности – KBP) (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет коэффициента запаса при обосновании ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны

Параметры токсикометрии	Значения показателей токсикометрии, условный балл			
Lim_{ac} , мг/м ³	< 10	10–100	101–1000	> 1000
Баллы	8	6	4	2
Lim_{ch} , мг/м ³	≤ 1	1,1–10	11–100	> 100

Параметры токсикометрии	Значения показателей токсикометрии, условный балл			
Баллы	8	6	4	2
Z _{ch}	> 10	10–5	4,9–2,5	< 2,5
Баллы	8	6	4	2
КВИО	> 10000	9999–1000	999–100	< 100
Баллы	8	6	4	2
КВР	> 9	9–3	< 3	-
Баллы	8	6	4	-

Для расчета коэффициента запаса в каждом из пяти разделов таблицы 2 находили графу, относящуюся к данному опыту, и соответствующий балл (таблица 3). Учитывая физико-химические характеристики фармацевтической субстанции амлодипина бесилат, показатель КВИО (коэффициент возможного ингаляционного отравления) к данному веществу не применим (из-за низкой летучести нормируемой фармацевтической субстанции). Принимая во внимание принципы гигиенического нормирования использовали максимальную оценку в баллах – 8.

Таблица 3 – Оценка в баллах показателей токсикометрии фармацевтической субстанции амлодипина бесилат для расчета коэффициента запаса

Показатель токсикометрии	Значение показателя	Оценка в баллах
Порог острого действия, мг/м ³	56,2	6
Порог хронического действия, мг/м ³	2,0	6
Зона хронического действия	28,1	8
КВР	< 3,0	4
КВИО	-	8

Полученные условные баллы суммировали и в соответствии с полученным значением устанавливали коэффициент запаса согласно таблице 4.

Таблица 4 – Величина коэффициента запаса в зависимости от суммы баллов для обоснования ПДК химических веществ в воздухе рабочей зоны

Сумма баллов	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
Коэффициент запаса	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20

При сумме баллов, соответствующих показателям токсикометрии, коэффициент запаса составил 18.

Величина ПДК рассчитывалась путем уменьшения величины порога хронического действия на коэффициент запаса. На основании результатов экспериментальных исследований, установления порога хронического действия фармацевтической субстанции амлодипина бесилат и, учитывая рассчитанный коэффициент запаса, в соответствии с принципами гигиенического нормирования установлена ПДК фармацевтической субстанции амлодипина бесилат в воздухе рабочей зоны на уровне 0,1 мг/м³.

В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 [4] отнесение вредного вещества к классу опасности проводят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности. При определении класса опасности фармацевтической субстанции амлодипина бесилат учитывались показатели: ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, средняя смертельная доза при введении в желудок, средняя смертельная концентрация в воздухе, зона острого действия, зона хронического действия.

По результатам проведенных токсикологических исследований фармацевтической субстанции амлодипина бесилат и расчетов установлены следующие соответствующие величины класса опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76:

DL₅₀ при пероральном поступлении составляет 412,33 мг/кг для крыс (3-й класс опасности – умеренно опасные вещества) и 139,17 мг/кг для мышей (2-й класс опасности – высокоопасные вещества);

CL₅₀ – 1028,3 мг/м³ (2-й класс опасности – высокоопасные вещества);

зона острого действия – 18,3 (3-й класс опасности – вещества умеренно опасные);

зона хронического действия – 28,1 (1-й класс опасности – вещества чрезвычайно опасные);

ПДК_{врз} – 0,1 мг/м³ (2-й класс опасности – высокоопасные вещества по ГОСТ 12.1.007-76).

Таким образом, для фармацевтической субстанции амлодипина бесилат в воздухе рабочей зоны по лимитирующему значению (Z_{ch}) установлен 1-й класс опасности (вещество чрезвычайно опасное).

Литература

1. Об утверждении Инструкции 1.1.11-12-206-2003 «Гигиеническое нормирование лекарственных средств в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных мест и воде водных объектов»: постановлением Гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь, 30 дек. 2003 г., № 206 // Сб. норматив. документов / РЦГЭиОЗ. – Минск, 2003. – Ч. 2. – 51 с.
2. Экспериментальное обоснование и расчет ОБУВ вредных веществ в воздухе рабочей зоны : метод. рекомендации МР 118-00-10-2000 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 33 с.
3. Сидоров, К. К. Система обоснования коэффициента запаса при установлении ПДК летучих веществ в воздухе рабочей зоны / К. К. Сидоров // Гигиена труда и проф. заболевания. – 1980. – № 3. – С. 17–20.
4. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности = Шкодныя рэчывы. Класіфікацыя і агульныя патрабаванні бяспекі : ГОСТ 12.1.007-76. – Введ. РБ 17.12.1992. – Минск : Госстандарт, 2023. – II, 5 с.

Поступила 15.09.2025

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ИРРИТАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ТОВАРОВ БЫТОВОЙ ХИМИИ МЕТОДОМ *IN VITRO*

Эрм Г. И., к. б. н., promtox@rspch.by,
Баранов С. А., promtox@rspch.by,
Шевляков В. В., д. м. н., профессор, promtox@rspch.by,
Богданов Р. В., к. м. н., promtox@rspch.by,
Земцова В. О., promtox@rspch.by,
Ивко Н. А., к. б. н., ontp@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

С появлением новых химических веществ, материалов и изделий проблема химической безопасности для здоровья населения становится все более актуальной. В соответствии с законодательством большинства стран мира все химические вещества, материалы и изделия, потенциально опасные для человека, должны подвергаться токсикологической оценке. Классические токсикологические методы испытаний химических веществ, продуктов, товаров, являются трудоемкими, длительными, дорогостоящими и, как правило, требуют использования больших количеств различных видов лабораторных животных. В современных медико-биологических исследованиях вопросы об этическом, разумном и экономичном использовании лабораторных животных в эксперименте привлекают все большее внимание специалистов и общественности. При этом в современной токсикологической практике, наряду с традиционными исследованиями, широкое распространение получили альтернативные методы испытаний, способные достоверно отражать воздействие различных химических веществ на организм человека, позволяющие проводить токсикологические исследования, не используя лабораторных животных, и получать результаты по значимости равноценные результатам токсикологических испытаний, проводимых методами, основанными на использовании лабораторных животных [1–3]. При этом альтернативные методы являются экономически более выгодными и менее трудоемкими по сравнению с классическими методами исследования.

Особую значимость эти исследования приобретают при проведении оценки гигиенической безопасности продукции при осуществлении госсанэпиднадзора в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Товары бытовой химии – продукция химической промышленности (химическое вещество или смесь веществ), используемая в быту для уборки, ухода за домом и поддержания чистоты, включающая стиральные порошки, моющие средства для посуды и полов, чистящие средства для различных поверхностей. Они классифицируются по назначению (моющие, чистящие) и составу (поверхностно-активные вещества, отдушки, загустители). Несмотря на необходимость их использования, товары бытовой химии могут быть опасны для здоровья из-за содержания вредных химических компонентов, вызывающих раздражение кожи, глаз и дыхательных путей.

Целью настоящей работы являлось изучение особенностей ирритативного действия товаров бытовой химии альтернативным методом, основанным на оценке воздействия вещества на хориоаллантаоисную мембрану развивающегося куриного эмбриона.

Данный тест широко используется для скрининговой оценки возможного раздражающего действия различных товаров с целью исключения тестирования на лабораторных животных продукции с выраженными раздражающими свойствами. Метод оценки раздражающего действия продукции с использованием хориоаллантаоисной мембраны куриного эмбриона основан на определении возможного возникновения сосудистого повреждения хориоаллантаоисной мембраны, проявляющееся гиперемией, геморрагией, тромбозом, разрушением сосудов и денатурацией белков в ответ на воздействие испытуемой продукции, что является показателем способности исследуемой продукции повреждать слизистые оболочки (в частности, глаз).

В результате обобщения данных о токсикологическом профиле ингредиентов, входящих в состав химических композиций, определены приоритетные группы товаров бытовой химии, контактирующие с кожей и слизистыми оболочками человека: средства моющие синтетические для стирки белья и одежды (ручной и машинной): стиральные порошки, мыло (хозяйственное), гели для стирки, отбеливатели, для аппретирования, подкрахмаливания, для придания антистатических свойств, водосмягчающие и другие; средства для мытья посуды, для чистки изделий из металлов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами, для мытья и чистки холодильников; средства бытовой химии по уходу за жилищем, предметами домашнего обихода, одеждой, обувью.

Определены оптимальные концентрации рабочих растворов для экспериментального моделирования при установлении особенностей определения и оценки показателей раздражающего действия на слизистые оболочки глаз, полученных альтернативным методом с использованием хориоаллантаоисной мембраны в сравнении с тестом Драйза на лабораторных животных [4].

В исследованиях применялись рабочие растворы в соответствии с рекомендуемым режимом применения, указанным в маркировке на потребительской упаковке в соответствии с требованиями «Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утв. Решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 (Раздел 5. Требования к товарам бытовой химии и лакокрасочным материалам. Подраздел 1. Основные требования к товарам бытовой химии). При отсутствии в маркировке рекомендуемого режима применения исследования проводились с 1 % раствором. В качестве растворителя использовали дистиллированную воду.

Модель эксперимента включала предварительное приготовление исходных растворов. Для продукции вязкой и жидкой консистенции – в стеклянную емкость вносили, дозируя пипеткой (дозатором) испытуемый образец в количестве $(10 \pm 0,01)$ см³, и готовили 50 % исходный раствор, добавляя 10,0 см³ растворителя.

Для продукции твердой консистенции – взвешивали на лабораторных весах в стакане $(10,0 \pm 0,01)$ г испытуемого образца. Кристаллическую и крупнозернистую продукцию предварительно доводили до порошкообразного состояния, растирая пестиком в ступке. Готовили исходный раствор, эмульсию или суспензию с массовой долей испытуемой продукции 50 %, дозируя пипеткой (дозатором) в стакан с навеской испытуемого образца растворитель в объеме 10,0 см³ с последующим перемешиванием содержимого до однородной консистенции, устанавливая стакан с внесенным магнитным якорьком на 10 мин на магнитную мешалку.

Рабочие растворы готовили в соответствии с рекомендуемым режимом применения, указанным в маркировке на потребительской упаковке.

Чтобы исключить влияние на мембрану модельной среды, в качестве контроля использованы положительные стандарты («холостые» пробы) – соответствие модельной среды и условиям процесса экстракции испытуемых образцов.

Основой применения метода определения ирритативного действия на хориоаллантаоисной мембране куриного эмбриона в качестве показателя вероятности химического вещества повреждать слизистые оболочки (в частности, глаз) является установление сосудистого повреждения мембраны в ответ на воздействие химического вещества – появление кровоизлияния (кровотечений), лизиса сосудов (распада кровеносных сосудов) и свертывания (денатурация белка внутрисосудистая и внесосудистая). По изменению, которое может возникнуть в хориоаллантаоисной мембране куриного эмбриона при нанесении на нее определенной дозы испытуемого образца, судили о потенциальной способности изучаемой продукции вызывать раздражение.

Регистрировали четкий сосудистый рисунок или сосудистое повреждение мембраны, и в соответствии с тяжестью повреждения оценивали раздражающее действие каждого продукта путем мониторинга в течение 5 минут отсутствия видимой гиперемии, увеличения сети капилляров, появления кровоизлияния (кровотечение сосудов), лизиса сосудов (распад кровеносных сосудов) и коагуляции (денатурация белка внутрисосудистая и внесосудистая).

Характеристику выраженности симптомов раздражения хориоаллантаической мембраны и их оценку в баллах проводили по разработанной нами классификационной схеме (таблица 1), по аналогии с классификацией выраженности ирритативного действия, применяемой в эксперименте на лабораторных животных.

Таблица 1 – Оценка симптомов ирритативного действия исследуемого образца на хориоаллантаическую мембрану куриного эмбриона

Характеристика выраженности симптомов раздражения	Оценка, балл	Выраженность раздражающего действия
Отсутствие видимой гиперемии, четкий сосудистый рисунок	0	Отсутствие
Увеличение сети капилляров, сосуды инъектированы (расширены)	1	Слабое
Точечные кровоизлияния, отдельные сосуды трудно различить	2	Умеренное
Крупные кровоизлияния, диффузное глубокое покраснение	3	Выраженное
Денатурация (денатурация белка внутрисосудистая и внесосудистая)	4	Резко выраженное

Индекс раздражающего действия испытуемой продукции на хориоаллантаическую мембрану куриного эмбриона (далее – $I_{\text{сам}}$) в баллах вычисляли по формуле (1):

$$I_{\text{сам}} = (R_o - R_k)_1 + (R_o - R_k)_2 + (R_o - R_k)_3 / n, \quad (1)$$

где R – выраженность эритематозной реакции в баллах на опытном и контрольном куриных эмбрионах;
 o – опытный куриный эмбрион;
 k – контрольный куриный эмбрион;
 $1, 2, 3$ – порядковый номер куриного эмбриона;
 n – количество куриных эмбрионов (повторности).

За результат испытаний каждого образца принимали среднее значение суммы каждой повторности, в которой определяется величина эритемы в баллах по разнице симптомов раздражающего действия между опытом и контролем. Раздражающее действие у испытуемого образца отсутствует ($I_{\text{сам}} = 0$ баллов), если значение индекса равно нулю или менее 1,0 балла. Если значение индекса равно или более 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 балла, то испытуемый образец обладает раздражающим действием на хориоаллантаическую мембрану и $I_{\text{сам}}$ равен соответственно 1; 2; 3; 4 балла.

Результаты определения показателей ирритативного действия образцов исследуемых групп товаров бытовой химии на хориоаллантаическую мембрану куриного эмбриона и на слизистую оболочку глаз подопытных животных представлены в таблице 2.

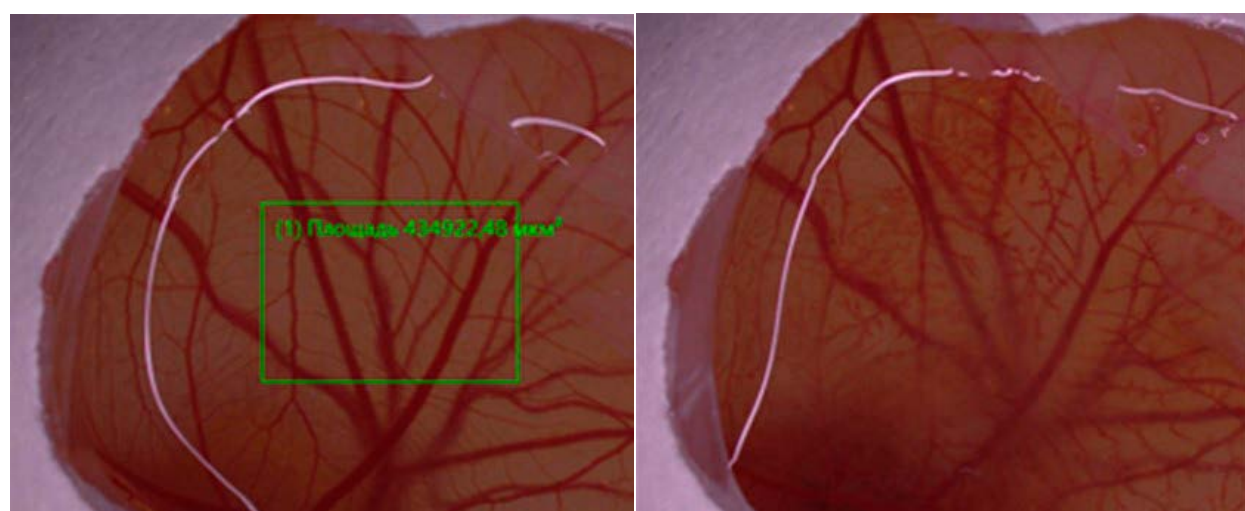
Таблица 2 – Оценка раздражающего действия на слизистые оболочки средств бытовой химии на хориоаллантаической мембране и слизистой оболочки лабораторных животных

№ образца	Хориоаллантаическая мембрана куриного эмбриона ($I_{\text{сам}}$)		Слизистая оболочка глаз кроликов ($I_{\text{г}}$)	
	оценка раздражающего действия, балл	выраженность раздражающего действия	оценка раздражающего действия, балл	выраженность раздражающего действия
Средства моющие синтетические для стирки белья и одежды (ручной и машинной): стиральные порошки, мыло (хозяйственное), гели для стирки, отбеливатели, для аппретирования, подкрахмаливания, для придания антистатических свойств, водосмягчающие)				
1–3, 5–7, 9–10, 12–13, 15–18	0	отсутствие	0	отсутствие
4	0,75	отсутствие	0,80	отсутствие
8	0,50	отсутствие	0,60	отсутствие
11	0,53	отсутствие	0,61	отсутствие
14	0,33	отсутствие	0,42	отсутствие

№ образца	Хориоаллантаисная мембрана куриного эмбриона ($I_{сам}$)		Слизистая оболочка глаз кроликов ($I_{гг}$)	
	оценка раздражающего действия, балл	выраженность раздражающего действия	оценка раздражающего действия, балл	выраженность раздражающего действия
Средства для мытья посуды, для чистки изделий из металлов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами, для мытья и чистки холодильников				
19–34	0	отсутствие	0	отсутствие
Средства бытовой химии по уходу за жилищем, предметами домашнего обихода, одеждой, обувью				
35	1,33	слабое	1,37	слабое
36–38, 41–45	0	отсутствие	0	отсутствие
39	1,30	слабое	1,30	слабое
40	1,02	слабое	1,07	слабое
46	1,84	слабое	1,92	слабое

Была зарегистрирована хорошая корреляция между анализом раздражающей реакции глаза лабораторного животного через 24 часа и хориоаллантаисной мембраны куриного эмбриона через 5 минут после нанесения испытуемого образца.

На рисунке 1 изображена хориоаллантаисная мембрана до и после нанесения испытуемого образца № 46 (средство чистящее), из которого следует, что после нанесения образца на мембране наблюдается увеличение сети капилляров, сосуды инъецированы (расширены), что характеризует образец как обладающий раздражающим действием на слизистую оболочку глаза и оценивается в 1 балл, как слабое (таблица 2).



А

Б

А – до нанесения образца; Б – через 5 минут после нанесения образца

Рисунок 1 – Хориоаллантаисная мембрана куриного эмбриона исследуемого образца № 46

В результате проведенных исследований установлено, что для определения показателей раздражающего действия на слизистые оболочки глаз, полученных альтернативным методом с использованием хориоаллантаисной мембраны, товаров бытовой химии должны применяться рабочие растворы в соответствии с рекомендуемым режимом применения, указанным в маркировке на потребительской упаковке или 1% раствор, если маркировка отсутствует. Также при постановке метода определения ирритативного действия товаров бытовой химии на хориоаллантаисной мембране куриного эмбриона установлено, что воздействие испытуемого вещества в течение 5 минут является достаточным для обнаружения раздражающих эффектов.

Оценка раздражающего действия на слизистые оболочки товаров бытовой химии с использованием хориоаллантаисной мембраны куриного эмбриона обладает рядом преимуществ в сравнении с классическим токсикологическим методом по методологическим, экономическим и этическим критериям, позволяет выявлять химическую продукцию, обладающую потенциальной способностью вызывать раздражение

слизистой и может применяться в качестве значимого, первостепенного теста для оценки раздражающего действия химической продукции.

Литература

1. Современные альтернативные методы исследования, используемые для оценки безопасности продукции / Е. В. Зарицкая, Е. В. Полозова, В. В. Шилов, А. С. Богачева // Экология человека. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 21–25.
2. The role of in vitro methods as alternatives to animals in toxicity testing / A. Anadon, M. A. Martínez, V. Castellano [et. al.] // Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology. – 2014. – Vol. 10, iss. 1. – P. 67–79.
3. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : инструкция по применению № 1.1.11-12-35-2004 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. – Минск, 2004. – 42 с.

Поступила 16.09.2025

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ

АНАЛИЗ ПРОФИЛЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ОЦЕНКЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ МЕТАБОЛИТОВ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA*

Балакина А. С., balakina.a.s@yandex.ru,

Трусов Н. В., nikkitosu@yandex.ru,

Аксенов И. В., aksenov@ion.ru,

Конев А. Д., konevtonyion@gmail.com,

Тутельян В. А., tutelyan@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Микотоксины, вырабатываемые грибами рода *Alternaria*, являются распространенными контаминантами пищевой продукции растительного происхождения, включая фрукты, овощи и зерновые культуры. Опасность альтернариатоксинов для человека и животных обусловлена их цито- и генотоксическими свойствами. Эпидемиологические исследования демонстрируют связь между высокой концентрацией этих микотоксинов в зерне и увеличением случаев заболевания раком пищевода в отдельных провинциях Китая и странах Африки.

Цель исследования – изучить влияние теназуановой кислоты (далее – ТеА) и смеси альтернариатоксинов (ТеА, альтернариола, его метилового эфира и тентоксина) на экспрессию генов ферментов метаболизма ксенобиотиков, факторов воспаления, ферментов липидного и углеводного обменов в печени крыс.

Эксперимент проводили на трех группах (по 10 животных) крыс самцов линии *Wistar*, полученных в возрасте 4 недель из питомника «Столбовая» – филиала ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий ФМБА». Проведение исследования было одобрено Этическим комитетом ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». В течение всего эксперимента животные получали сбалансированный полусинтетический корм (модифицированный AIN93; 15 г сухой смеси на крысу в сутки) и очищенную воду. В возрасте 9 недель животным контрольной группы однократно внутривентрикулярно вводили 10 % водный раствор этилового спирта (растворитель) в количестве 3 мл/кг массы тела (м.т); животным 1-й опытной группы – раствор чистого препарата ТеА (кат.№ CS-BX-00058, Clearsynth, Индия) в дозе 30 мг/кг м. т.; 2-й опытной группы – раствор экстракта среды культивирования (томатная паста) гриба-продуцента (*Alternaria alternata*), содержащего смесь альтернариатоксинов: ТеА (в дозе 30 мг/кг м. т.), альтернариол (0,276 мг/кг м. т.) и его метиловый эфир (0,902 мг/кг м.т.), тентоксин (0,018 мг/кг м. т.). Через 24 часа крыс выводили из эксперимента декапитацией под эфирной анестезией.

В печени крыс оценивали экспрессию генов методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией в режиме реального времени (далее – ПЦР-ОТ). Выделение общей РНК из ткани печени проводили с помощью реагента TRI REAGENT (Sigma-Aldrich, США), а синтез комплементарной ДНК – с использованием набора MMLV RT kit (Евроген, Россия) согласно протоколу производителей. Для ПЦР-ОТ в режиме реального времени применяли праймеры и зонды ООО «ДНК Синтез» (Россия). Реакционная смесь для ПЦР общим объемом 25 мкл содержала 2,5 мкл кДНК (разведение 1 : 10), полученной в реакции обратной транскрипции из 2 мкг тотальной РНК, 2,5 мкл 10x Taq Turbo буфера для HS Taq ДНК-полимеразы (с 2,5 mM MgCl₂) (Евроген, Россия), 1 мкл (F+R) праймеров (10 мкМ), 0,5 мкл зонда FAM (10 мкМ), 1,0 мкл смеси dNTPs (10 мМ) (Евроген, Россия), 0,25 мкл HS Taq ДНК-полимеразы (5 ед/мл) (Евроген, Россия), 17,25 мкл воды без нуклеаз (Thermo Scientific, США). Амплификацию проводили на приборе CFX 96 (Bio-Rad, США). Экспрессию генов оценивали по значению порогового цикла и нормализовали относительно референсных генов *Actb* и *Gapdh* методом $2^{-\Delta\Delta Ct}$. Для установления статистически значимых различий ($p < 0,05$) между группами животных применяли тест Kruskal-Wallis и, в качестве *post hoc* теста, критерия множественного сравнения Dunn.

Внутрижелудочное введение чистого препарата TeA приводило к возрастанию экспрессии гена *Cyp1a1*, не связанное с изменением транскрипционного фактора *Ahr*, в печени крыс 1-й опытной группы по сравнению с контрольным уровнем. Одновременно с тем введение смеси альтернатоксина оказывало выраженное достоверное модулирующее действие на экспрессию генов *Cyp1a1* и *Cyp1a2* относительно контроля. Введение смеси альтернатоксина приводило к активации транскрипционного фактора *Pxr*. ПЦР-анализ количества мРНК *Cyp2e1* также не показал статистически значимых различий между группами.

Однократное внутрижелудочное введение альтернатоксина крысам 2-й опытной группы, в отличие от препарата TeA, приводило к снижению экспрессии генов транскрипционного фактора *Srebf1* и ферментов липогенеза (*Acaca*, *Scd1*, *Fasn*, *Pklr*), не оказывая статистически значимого влияния на экспрессию генов факторов воспаления (*Nfkb1*, *Pla2g4a*), онкосупрессии (*Hnf1a*, *Foxo3*), а также других белков, принимающих участие в энергетическом обмене (*Ppara*, *Pparg*, *Ppargc1a*, *Chrebp1*, *Hnf4a*, *Fgf21*, *Pfkl*, *Cpt1a*, *Lipc*, *Acadl*, *Cs*, *Slc2a2*, *Scarb1*) и гормональной регуляции (*Comt*) в печени. Наряду с этим у крыс 1-й опытной группы, получавших препарат TeA, было отмечено повышение экспрессии гена *Foxo1*, что может свидетельствовать об индукции процессов апоптоза в печени крыс, а также *Irs1* – ключевого фактора, обеспечивающего реализацию клеточных эффектов инсулина.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что острое токсическое действие смеси альтернатоксина приводит к индукции экспрессии генов ферментов метаболизма ксенобиотиков (CYP1A1 и 1A2) в печени крыс и подавлению экспрессии генов ферментов липогенеза *de novo*.

Научно-исследовательская работа проведена в рамках государственного задания (FGMF-2023-0006).

Поступила 22.09.2025

АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ, СТЕРИЛИЗУЕМЫХ ОКИСЬЮ ЭТИЛЕНА В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Грынчак В. А., к. м. н., доцент, ecoltox@rspch.by,

Штурич А. А., toxmed@rspch.by,

Крыж Т. И., toxmed@rspch.by,

Лисовская Г. В., toxmed@rspch.by,

Деменкова Т. В., toxmed@rspch.by,

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из наиболее эффективных методов стерилизации медицинских изделий является газовый метод, использующий в качестве стерилизующего агента окись этилена. Данный метод позволяет стерилизовать более 250 наименований изделий от медицинских простыней до протезов. Особым свойством окиси этилена является его проникающая способность через упаковку и накопление в медицинских изделиях. По окончании процесса стерилизации в изделиях содержатся остаточные количества окиси этилена, этиленхлоргидрина и этиленгликоля. Согласно литературным данным известны случаи негативного воздействия на пациентов медицинских изделий лечебного и диагностического назначения после стерилизации окисью этилена без проведения достаточной дегазации изделий. Так зарегистрированы случаи возникновения ожогов носогубного треугольника после применения масок для подачи наркоза, раздражения слизистых оболочек трахеи после контакта с эндотрахеальными трубками, стерилизованными окисью этилена. Описаны случаи гемолиза эритроцитов после контакта пациента с медицинскими изделиями, содержащими незначительное количество окиси этилена, этиленхлоргидрина и этиленгликоля.

На начальном этапе для минимизации негативного воздействия на пациентов остаточных количеств окиси этилена, этиленхлоргидрина и этиленгликоля необходимо изучить наименования медицинских изделий, стерилизуемых окисью этилена в организациях здравоохранения страны.

Целью исследования являлось проведение анализа медицинских изделий, стерилизованных окисью этилена в организациях здравоохранения Республики Беларусь.

Для проведения анализа была разработана специальная форма, которая была направлена в организации здравоохранения различного профиля, в том числе многопрофильные, имеющие стерилизаторы газовые этиленоксидные и аэраторы. Форма включала в себя информацию за 2024 г. о применяемых изделиях медицинского назначения 1, 2а, 2б, 3 классов потенциального риска, стерилизуемых окисью этилена, в зависимости от продолжительности (кратковременный, длительный, постоянный) и вида контакта (кожные

покровы, слизистые оболочки, внутренняя среда организма, опосредованный контакт) с телом пациентов, материалов (полимерный, металлический, резиновый, комбинированный) и кратности применения (одноразовое, многоразовое), а также данные о используемых стерилизаторах этиленоксидных и аэраторах.

Статистический анализ полученных результатов проводили общепринятыми методами описательной статистики.

Анализ предоставленной информации от 18 организаций здравоохранения, использующих стерилизаторы газовые этиленоксидные, показал, что в настоящее время применяется 34 стерилизатора газовых этиленоксидных и 23 аэратора. В 7 из 18 организаций здравоохранения отсутствуют аэраторы, что составляет 38,9 %. В 2024 г. было простерилизовано 367 наименований медицинских изделий, из которых 57,2 % (210 изделий) изготовлены из комбинированных материалов, 19,6 % (72 изделия) – металлические, 17,7 % (65 изделий) – полимерные и 5,5 % (20 изделий) произведены из резины и силикона. Также установлено, что 97,6 % медицинских изделий (358 изделий), стерилизованных в организациях здравоохранения, имеют продолжительность контакта с пациентом до 24 часов, 1,9 % (7 изделий) – от 24 часов до 30 суток и 0,5 % (2 изделия) контактирует с телом человека более 30 суток. При изучении вида контакта медицинских изделий с пациентом выявлено, что 51,3 % (188 изделий) имеет контакт с внутренней средой организма пациентов, со слизистыми оболочками – 16,0 % (59 изделий), с кожей – 4,4 % (16 изделий), а 28,3 % (104 изделия) контактируют опосредованно.

Изучение кратности клинического применения показало, что 92,9 % (341 изделие) стерилизуемых медицинских изделий являются многоразовыми, а 7,1 % (26 изделий) – одноразового использования.

Таким образом, на основании проведенного анализа можно заключить, что медицинские изделия, стерилизуемые окисью этилена в организациях здравоохранения, активно используются в клинической практике и достаточно распространены на территории Республики Беларусь, что подчеркивает необходимость разработки и внедрения современного научно обоснованного метода гигиенической оценки медицинских изделий, стерилизованных окисью этилена, установление допустимых количеств миграции окиси этилена, этиленхлоргидрина, этиленгликоля, которые в настоящее время отсутствуют.

Поступила 04.09.2025

ОСТРОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕНУАЗОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И МОЧИ КРЫС

Гусева Г. В., mailbox@ion.ru,
Аксенов И. В., aksenov@ion.ru,
Конев А. Д., mailbox@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Тенуазоновая кислота (далее – ТеА) является метаболитом грибов рода *Alternaria* (альтернариатоксином), наиболее часто обнаруживаемым в пищевых продуктах и обладающим наиболее выраженным острым токсическим действием. Величина LD50 у крыс самцов Вистар для ТеА составляет 180 мг/кг. Существующих токсикологических данных недостаточно для установления гигиенических регламентов содержания ТеА в пищевых продуктах.

Целью исследования являлось изучение острого воздействия ТеА на биохимические показатели крови и мочи крыс.

Крысам-самцам Вистар (возраст 9 недель) контрольной группы однократно внутривенно вводили растворитель (10 % водный раствор этилового спирта); 1-й опытной группы – ТеА (Clearsynth, Индия) в дозе 30 мг/кг массы тела (далее – м. т.) в виде спиртового раствора; 2-й опытной группы – спиртовой экстракт *Alternaria alternata*, содержащий смесь альтернариатоксинов (ТеА (в дозе 30 мг/кг м. т.), альтернариол (0,276 мг/кг м. т.) и его метиловый эфир (0,902 мг/кг м. т.), тентоксин (0,018 мг/кг м. т.). Используемая в эксперименте дозировка ТеА (30 мг/кг м. т.) составляла 1/6 LD50 и была выбрана в соответствии с Методическими указаниями по установлению и обоснованию гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевой продукции по критериям риска для здоровья человека (рекомендованы Коллегии Евразийской экономической комиссии от 26.02.2020 № 4). Для сбора мочи животных помещали в обменные клетки (фракция для анализа отобрана в течение 12 ч перед забоем). Кровь отбирали через

24 ч после введения TeA. Показатели крови и мочи определяли на биохимическом анализаторе. Различия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

В результате проведенных исследований у крыс 1-й опытной группы, получавших только TeA, было установлено снижение уровня лактата (на 18 %) и повышение активности аспаратаминотрансферазы (на 52 %, на уровне тенденции – $p = 0,07$) в крови, увеличение содержания магния (на 122 %, на уровне тенденции – $p = 0,08$) в моче по сравнению с показателями в контрольной группе. У крыс 2-й опытной группы, получившим экстракт *A. alternata*, содержащий TeA с другими метаболитами, было выявлено снижение общего белка (на 9 %), альбумина (на 10 %), холестерина липопротеидов высокой плотности (на 15 %), лактата (на 21 %), повышение активности лактатдегидрогеназы (на 47 %) и уровня общего билирубина (на 20 %, на уровне тенденции – $p = 0,07$) в крови относительно контрольной группы. Наряду с этим, по сравнению с показателями в 1-й опытной группе крыс, которым вводили только TeA, во 2-й опытной группе, получившим наряду с TeA и другие метаболиты, было обнаружено снижение содержания холестерина липопротеидов высокой плотности (на 11 %, на уровне тенденции – $p = 0,10$), кальция (на 4 %) в крови, магния (на 86 %) и фосфора (на 75 %) в моче. Для других изученных показателей (аланинаминотрансфераза, щелочная фосфатаза, глобулин, мочевины, глюкоза, триглицериды, свободные жирные кислоты, холестерин (в т. ч. липопротеидов низкой плотности), мочевины, мочевины, мочевины и кальций в моче) не было установлено статистически значимых различий между группами животных.

Полученные данные свидетельствуют об остром токсическом воздействии TeA на крыс, в т. ч. влиянии на белковый, липидный и минеральный обмен, а также о модуляции эффектов TeA другими метаболитами *A. alternata*.

Научно-исследовательская работа проведена в рамках государственного задания (FGMF-2023-0006).

Поступила 15.09.2025

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ФОСФАТ-ЭФИРА В ОСТРОМ И ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА КРЫСАХ-САМЦАХ ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ

Ерастова О. В., erastova.ov@fncg.ru,
Асланова Ю. С., aslanova.iu@fncg.ru
Вострикова М. В., vostrikova.mv@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Одним из направлений в повышении эффективности использования гербицидов является их совместное применение с адъювантами. Принцип действия адъювантов основан на изменении физических или химических показателей рабочего раствора пестицида, в результате чего биологическая эффективность пестицидов повышается.

Ингредиентами препаративных форм пестицидов достаточно часто являются поверхностно-активные вещества (далее – ПАВ), выполняющие функции активаторов действия, а также стабилизаторов. Их особенности определяются входящими в молекулу полярной и неполярной структурами, кроме того, способностью накапливаться на поверхности соприкосновения двух фаз, тем самым снижается их поверхностное натяжение.

Хронический и острый токсикологический эксперимент – обязательная часть общей токсикологической оценки опасности пестицидов и агрохимикатов. В ходе анализа полученных данных возможно выявить наиболее подверженные токсическому действию системы органов, степень их повреждения, а также применить полученные результаты в целях гигиенического нормирования.

Цель исследования – определение параметров острой пероральной токсичности и изучение характера биологического действия ПАВ в хроническом эксперименте на крысах-самцах при пероральном введении, установление недействующей дозы.

Исследования проводились в остром эксперименте на беспородных половозрелых белых крысах-самцах с массой тела 200–220 г. В эксперименте использовали 6 животных. ПАВ вводили металлическим зондом в желудок крысам-самцам. Испытана доза 5000 мг/кг массы тела (далее – мг/кг м. т.).

Длительность хронического эксперимента – 6 месяцев. Объект исследования – беспородные белые крысы-самцы, масса тела перед началом опыта составляла 185–190 г.

Каждая подопытная группа состояла из 20 животных (10 – для определения гематологических и биохимических показателей, 10 – для физиологических).

ПАВ на основе фосфат-эфира вводили в дозах 0,05; 0,5 и 5,0 мг/кг м. т. перорально 5 раз в неделю. Крысы контрольной группы получали корм без ПАВ.

В динамике опыта проводили наблюдение за состоянием и поведением животных, потреблением воды и пищи, фиксировали сроки гибели животных, регистрировали изменения массы тела, функциональных, физиологических, биохимических и гематологических показателей.

Состояние центральной нервной системы оценивалось по способности животных суммировать подпороговые импульсы (суммационно-пороговый показатель (далее – СПП)) с помощью импульсного стимулятора (в вольтах). Проводили наблюдение за состоянием физиологических показателей, таких как поведенческие реакции. Исследования проводили на совмещенной установке «открытого поля» и «открытой площадки» с автоматической регистрацией поведения крыс (прибор OPTO-MAKS «Columbus Instumehs», США).

Гематологические показатели регистрировали в цельной крови животных с помощью автоматического гематологического анализатора «CELL-DYN^o 3700 System» (США). Изучались следующие показатели: концентрация лейкоцитов (содержание в процентах лимфоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, базофилов, моноцитов), эритроцитов, тромбоцитов, гемоглобина, гематокрита, средний объем эритроцита, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средняя концентрация гемоглобина в эритроците.

Биохимические исследования выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе «Chem Well» фирмы «Awareness Technology Inc.» (США) с использованием диагностических наборов реактивов производства «HOSPITEX DIAGNOSTICS s.r.l.» (Италия). Изучались следующие показатели: аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза (далее – АСТ), альбумин, общий белок, мочевиная кислота, мочевиная, глюкоза, щелочная фосфатаза, триглицериды, холестерин, лактатдегидрогеназа (далее – ЛДГ), холинэстераза, креатинин, амилаза, хлориды.

По окончании эксперимента животные были умерщвлены. Эвтаназию животных осуществляли в CO₂ боксе, проводилось определение абсолютной и относительной массы внутренних органов животных контрольной и опытных групп.

Результаты проведенных исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием t-критерия Стьюдента в программе ПК «Microsoft Excel».

Во все сроки исследования у животных опытных групп, получавших ПАВ в дозе 0,05 мг/кг 5 раз в неделю, не выявлено статистически достоверных изменений по всем изученным физиологическим, гематологическим и биохимическим показателям. Статистически достоверные изменения изученных показателей выявлены у животных опытных групп, получавших ПАВ на основе фосфата эфира в дозах 0,5 и 5,0 мг/кг.

Анализ массы тела подопытных крыс при действии ПАВ не выявил статистически достоверных изменений в течение всего эксперимента по сравнению с контрольными животными.

Оценка состояния центральной нервной системы (СПП), а также изучение поведенческих реакций не выявили у подопытных животных статистически достоверных изменений во все сроки исследования.

Выявленные биохимические изменения при хроническом 6-месячном поступлении ПАВ на основе фосфат-эфира в дозах 0,5 и 5,0 мг/кг указывают на политропный характер действия изучаемого вещества.

Через 1 месяц воздействия изучаемого вещества в дозе 0,5 мг/кг на организм подопытных животных выявлено: статистически достоверное снижение активности аспартатаминотрансферазы (далее – АСТ) и лактатдегидрогеназы (далее – ЛДГ), повышение содержания глюкозы; в дозе 5 мг/кг – достоверное снижение содержания креатинина, триглицеридов и активности холинэстеразы.

После 3 месяцев воздействия вещества в сыворотке крови животных, получавших ПАВ в дозе 0,5 мг/кг, выявлено достоверное снижение активности ЛДГ, повышения содержания хлоридов; в дозе 5,0 мг/кг – достоверное снижение содержания глюкозы и триглицеридов, повышения содержания мочевины.

Через 6 месяцев воздействия в сыворотке крови животных, получавших ПАВ на основе фосфата эфира в дозе 0,5 мг/кг, установлено достоверное снижение активности АСТ и ЛДГ, повышение содержания хлоридов и активности амилазы.

По окончании 6-месячного эксперимента осуществлена эвтаназия животных в CO₂ боксе, проведено определение абсолютной и относительной массы внутренних органов (печень, почки, сердце, легкие, селезенка, надпочечники, семенники). Анализ представленных данных показал статистически достоверные

увеличения относительных коэффициентов массы селезенки у животных, получавших ПАВ на основе фосфат-эфира в дозе 0,5 мг/кг.

Таким образом, обобщая результаты проведенных исследований, можно сделать вывод, что при многократном пероральном воздействии ПАВ на основе фосфат-эфира в дозах 0,5 и 5,0 мг/кг обладает поллитропным действием на организм крыс-самцов. Доза 0,05 мг/кг не вызывает достоверных изменений в организме опытных животных по всем изученным показателям.

По результатам проведенных исследований среднесмертельная доза (ЛД₅₀) ПАВ на основе фосфат-эфира при пероральном введении, для крыс-самцов составила > 5000 мг/кг.

В 6-месячном эксперименте на крысах-самцах установлено, что при длительном пероральном поступлении ПАВ в организм теплокровных (крысы-самцы), у подопытных животных регистрируют изменения ряда гематологических и биохимических показателей в дозах 0,5 и 5,0 мг/кг. По результатам проведенных исследований недействующая доза установлена на уровне 0,05 мг/кг, а действующая – 0,5 мг/кг.

Поступила 29.09.2025

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОСУЛЬФОКАРБА НА ОПЕРАТОРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Заволокина Н. Г., zavolokina.ng@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация

В Российской Федерации на сегодняшний день разрешено применение ограниченного числа препаратов на основе просульфокарба. Между тем уникальный механизм действия, эффективность против устойчивых сорняков, благоприятные условия для севооборота из-за короткого периода полураспада, экономическая эффективность и гибкость применения делают этот гербицид востребованным в агрономической практике. Одним из главных приоритетов при проведении химических обработок является обеспечение безопасности здоровья операторов.

Просульфокарб (S-бензил N,N-дипропилтиокарбамат, химическая формула C₁₄H₂₁NOS) – гербицид, относящийся к классу тиокарбаматов. Представляет собой бесцветную или светло-желтую жидкость со сладковатым запахом. В атмосферном воздухе может присутствовать в виде паров и аэрозоля. Вещество является ингибитором синтеза длинноцепочечных жирных кислот у растений. Его механизм действия заключается в нарушении биосинтеза липидов и восков, что приводит к ингибированию прорастания семян и гибели проростков чувствительных сорняков.

При поведении обработки сельскохозяйственных культур в организм оператора просульфокарб может попадать ингаляционным путем (вдыхание паров и аэрозоля), перорально (при случайном проглатывании) и через кожу. Обладает умеренной острой токсичностью: LD₅₀ для крыс при пероральном введении составляет 1820 мг/кг, при накожном применении – > 2000 мг/кг. Вещество оказывает раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаз, является аллергеном. Лимитирующим показателем вредного действия просульфокарба на организм человека является общетоксический эффект и репродуктивная токсичность.

Специалистами ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» в рамках регистрационных испытаний проведены натурные гигиенические исследования для оценки условий труда при штанговом опрыскивании полевых культур препаратами на основе просульфокарба. Всего изучено 4 препаративные формы в виде концентрата эмульсии, с содержанием действующего вещества 707 и 800 г/л, и нормой расхода 5,0 и 5,5 л/га. Трактористы-операторы во время работы использовали полный комплект средств индивидуальной защиты, включающий спецодежду, респираторы, защитные очки и перчатки.

Объектами исследования были воздух рабочей зоны, смывы с кожи работающих, а также атмосферный воздух в пределах санитарного разрыва.

В результате анализа проб, отобранных в ходе опрыскивания каждым из препаратов, установлено наличие действующего вещества как в воздухе рабочей зоны, так и на коже операторов. В воздухе рабочей зоны просульфокарб обнаруживался преимущественно на этапе заправки баков опрыскивателей, в концентрациях от 0,017 до 0,5 мг/м³. Также выявлены загрязнения как открытых, так и защищенных участков кожи:

в смывах с лица и шеи – в количестве 0,064–8,64 мкг/смыв; с кисти и предплечья – 0,0675–5,55 мкг/смыв; с груди – 0,075–0,458 мкг/смыв.

При расчете средних концентраций отрицательные пробы («не обнаружено») учитывались на уровне $\frac{1}{2}$ нижнего предела количественного определения (в воздухе рабочей зоны – 0,01 мг/м³, в пробе смыва – 0,05 мкг/смыв), согласно МУ 1.2.3017-12.

Средние концентрации просульфокарба в воздухе рабочей зоны находились в диапазоне 0,008–0,08 мг/м³. Среднее содержание действующего вещества на коже установлено на уровне 0,00011–0,0048 мкг/см². В пробах атмосферного воздуха и сносом действующее вещество обнаружено не было, что свидетельствует об отсутствии значимого вторичного воздействия на население и смежные прилегающие территории.

Для количественной оценки рисков для операторов использована величина ОБУВ просульфокарба в воздухе рабочей зоны, равная 0,5 мг/м³, и ориентировочный допустимый уровень загрязнения кожных покровов, установленный на уровне 0,0003 мг/см² с учетом данных по острой кожной токсичности данного действующего вещества.

В результате расчетов получен широкий диапазон рисков. В зависимости от применяемого препарата риск ингаляционного воздействия варьировался от 0,01 до 0,16; риск дермального воздействия – от 0,006 до 0,16.

Суммарный риск комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия на операторов по экспозиции просульфокарба находился в пределах 0,02–0,32; риск по поглощенной дозе – 0,07–0,78, при допустимом ≤ 1 .

Таким образом, для изученных препаратов на основе просульфокарба установлен допустимый (не превышающий единицу) уровень риска для здоровья операторов как по экспозиции, так и по поглощенной дозе. Однако следует обратить внимание, что, несмотря на приблизительно одинаковое содержание действующего вещества в препаратах (707–800 г/л), и норм расхода при опрыскивании (5,0–5,5 л/га), величины средних экспозиций и показатели рисков при их применении существенно различались. Формирование экспозиционных уровней пестицидов зависит от многих факторов – состава препаративной формы, метеорологических условий, используемой техники, характеристик обрабатываемой культуры и других. Поэтому для обеспечения эффективного управления рисками и минимизации воздействия на здоровье работающих и населения необходимо проведение гигиенической оценки каждого нового препарата в условиях его реального применения.

Поступила 02.09.2025

МЕТОД ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ПЕСТИЦИДОВ-ДЖЕНЕРИКОВ ОРИГИНАЛЬНЫМ ДЕЙСТВУЮЩИМ ВЕЩЕСТВАМ В ПРАКТИКЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Ильюкова И. И., к. м. н., ecoltox@rspch.by,

Юркевич Е. С., к. м. н., ecoltox@rspch.by,

Клочкова О. П., ecoltox@rspch.by,

Камлюк С. Н., к. б. н., ecoltox@rspch.by,

Иода В. И., ecoltox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Значительную долю на рынке химических средств защиты растений Республики Беларусь занимают пестициды, содержащие действующие вещества – дженерики (препараты-аналоги), которые могут отличаться от оригинальных продуктов по своей активности из-за повышенного уровня или измененного состава примесей вследствие изменения технологии производства, добавления или изменения состава примесей, превышения количества примесей относительно лимитирующего уровня, нарушения условий хранения, замены сырьевых компонентов, в результате побочных реакций (например, с водой) из-за со-формулянтов или неправильной упаковки. В республике все средства защиты растений подлежат государственной регистрации, проводимой в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь. Токсиколого-гигиеническую оценку безопасности пестицидов для здоровья населения в рамках

государственных регистрационных испытаний осуществляет Министерство здравоохранения Республики Беларусь.

Для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения важным компонентом регистрационных испытаний является оценка опасности всех составляющих компонентов пестицидной формуляции, включая технические продукты действующих веществ, а также подтверждение эквивалентности технических продуктов (далее – ТП), поступающих из новых источников или полученных с использованием измененной технологии производства оригинальных действующих веществ (далее – ДВ). При этом в настоящее время в республике при проведении государственной токсиколого-гигиенической экспертизы пестицидов специалисты ориентируются на рекомендации, изложенные в международных руководствах, что не позволяет рационально и объективно оценивать безопасность ТП с учетом национальных требований и в полном объеме проводить токсиколого-гигиеническую оценку безопасности химических средств защиты растений для здоровья населения.

Задачей токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности ТП пестицидов-дженериков является определение неприемлемого увеличения опасности дженерика по сравнению с оригинальным продуктом в случаях наличия любых новых примесей и/или повышенного уровня известных имеющихся примесей и/или повышенного уровня нерелевантных примесей, превышающие пределы, указанные в спецификациях референтного (эталонного) действующего вещества или в соответствующих нормативных документах.

Разработанный метод токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности технических продуктов пестицидов-дженериков оригинальным действующим веществам при регистрации средств защиты растений, включенный в инструкцию по применению «Метод токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности технических продуктов пестицидов-дженериков оригинальным действующим веществам» (регистрационный № 035-1124), устанавливает единые методологические подходы к проведению токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности, определяет порядок и включает этапы исследований для определения эквивалентности дженериков веществам-оригинаторам, содержит подробное описание и методики проведения всех необходимых тестов и анализов.

Метод предназначен для использования в комплексе медицинских услуг, направленных на медицинскую профилактику заболеваний и патологических состояний населения, связанных с воздействием пестицидов-дженериков и является ключевым инструментом для обеспечения здоровья и минимизации рисков работников агропромышленного комплекса и безопасности сельскохозяйственной продукции.

Сущность метода заключается в установлении единых методологических подходов к проведению токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности ТП пестицидов-дженериков оригинальному препарату, включая порядок проведения оценки эквивалентности ТП пестицидов-дженериков веществам-оригинаторам и этапов проведения исследований: I – признание анализируемых ТП эквивалентными действующим веществам-оригинаторам на основании предоставленных спецификаций и соответствия разработанным критериям по количественному и качественному составу примесей; II – содержание в ТП новых примесей / комбинаций примесей предполагает необходимость проведения сравнительной оценки токсикологических профилей ТП и референтного ДВ.

Инструкция включает 8 глав (назначение и область применения, основные термины и определения, этапы токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности ТП пестицидов-дженериков, сравнительная оценка справочных спецификаций, признание / непризнание эквивалентности ТП пестицидов-дженериков, токсикологическая и экотоксикологическая оценка эквивалентности, интерпретация результатов) и приложения, содержащие расчетное определение максимально возможного уровня токсичности для примесей, показатели оценки безопасности активно действующих веществ пестицидов и препаративной формы пестицидов, перечень токсикологических показателей и диапазоны их значений для создания токсикологического профиля ДВ пестицида, схему токсикологических исследований в зависимости от процентного содержания примеси, батарею тестов методов *in silico*, *in vitro* и *in vivo* для экспериментального определения эквивалентности ТП пестицидов-дженериков оригинальным ДВ и примеры расчета максимально возможного уровня токсичности для примесей.

Практическое применение метода заключается в оценке риска здоровью, ассоциированного с воздействием пестицидов-дженериков, совершенствовании надзора за применением пестицидов-дженериков, особенно высокотоксичных, повышении эффективности и достоверности результатов оценки безопасности ТП при проведении токсиколого-гигиенической экспертизы для государственной регистрации.

Внедрение метода позволит повысить на 30 % эффективность и достоверность результатов оценки безопасности химических средств защиты растений для здоровья населения, а также снизить на 10 % уровень риска здоровью, ассоциированного с воздействием химических средств защиты растений, что в итоге будет способствовать повышению качества допускаемых на рынок Республики Беларусь средств защиты растений и, как следствие, качества сельскохозяйственной продукции, безопасности условий труда для

работающих, занятых при применении средств защиты растений, в том числе благодаря медицинской профилактике заболеваний, ассоциированных с влиянием на здоровье химической продукции.

Настоящий метод предназначен для специалистов организаций (учреждений) здравоохранения, выполняющих токсиколого-гигиеническую оценку безопасности химических средств защиты растений для здоровья населения при проведении государственной регистрации по единым критериям определения эквивалентности технических продуктов пестицидов-дженериков оригинальным действующим веществам, а также для врачей-гигиенистов, осуществляющих государственный санитарный надзор за обращением пестицидов.

Поступила 03.09.2025

К ВОПРОСУ ОТНЕСЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ К КАТЕГОРИИ ОСОБО ОПАСНЫХ ПЕСТИЦИДОВ

Ильюкова И. И., к. м. н., ecoltox@rspch.by,

Клочкова О. П., ecoltox@rspch.by,

Петрова С. Ю., к. м. н., ecoltox@rspch.by,

Евсеев Е. А., ecoltox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в Республике Беларусь, как и в большинстве стран мира, отмечается тенденция к увеличению числа регистрируемых средств защиты растений (далее – СЗР). Согласно сведениям из «Государственного реестра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь» по состоянию на декабрь 2023 г. в Беларуси зарегистрировано 1040 формул пестицидов, содержащих более чем 390 действующих веществ в различных концентрациях и смесевых сочетаниях с другими химическими компонентами. Многие пестициды из этого списка отнесены к особо опасным пестицидам (далее – ООП), ограничены к применению или запрещены в других странах мира, но продолжают использоваться в Республике Беларусь.

В рамках международной политики по управлению химическими веществами проблема рисков, ассоциированных с использованием ООП, отмечена как приоритетная. Всемирная организация здравоохранения (далее – ВОЗ) совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (далее – ФАО) предлагают вариант постепенного запрета на использование ООП.

Международный кодекс поведения ФАО/ВОЗ по управлению пестицидами рассматривает меры по управлению рисками при регулировании ООП в виде полного запрета пестицидных продуктов, содержащих опасные действующие вещества с аннулированием регистрации, либо ограничения применения с использованием только для конкретных целей и пользователями, имеющими лицензии, при этом запрет на ввоз, распространение, продажу и использование ООП вводится только в том случае, если результаты оценки рисков на национальном уровне показывают, что использование пестицидного продукта создает неприемлемые угрозы в отношении здоровья людей и окружающей среды.

Международная конференция по управлению химическими веществами, прошедшая в Бонне (ICCM5, 2023 г.), приняла резолюцию, которая определяет продолжающееся использование ООП как проблему международного уровня и призвала страны предпринять конкретные действия по сокращению ООП в сельском хозяйстве и замене их на менее опасные альтернативы.

С использованием информационных баз данных проведен анализ сведений по опасным свойствам 85 действующих веществ СЗР (показатели острой пероральной, дермальной, ингаляционной токсичности, мутагенности, канцерогенности, репродуктивной токсичности, способности оказывать отрицательное воздействие на функцию эндокринной системы, вещества, относящиеся к стойким, склонным к биоаккумуляции соединениям) с целью формирования критериев отнесения химических СЗР к категории особо опасных пестицидов.

Рассмотрены критерии для идентификации опасных пестицидных составов, регулируемых Роттердамской конвенцией (Rotterdam Convention Pesticides listed in Annex III. Criterion 7), Монреальским Протоколом (Pesticides listed under the Montreal Protocol), Стокгольмской конвенцией и рекомендациям ФАО/ВОЗ (Guidelines on Highly Hazardous Pesticides / Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization).

На основе проведенного анализа международных конвенций, регулирующих обращение опасной химической продукции, информационных источников и токсикологических баз данных сформированы научно обоснованные критериальные значения для отнесения СЗР к категории особо опасных пестицидов.

Наибольшую критериальную значимость будут представлять опасные свойства средств защиты растений, которые способны вызывать наибольшие токсические эффекты и оказать наибольшее токсическое действие на организм человека с максимально выраженным неблагоприятным исходом.

На основании анализа существующих классификаций пестицидов и химических веществ по воздействию на организм человека (классификация ВОЗ по степени опасности, гигиеническая классификация, согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки химических веществ), подходов к оценке опасности химических веществ и элементов, реализуемых в рамках обеспечения химической безопасности, были выбраны опасные свойства, представляющие наибольшее значение в рамках достижения целей проводимых исследований в отношении регулирования обращения ООП на территории республики.

Подготовлен перечень опасных свойств химических средств защиты растений, представляющих критериальную значимость для отнесения к категории особо опасных пестицидов по опасным свойствам для здоровья населения, в который вошли острая токсичность, способность вызывать разъедающее и раздражающее действия, способность к кумуляции, отдаленные эффекты (мутагенность, канцерогенность, репродуктивная токсичность, тератогенность, эмбриотоксичность, нейротоксичность, воздействие на эндокринную систему).

С учетом ранее определенных опасных свойств средств защиты растений, представляющих критериальную значимость для отнесения к категории особо опасных пестицидов, разработана шкала балльной оценки опасных свойств пестицидов. Использование балльной оценки позволяет каждому параметру присвоить балл, и пестициды по суммарному количеству баллов могут быть отнесены к определенному уровню опасности.

Принимая во внимание, что пятая часть населения в республике занята в сельскохозяйственном производстве и может потенциально контактировать с пестицидами, а также учитывая широкое использование населением СЗР в личных подсобных хозяйствах, разработка и внедрение на национальном уровне гигиенических критериев для отнесения химических средств защиты растений к категории особо опасных пестицидов по опасным свойствам для здоровья населения, метода гигиенической оценки ООП и национальных критериев запрета или ограничения пестицидов является приоритетным в системе контроля за рациональным обращением химической продукции на территории республики.

Поступила 04.09.2025

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕМОСОВМЕСТИМОСТИ *IN VITRO* ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ланно Л. Г., ecoltox@rspch.by,

Грынчак В. А., к. м. н., доцент, ecoltox@rspch.by,

Сычик С. И., к. м. н., доцент, rspch@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Совместимость медицинских изделий с кровью является одним из ключевых показателей безопасности и безвредности для здоровья человека. Контакт медицинского изделия с кровью может приводить к активации факторов свертывающей системы крови, что повышает риск тромбообразования и иммунных реакций. Поскольку результаты традиционно применяемого гемолитического теста характеризуются ограниченной информативностью, так как предполагают оценку только степени гемолиза и не позволяют выявить влияние медицинских изделий на клеточные и гуморальные компоненты крови, перспективным направлением является использование динамических *in vitro* тест-моделей, имитирующих условия артериального кровотока.

Основной целью исследования являлась оценка гемосовместимости *in vitro* полимерных и металлических медицинских изделий с использованием тест-модели искусственного кровотока, приближенной к физиологическим условиям циркуляции крови в организме человека.

Исследованию подвергалось 13 медицинских изделий, различных по назначению и составу (материалу): сосудистый протез (полиэстер), шовный материал (полиэстер), эндопротезы коленного сустава

(кобальт-хромовый сплав, сверхвысокомолекулярный полиэтилен), коронарный стент (кобальт-хромовый сплав), вентрикулярный катетер (полиэтилен), внутриматочная спираль (полиэтилен), интраокулярная линза (акрил), хирургическая сетка (полипропилен), клапан сердца (титановый сплав), фиксатор-корректор позвоночника (титановый сплав), офтальмологические ножи (нержавеющая сталь) и игла (нержавеющая сталь).

Исследования проводились с использованием цельной крови от 15 здоровых волонтеров, забранной с применением антикоагулянта – гепарина. В качестве тестовой платформы использовалась модель Naemobile (Нидерланды), обеспечивающая циркуляцию цельной крови. На платформу устанавливались тестовые поливинилхлоридные трубки (ПВХ-трубки), оснащенные однонаправленными обратными клапанами. Время инкубации изделий составляло 20, 60 и 120 минут.

На основании результатов ранее проведенных исследований по оценке гемосовместимости *in vitro* изделий медицинского назначения был определен перечень наиболее показательных критериев, характеризующих биологический ответ компонентов системы крови, использованных в данной работе.

Проведена оценка следующих морфофункциональных показателей крови: количество тромбоцитов, бета-тромбоглобулина и тромбосана B_2 (показатели активации тромбоцитов), уровни фрагмента протромбина F1+2 и тромбин-антитромбинового комплекса III (показатели процесса коагуляции), белок C3a (показатель характеризующий систему комплемента) и количество лейкоцитов (индикатор активации лейкоцитов).

В качестве положительного контроля использовали стекло, которое заведомо приводит к активации факторов свертывания крови, отрицательного – ПВХ-трубки, заполненные гепаринизированной цельной кровью.

После 20 минут инкубации все исследованные изделия не вызвали статистически значимых изменений морфофункциональных показателей крови по сравнению с отрицательным контролем, что указывает на их высокую гемосовместимость при кратковременном контакте.

При увеличении времени экспозиции у ряда изделий (шовный материал, внутриматочная спираль, хирургическая сетка, вентрикулярный катетер, офтальмологические ножи и игла) выявлялись признаки активации тромбоцитов, коагуляции и системы комплемента: снижение количества тромбоцитов и лейкоцитов, повышение уровней бета-тромбоглобулина, тромбосана B_2 , фрагмента протромбина F1+2, тромбин-антитромбинового комплекса III и белка C3a. Эти изменения свидетельствуют о снижении гемосовместимости указанных изделий при длительном контакте с кровью. Например, при инкубации шовного материала в течение 60 минут установлены следующие статистически значимые изменения в крови: снижение количества лейкоцитов на 6,3 %, увеличение содержания в плазме тромбин-антитромбинового комплекса III и белка C3a – на 7,7 % по сравнению с отрицательным контролем. Вместе с тем более выраженная активация тромбоцитов отмечена в результате 60-минутной экспозиции хирургической сетки и иглы: статистически значимое увеличение уровня бета-тромбоглобулина на 5,5 % и 11,1 % соответственно.

При увеличении длительности инкубации до 120 минут в динамической тест-модели искусственного кровотока наблюдалась более выраженная инициация процессов свертывания крови, характерных для хирургической сетки и иглы: статистически значимо снижалось количество тромбоцитов и лейкоцитов, увеличивалось содержание бета-тромбоглобулина и тромбосана B_2 на 7,1–8,1 % ($p < 0,01$) и 6,2–13,5 % ($p < 0,005$) соответственно; активировались процессы коагуляции крови: возрастали количественные значения фрагмента протромбина F1+2, тромбин-антитромбинового комплекса III и белка C3a на 8,4–14,0 % ($p < 0,05$), 6,3–9,1 % ($p < 0,05$) и 9,8–11,8 % ($p < 0,05$) соответственно, по сравнению с показателями отрицательного контроля.

В то же время имплантируемые медицинские изделия (сосудистый протез, эндопротезы суставов, коронарный стент, клапан сердца, интраокулярная линза, фиксатор позвоночника) характеризовались стабильностью оцениваемых показателей крови при всех сроках инкубации, демонстрируя высокую степень совместимости с кровью.

Таким образом, проведенное исследование показало, что все изученные полимерные и металлические медицинские изделия, включенные в эксперимент, характеризуются высокой гемосовместимостью по результатам 20-минутного контакта с кровью. При увеличении времени инкубации до 60 и до 120 минут выявляются различия в степени активации клеточных и гуморальных компонентов крови.

Несмотря на отсутствие значимых различий с отрицательным контролем у исследованных изделий медицинского назначения, предназначенных для имплантации, при всех заданных условиях, полученные нами результаты свидетельствуют о целесообразности внесения в перечень оцениваемых показателей безопасности и безвредности для здоровья человека такого критерия, как «гемосовместимость *in vitro*» для изделий медицинского назначения, контактирующих с системой кровообращения.

Поступила 10.09.2025

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА ДЛЯ МЫТЬЯ ПОСУДЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ БЕЛЫХ КРЫС

¹Матросенко М. В., *matrosenko.mv@fncg.ru*,

¹Бидевкина М. В., д. м. н., *bidevkina.mv@fncg.ru*,

²Борхунова Е. Н., д. б. н., профессор, *borhunova@mail.ru*,

²Кузнецова М. А., *rector@mgavm.ru*,

²Усачева А. А., *rector@mgavm.ru*

¹Институт дезинфектологии Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

Проведено исследование токсичности остаточных количеств моющего средства на крысах при ежедневном внутрижелудочном введении в дозах 2,5–0,0025 мг/кг. По истечении 3 мес. определяли биохимические показатели сыворотки крови, проводили гистологическое исследование печени, патоморфологическое исследование внутренних органов, определяли их массовые коэффициенты. Проведен анализ смываемости модельного средства с поверхности посуды, установлено рекомендованное время споласкивания – не менее 1 мин.

Актуальность обеспечения безопасности использования моющих средств для посуды обусловлена их повседневным и массовым применением в быту. При ручном мытье посуды существует два основных пути потенциального воздействия моющих средств на организм: перкутанный (чрескожный) – при прямом контакте раствора с кожей рук, и оральный – при возможном поступлении остаточных количеств средств в желудочно-кишечный тракт с недостаточно ополоснутой посуды и столовых приборов. Неправильное использование средств для мытья посуды, несмотря на относительную безопасность отдельных компонентов, может оказать неблагоприятное воздействие на человека. Поскольку количество исследований по изучению системной токсичности общего состава моющих средств ограничено, целью нашего исследования стало изучение влияния токсичности остаточных количеств моющего средства на крысах с учетом допустимого содержания поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ) в воде.

Изучено модельное средство для мытья посуды с антибактериальным действием в составе которого содержались катионные ПАВ: тетраил У – 1,0 %, неонол АФ 9-10 – 0,5 %, гидроксид натрия – 3,0 %, оксиэтилендифосфоновая кислота – 0,3 %, амфолитные ПАВ (оксид алкилдиметиламина) – 0,6 %, анионные ПАВ (алкилбензолсульфокислота – 3,0 %, лаурилсульфат натрия – 3,5 %), лимонная кислота моногидрат – 0,5 %, хлорид натрия – 3,0 %, сорбитол – 2,0 %, вода – 82,6 %.

Исследования проведены на белых беспородных крысах-самках с начальной массой тела 180–200 г в возрасте 2 мес. Формировали пять групп животных по 10 особей в каждой: контрольной группе крыс вводили водопроводную воду, опытным группам – средство в дозах 2,5; 0,25; 0,025 и 0,0025 мг/кг 5 раз в неделю в течение 3 мес. При выборе доз ориентировались на общее допустимое содержание ПАВ в воде – 0,5 мг/л. Суточное водопотребление составляет 3 л на средний вес взрослого человека равный 60 кг, исходя из этого, максимальная доза ПАВ на кг веса человека составляет 0,025 мг/кг.

Наблюдение за животными показало, что в течение всего эксперимента видимых клинических признаков отравления у белых крыс не отмечалось. Прирост массы тела во всех группах был одинаковый и равномерный. Через 3 мес. введения средства у животных определяли биохимические показатели сыворотки крови: активность аланинаминотрансферазы (далее – АЛТ), аспартатаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, холинэстеразы, креатинфосфокиназы, содержания глюкозы, общего белка, альбуминов, мочевины, креатинина, общего билирубина, холестерина, липопротеины низкой и высокой плотности (далее – ЛПНП и ЛПВП), триглицеридов и фосфолипидов. Средство в максимальных испытанных дозах 2,5 мг/кг и 0,25 мг/кг способствовало повышению активности АЛТ в сыворотке крови и изменению липидного обмена. В дозе 2,5 мг/кг выявлено снижение ЛПНП и ЛПВП, в дозе 0,25 мг/кг – снижение ЛПНВ. Изменение других регистрируемых ферментов и показателей, отражающих состояние белкового, углеводного обменов и функции почек не выявлено.

Макроскопическое патологоанатомическое исследование внутренних органов опытных крыс не выявило каких-либо отличий от контрольной группы. Массовые коэффициенты печени, почек, селезенки, легких, сердца и тимуса экспериментальных животных при действии испытанных доз средства после субхронического воздействия не изменялись. У крыс, получавших средство в наибольших дозах (2,5 и 0,25 мг/кг),

незначительно выражены рубцовые изменения печени, проявившиеся развитием соединительной ткани в перипортальных областях, а также в стенках синусоидов. В этих же группах преобладали признаки белой дистрофии, но встречались и очаги стеатоза. Указанные морфологические изменения не сопровождались существенными повышениями активности сывороточных ферментов, считающимися признаками повреждения печени, за исключением незначительного повышения АЛТ.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что моющее средство в дозах 2,5 и 0,25 мг/кг при суточном поступлении в организм крыс оказывало влияние на ткань печени, вызывая изменение гистологических и биохимических показателей. Концентрации доз 2,5 и 0,25 мг/кг, оказывающие токсическое действие, соответствуют концентрациям ПАВ 50 и 5 мг/л, при ежедневном употреблении воды в количестве 3 л. Дозы средства 0,025 и 0,0025 мг/кг не вызвали каких-либо изменений у экспериментальных животных.

Поскольку присутствует вероятность попадания моющего средства в организм человека через ротовую полость с поверхности плохо промытой посуды, определяли содержание остаточных количеств моющего средства в смывах посуды, предварительно промыв ее с двух сторон смоченной губкой с добавлением 2 мл средства. Установлено, что при споласкивании посуды под струей воды при температуре 30–35 °С в течение 3 сек. содержание алкилбензосульфокислоты составляло 43,9 мг/л, в течение 6 сек. – 34,1 мг/л, в течение 9 сек. – 28,3 мг/л и 12 сек. – 26,3 мг/л. С помощью уравнения экспоненциальной регрессии определено время споласкивания, при котором содержание алкилбензосульфокислоты в воде составило не более 0,5 мг/л (допустимый уровень).

Учитывая проведенные исследования и возможность попадания остатков моющего средства в организм человека через ротовую полость с недостаточно промытой посуды, рекомендованное время споласкивания для полного удаления остатков моющего средства с поверхности посуды при мытье вручную составляет не менее 1 мин. Таким образом, тщательное промывание посуды, с соблюдением необходимого количества времени промывания, позволит снизить риск вредного воздействия на организм человека.

Поступила 15.09.2025

РАЗРАБОТКА МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ЦИМОКСАНИЛА В ПЛОДОВЫХ СЕМЕЧКОВЫХ

Мухеева Е. Н., miheeva.en@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Российская Федерация

Одним из важнейших разделов исследований по гигиене применения пестицидов является изучение характера и уровня фактического загрязнения пищевых продуктов. На величину остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах существенное влияние оказывают норма расхода и форма препарата, концентрация рабочих составов, кратность, сроки и способы обработки. При изучении фактического загрязнения пищевых продуктов необходимо учитывать все эти факторы, а также особенности сельскохозяйственных культур.

Пестициды на основе ципродинила применяются в условиях сельского хозяйства России и личных подсобных хозяйствах в качестве фунгицида для борьбы с широким спектром вредителей на следующих культурах: картофель против фитофтороза, альтернариоза; огурец открытого грунта против пероноспороза; томат открытого грунта против фитофтороза; огурец защищенного грунта против пероноспороза; томат защищенного грунта против фитофтороза; виноград против милдью; лук против пероноспороза.

В соответствии с «Гигиенической классификацией пестицидов и агрохимикатов по степени опасности» (МР 1.2.0235-21), цимоксанил по острой дермальной токсичности, аллергенности, раздражающему действию на кожу и слизистые оболочки глаз, мутагенности, онкогенности относится к 4 классу опасности (малоопасное соединение); по острой пероральной, ингаляционной токсичности, тератогенности, эмбриотоксичности к 3 классу опасности (умеренно опасное соединение).

Лимитирующий показатель вредного действия цимоксанила на организм человека – общетоксический эффект.

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» в соответствии с принципом комплексного гигиенического нормирования пестицидов в объектах окружающей среды научно разработан максимально допустимый уровень (далее – МДУ) содержания остаточных количеств цимоксанила

в плодовых семечковых при 5-кратном применении препарата на основе ципродина на яблонях с нормой расхода 4,5 кг/га в трех почвенно-климатических зонах России за 2 сезона.

Комплексное гигиеническое нормирование предусматривает разработку нормативов для контингентов населения, не подвергающихся непосредственному контакту с пестицидами в производственных условиях, и включает в себя нормирование пестицидов в продуктах питания, воде и атмосферном воздухе.

В соответствии с этим принципом МДУ цимоксанила в плодовых семечковых составил 0,01 мг/кг.

При МДУ цимоксанила в плодовых семечковых на уровне 0,01 мг/кг в организм человека с пищевыми продуктами, воздухом и водой может поступить 78,43 % (0,94125 мг) от допустимого суточного количества цимоксанила – 1,2 мг (при допустимой суточной дозе – 0,02 мг/кг массы тела), с учетом суточного потребления яблок – 125 г, что соответствует принципу комплексного гигиенического нормирования.

Определение цимоксанила в плодовых семечковых осуществляется согласно МУК 4.1.3351-16 «Многоостаточное определение пестицидов различной химической природы в продукции растениеводства», нижний предел количественного определения цимоксанила в плодах яблони – 0,01 мг/кг.

Поступила 11.09.2025

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ОТДАЛЕННЫХ ТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ СВИНЦА НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СИСТЕМУ САМЦОВ КРЫС

¹Никогосян К. М., *nikoghosyankm@ymrc.ru*,

^{1,2}Сутункова М. П., *marinasutunkova@yandex.ru*,

¹Минигалиева И. А., *ilzira-minigalieva@yandex.ru*,

¹Сахаутдинова Р. Р., *sahautdinova@ymrc.ru*,

¹Петрунина Е. М., *ekaterinab89@list.ru*,

¹Гертан Н. А., *gertan00@mail.ru*

¹Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Контаминирующее действие промышленных аэрозолей загрязняет среду обитания человека свинцом и его соединениями, что кратно увеличивает риски для здоровья как самого человека, так и его потомства. Вред от воздействия свинцовых соединений широко описан в мировой научной литературе. Однако изучение отдаленных эффектов свинцовой экспозиции остается актуальным направлением для отечественной медицины, так как именно они несут серьезную угрозу для здоровья будущих поколений.

Для борьбы с негативными эффектами вредных веществ и снижения рисков для здоровья человека активно разрабатываются и применяются меры биологической профилактики, направленные на повышение устойчивости организма, его адаптационных и элиминационных возможностей (Б. А. Кацнельсон, 2015, 2020). Тем не менее современная профилактическая медицина диктует необходимость разработки технологий, позволяющих не только повышать резистентность организма к токсическому действию свинца, но и нивелировать его отдаленные вредные эффекты, проявляющиеся в последующих поколениях. Целью работы стала экспериментальная апробация и оценка эффективности биологической профилактики отдаленных негативных эффектов свинца.

Для оценки эффективности биопрофилактического комплекса (далее – БПК) был поставлен субхронический эксперимент на белых нелинейных беспородных крысах-самцах в возрасте 4 месяцев. Экспозиция к ацетату свинца осуществлялась через питьевую воду, ежедневно, на протяжении 45 дней. Доза ацетата свинца составила 819 мг/л (1/20 от ЛД₅₀). Лабораторные животные были разделены на группы: контроль – интактный, Pb – экспозиция к ацетату свинца, Pb+БПК – прием БПК на фоне экспозиции, БПК – прием БПК без экспозиции. Состав БПК и дозировки на 1 крысу в сутки: кальций – 160 мг, железо – 1 мг, йод – 1 мг, глицин – 12 мг, глютаминовая кислота – 160 мг, рыбий жир с содержанием 35% полиненасыщенных жирных кислот класса омега-3 – 13,3 мг, пектин – 200 мг, витамин А – 35,2 мкг, витамин С – 3,0 мг, витамин Е – 0,27 мг, витамин В₁ – 0,038 мг, витамин В₂ – 0,08 мг, витамин В₆ – 0,08 мг, витамин В₉ – 4 мкг, витамин В₁₂ – 0,12 мкг, витамин

D₃ – 1,7 мкг, витамин PP – 0,3 мг. Репротоксичность ацетата свинца на самцов крыс оценивали спустя 21 день после окончания экспозиции с помощью цитоморфологического анализа мазков-отпечатков семенников и морфологического анализа сперматозоидов. Были оценены следующие показатели: общее количество патологических форм сперматозоидов, изменение угла головки сперматозоидов, подсчет клеток Сертоли с дегенеративно-дистрофическими изменениями. Для морфометрического анализа были изготовлены гистологические препараты семенников для последующего микроскопирования. Окраска осуществлялась гематоксилином и эозином. Статистический анализ проведен с использованием t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна – Уитни. Различия считались статистически достоверными, если вероятность различия не превышала 5 % ($p < 0,05$).

Гистологическая картина группы контроль и БПК не имели существенных различий. Вместе с тем о токсическом эффекте ацетата свинца свидетельствуют изменения, наблюдаемые в гистологических препаратах группы «Pb». В интерстиции выявлены тонкостенные сосуды с небольшим количеством эритроцитов в просветах, а также группы клеток Лейдига, количество которых было вдвое меньше по сравнению с контролем (2–3 штуки в одном поле зрения). Группа лабораторных животных, получавших БПК на фоне экспозиции к ацетату свинца, продемонстрировала лучшую, чем группа «Pb», гистологическую картину: отмечено большее, по сравнению с группой «Pb», количество клеток Лейдига (3–5 штук в одном поле зрения).

Воздействие свинца привело к снижению функции семенных канальцев, о чем свидетельствует уменьшение их просвета в группе «Pb» в 1,13 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. При этом наблюдалось увеличение этого показателя в группе животных, получавших БПК на фоне экспозиции в 1,12 раза ($p < 0,05$), по сравнению с группой «Pb». Показатели группы «БПК» не имели статистически значимых различий по сравнению с контрольными значениями. В экспериментальной группе, экспонированной к ацетату свинца, наблюдалось увеличение дегенеративно-измененных клеток Сертоли в 1,6 раза ($p < 0,05$). При приеме БПК на фоне экспозиции наблюдалась тенденция к уменьшению этого показателя в 1,4 раза ($p > 0,05$).

При подсчете патологических форм сперматозоидов в мазках-отпечатках семенников было выявлено увеличение этого показателя в группе лабораторных животных, получавших ацетат свинца в 1,5 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. При этом у крыс, получавших БПК на фоне экспозиции, доля патологических форм сперматозоидов была ниже в 1,2 раза ($p > 0,05$), чем у группы «Pb», и имела тенденцию к снижению до контрольных значений. Достоверных различий по данному показателю между контрольной группой и группой «БПК» не обнаружено. В группе «Pb» выросло количество сперматозоидов с изменением угла головки в 3,5 раза ($p < 0,05$) по сравнению с контролем. Этот показатель у крыс, получавших БПК на фоне экспозиции, находился на уровне контрольных значений.

Снижение количества клеток Лейдига у крыс, получавших ацетат свинца, может привести к низкой секреции мужских половых гормонов этими клетками и, как следствие, к подавлению сперматогенеза. При этом увеличение этого показателя вплоть до контрольных значений свидетельствует об эффективности разработанного БПК и его возможности восстановить сперматогенез на фоне токсического действия свинца. Уменьшение просвета семенных канальцев, вызванное действием ацетата свинца, также может быть обусловлено изменением гормонального фона и часто обнаруживается при нарушениях гормональной регуляции. Разработанный БПК продемонстрировал протекторный эффект, сохранив размер просвета канальцев у лабораторных животных, получавших биопрофилактику на фоне экспозиции к ацетату свинца.

Выявленные нарушения репродуктивного здоровья, в частности, снижение количества клеток Лейдига, уменьшение просвета семенных канальцев, увеличение дегенеративно-измененных клеток Сертоли и патологических форм сперматозоидов, свидетельствуют о высоком риске отдаленных эффектов вредного действия свинца. Полученные экспериментальные данные продемонстрировали положительный эффект биопрофилактического комплекса на гистоморфометрические показатели некоторых органов репродуктивной системы. Результаты исследования обосновывают возможность использования комплекса биопротекторов для профилактики отдаленных негативных эффектов вредного действия свинцовых соединений.

Поступила 15.09.2025

УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЛЕРАНТНОЙ ДОЗЫ ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, МИГРИРУЮЩИХ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Петрова С. Ю., к. м. н., ecoltox@rspch.by,

Гомолко Т. Н., ecoltox@rspch.by,

Малиновская С. А., ecoltox@rspch.by,

Евсеев Е. А., ecoltox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Химический фактор риска является одним из наиболее значимых и трудоемких в общей системе оценки риска медицинских изделий. Оценка его необходима для государственной регистрации медицинских изделий Министерством здравоохранения Республики Беларусь. Безопасность медицинских изделий требует отсутствия недопустимого риска для здоровья пациента при надлежащем применении. При установлении пороговых значений потенциально токсичных химических веществ, мигрирующих из медицинских изделий, для применения в рамках оценки риска медицинских изделий, установление их толерантной дозы, является одним из значимых этапов.

Целью настоящей работы было разработать порядок установления толерантной дозы (далее –ТД) для потенциально токсичных химических веществ, мигрирующих из медицинских изделий.

На основании анализа сведений о материалах, применяемых для изготовления медицинских изделий, а также данных результатов санитарно-химических исследований проводится идентификация потенциально токсичного химического вещества, способного мигрировать из медицинского изделия (далее – вещество).

Информация о физико-химических свойствах и токсикологической характеристике вещества может быть получена путем исследований на экспериментальных животных *in vivo*, либо путем использования сведений из национальных и авторитетных международных баз данных.

Полученные данные анализируются для определения критических неблагоприятных эффектов и установления NOAEL (уровня отсутствия наблюдаемого неблагоприятного воздействия) для этих эффектов. Если данные не достаточны для определения значения NOAEL, в дальнейших вычислениях можно использовать LOAEL (минимальный наблюдаемый уровень неблагоприятного воздействия).

Для установления значения ТД для веществ, не обладающих канцерогенным действием, к NOAEL применяют подход модифицирующего фактора.

Для определения ТД для химических веществ, мигрирующих из медицинских изделий, обладающих канцерогенным действием, можно использовать либо модифицирующий фактор, либо количественный подход.

Модифицирующий фактор учитывает тип, количество и качество оцениваемых данных, серьезность установленной опасности, неопределенность, свойственную оценке риска, уровень обеспечения безопасности, признанный допустимым.

Для вычисления ТД используют длительность воздействия вещества на пациента; а также обычные пути его введения пациенту.

Если ТД вещества устанавливается безотносительно определенного изделия или для всех изделий, вычисляется ТД постоянного контакта с отклонениями как обязательными ограничениями для длительного и кратковременного контактов, по необходимости.

Если изделие может быть отнесено к более чем одной категории, ТД основывается на более строгой категории.

При установлении уровня ТД для вещества безотносительно определенного пути воздействия изделия или для нескольких путей, уровни ТД вычисляются для каждого пути потенциального воздействия в рамках данной категории длительности применения.

Если уровни ТД для различных путей воздействия находятся в рамках значения 10, то самое минимальное значение ТД может использоваться как значение ТД для всех путей воздействия, для всех категорий длительности применения.

Для категории постоянного применения уровень ТД определяется отдельно, если уровни значения ТД отличаются более чем в 10 раз.

Если уровни значения ТД устанавливаются для вещества, мигрирующего из конкретного медицинского изделия или класса изделий, ТД вычисляют только для предназначенного способа применения изделия для каждой подходящей категории длительности применения.

При установлении ТД для веществ, не обладающих канцерогенным действием, ТД должна быть вычислена для каждого релевантного ожидаемого пути введения и длительности применения, используя значения NOAEL или LOAEL.

Уровни ТД вычисляются как отношение NOAEL или LOAEL к модифицирующему фактору, который является произведением факторов неопределенности (далее – ФН1, ФН2, ФН3).

Фактор неопределенности 1 (ФН1) учитывает внутривидовую экстраполяцию (различия по чувствительности к токсическому воздействию в человеческой популяции из-за биологических факторов). При отсутствии экспериментальных данных для характеристики индивидуальной вариабельности человеческого ответа на токсичный агент по умолчанию используется фактор неопределенности со значением 10.

Фактор неопределенности 2 (ФН2) учитывает межвидовые различия (различия между данными о токсичности для животных и воздействием на человека). По умолчанию предполагается, что люди более чувствительны, чем экспериментальные животные. При отсутствии знаний о межвидовых различиях по токсичности по умолчанию используется фактор, равный 10.

Фактор неопределенности 3 (ФН3) между 1 и 100 относится к качеству и соответствию данных исследований. Если данные релевантные, используется значение равное 1. Если количество или качество подходящих данных ограничено, используется значение фактора равное 100.

При наличии только неудовлетворительных или неподходящих данных и установлении значительных факторов опасности, наличии только данных смертности в остром опыте для установления ТД постоянного контакта используется модифицирующий фактор, равный 10 000.

При наличии достаточных клинических данных или результатов испытаний общепризнанными методами используется модифицирующий фактор, равный 10.

Для веществ, обладающих канцерогенным и мутагенным действием, применяют исследование совокупности доказательств для определения подходящего метода установления ТД.

Если исследование совокупности доказательств показывает, что вещество является канцерогеном или мутагеном, определяют ТД для канцерогенов/мутагенов, основываясь на процедурах оценки количественного риска, используя статистические модели с уровнем значимости риска 10^{-4} .

Если исследование совокупности доказательств неоднозначно, применяют методы как модифицирующего фактора, так и количественной оценки риска для определения ТД для веществ, обладающих канцерогенным действием.

Если исследование совокупности доказательств не является удовлетворительным, применяют подход модифицирующего фактора.

Таким образом, установление толерантной дозы для веществ основывается на полученных данных о токсичности вещества с учетом длительности и пути воздействия медицинского изделия на организм пациента, с учетом модифицирующего фактора, полученного путем произведения релевантных факторов неопределенности.

Поступила 15.09.2025

ДИСФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПОПРОТЕИНОВ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИПЕРЛИПИДЕМИИ *IN VIVO*

Сидорова Ю. С., к. б. н., sidorovaulia28@mail.ru,

Ворожко И. В., к. м. н., sidorovaulia28@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация

Атеропротективный эффект липопротеинов высокой плотности (далее – ЛПВП) в первую очередь основывается на обратном транспорте холестерина, избыточный холестерин из атеросклеротических макрофагов / пенистых клеток транспортируется в печень для удаления и выведения с желчью. В патофизиологических условиях частицы ЛПВП способны утрачивать свои физиологические функции и трансформироваться в частицы с провоспалительной активностью. Таким образом, представляется перспективным включение биомаркеров дисфункциональных изменений ЛПВП в оценку метаболических нарушений при моделировании гиперлипидемии *in vivo*.

Эксперимент проведен с использованием 70 крыс-самцов линии Вистар в течение 60 суток. На основании этической экспертизы планируемых исследований на лабораторных животных Комитетом по этике

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» было принято решение одобрить проведение исследований (протокол № 11 от 15.12.2021). Нарушения жирового обмена у крыс опытных групп вызывали высокожировым рационом (50 % жира по калорийности) и добавкой 0,5; 1 и 2 % холестерина. Проводили общий гематологический анализ цельной крови и биохимический анализ сыворотки крови. Для оценки маркеров дисфункциональных изменений ЛПВП получали фракцию этих частиц и определяли относительное содержание белка, триглицеридов, холестерина, сфингозин-1-фосфата и холинсодержащих фосфолипидов. В сыворотке крови крыс методом иммуноферментного анализа по инструкции производителя (Elabscience, Китай) оценивали состояние гормонального статуса животных (измеряли концентрации грелина, лептина и инсулина) и антиоксидантного статуса (измеряли содержание глутатионпероксидазы, супероксиддисмутазы и малонового диальдегида). Общий антиоксидантный статус (сыворотка крови) определяли методом подавления образования свободных радикалов с использованием набора реактивов «Общий антиоксидантный статус» (B-7501, Вектор-Бест, Российская Федерация).

Совокупность полученных результатов позволила определить комплексные характеристики метаболических нарушений при моделировании гиперлипидемии *in vivo* с использованием высокожирового рациона. Гематологические показатели свидетельствовали о развитии анемического синдрома, в частности железодефицитной анемии, у животных опытных групп, выраженность которой нарастала с увеличением дозы холестерина. В группах животных, получавших высокожировой рацион с добавлением холестерина, выявлено снижение соотношения белок/холестерин, характеризующее приобретение частицами ЛПВП дисфункционального фенотипа и истощение адаптивного потенциала. При добавлении в рацион холестерина (1 и 2 %) показано обеднение частиц ЛПВП сфингозин-1-фосфатом и холинсодержащими фосфолипидами, что также характерно для дисфункциональных ЛПВП.

Неоднозначные данные получены при изучении содержания триглицеридов. При развитии гиперлипидемии у человека частицы ЛПВП более обогащены триглицеридами, которые заменяют эфир холестерина в ядре липопротеина и сопровождаются приобретением частицами провоспалительных, прооксидативных и протромботических свойств. В нашем исследовании, напротив, наблюдалось достоверное снижение данного показателя в группе Г5, получавшей высокожировой рацион с наибольшим (2 %) добавлением холестерина, при этом триглицериды сыворотки крови также были снижены. Вероятно, таким образом проявляется неоднородность по структуре, составу и биологическим функциям ЛПВП крыс и человека.

Таким образом, биомаркеры дисфункциональных изменений ЛПВП при моделировании гиперлипидемии *in vivo* могут являться полезным инструментом для оценки нарушения обмена липидов.

Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований (тема № FGMP-2025-0014).

Поступила 22.05.2025

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПЕРЕЧНЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ СЕНСИБИЛИЗИРУЮЩИМ ДЕЙСТВИЕМ

¹Тарасова Е. В., к. х. н., tarasova.ev@fncg.ru,

^{1,2}Хамидулина Х. Х., д. м. н., профессор, khalidiya@yandex.ru

¹Научный информационно-аналитический центр «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

В рамках подготовки к реализации межгосударственного технического регламента Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 041/2017 «О безопасности химической продукции» и национального технического регламента «О безопасности химической продукции» научный информационно-аналитический центр «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в 2021–2024 гг. научно обосновал и утвердил в установленном порядке методические рекомендации

по оценке и классификации опасности мутагенов, репротоксикантов и эндокринных разрушителей, содержащих критерии отнесения химических веществ к классу опасности, и перечни классифицированных веществ с указанием видов наблюдаемых нарушений.

Химические вещества, обладающие сенсibilизирующим действием, требуют не менее пристального внимания, что связано как с их широким распространением в различных отраслях экономики, так и с различием в международных и национальных подходах к тестированию и оценке опасности сенсibilизаторов.

Цель работы – актуализировать нормативно-методическую базу Российской Федерации в области классификации опасности сенсibilизирующих химических веществ в соответствии с критериями Согласованной на глобальном уровне системы классификации и маркировки (далее – СГС).

Согласно классификации СГС сенсibilизаторы кожные и респираторные относят к 1 классу опасности. Внутри класса по степени выраженности реакций сенсibilизаторы подразделяются на сильные сенсibilизаторы (подкласс 1A) и другие сенсibilизаторы (умеренные и слабые) (подкласс 1B).

Классификация респираторных сенсibilизаторов в большинстве случаев основана на эпидемиологических данных, что обусловлено отсутствием валидированных методов тестирования респираторной сенсibilизации на животных. В то же время классификация кожных сенсibilизаторов преимущественно базируется на результатах экспериментов на животных, среди которых приоритетными являются метод ОЭСР 429 «Анализ реакции региональных лимфоузлов на мышцах» и метод ОЭСР 406 «Изучение кожной сенсibilизации (максимизационный тест на морских свинках и тест Бюлера)».

В работе показано, что методы *in vivo* для выявления сенсibilизирующих свойств химических веществ, разработанные и широко применяемые в практике российской токсикологии (внутрикожная сенсibilизация морских свинок; комбинированная сенсibilизация морских свинок; многократные эпикутантные аппликации на морских свинках), также могут применяться для классификации по СГС. Метод *in vivo* – определение гиперчувствительности замедленного типа на мышцах не подходит для проведения классификации, но может быть использован в качестве вспомогательного для подтверждения сенсibilизирующих свойств химического вещества.

Соотнесение классов опасности в соответствии с российскими и международными подходами (классификация веществ по силе аллергенной активности и классификация по СГС) проведено с учетом близости:

протоколов проведения испытаний на морских свинках в соответствии с российскими методическими документами и методом ОЭСР 406;

способов индукции и индукционных концентраций;

частоты развития сенсibilизации;

оценок кожных реакций в провокационном тесте.

Национальный перечень химических веществ, обладающих сенсibilизирующим действием, был сформирован с использованием комплексного подхода к оценке опасности, а также алгоритма принятия решений, который включает систематическую оценку всей совокупности имеющихся доказательств как подтверждающих, так и опровергающих наличие эффекта, с учетом их весомости по критериям: достоверности; согласованности; биологической правдоподобности; зависимости доза-эффект; сопоставимости эффекта, наблюдаемого у животных, с потенциальными последствиями для здоровья человека.

На первом этапе формирования списка был проведен анализ национальных и международных источников информации о химических веществах, обладающих сенсibilизирующими свойствами, в том числе баз данных, нормативно-правовых актов, монографий и статей. Результатом стал перечень веществ-кандидатов, включавший около 1500 наименований.

На втором этапе на каждое вещество из перечня веществ-кандидатов был составлен токсикологический профиль с информацией о его физико-химических свойствах, области применения, литературных данных о результатах экспериментов *in silico*, *in chemico*, *in vitro* и *in vivo* по изучению эффекта и эпидемиологических данных.

На третьем этапе с использованием критериев СГС была проведена классификация и сформирован национальный перечень химических веществ, обладающих сенсibilизирующим действием. Перечень включает 1186 наименований, из них кожных сенсibilизаторов – 928; респираторных сенсibilизаторов – 23; веществ, обладающих и кожной, и респираторной сенсibilизацией, – 235.

Поступила 29.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ИНСЕКТИЦИДА КЛОТИАНИДИНА В ГОРОХЕ

Тарасова Л. С., tarasova.ls@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Россия

Внедрение в практику сельского хозяйства пестицидных препаратов возможно лишь после их всестороннего токсиколого-гигиенического изучения и гигиенической регламентации, что является основой для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье работающих и населения, а также на санитарное состояние окружающей среды.

Пестициды, рекомендуемые к использованию в сельском хозяйстве, не должны оказывать отрицательного влияния на органолептические свойства и пищевую ценность пищевых продуктов, а содержание их остатков в продукции не должно превышать уровни, безопасные для здоровья человека.

Максимально допустимый уровень (далее – МДУ) пестицидов – это максимальная концентрация остатков пестицида в пищевом продукте или на его поверхности, признанная законом приемлемой при условии правильного применения пестицидов в соответствии с принципами передовой сельскохозяйственной практики. В России МДУ для пестицидов установлены СанПиН 1.2.3685-21.

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора научно обоснован МДУ клотианидина в горохе.

Клотианидин – это инсектицид из класса неоникотиноидов, обладающий контактным, кишечным и системным действием. Он применяется для борьбы с сосущими и грызущими насекомыми-вредителями сельскохозяйственных культур.

Клотианидин высокотоксичен (1 класс опасности) для пчел.

Действующее вещество клотианидин, в соответствии с гигиенической классификацией пестицидов и агрохимикатов по степени опасности, относится к умеренно опасным соединениям (3 класс опасности) по острой пероральной и ингаляционной токсичности, аллергенности, раздражающему действию на слизистые оболочки глаза, тератогенности, эмбриотоксичности, влиянию на репродуктивную функцию и мутагенности; к малоопасным – по острой дермальной токсичности, раздражающему действию на кожу, канцерогенности (4 класс опасности). Клотианидин относится к стойким соединениям в почве (2 класс).

Лимитирующий показатель вредного действия клотианидина на организм человека – общетоксическое действие.

Обоснование максимального допустимого уровня остаточных количеств клотианидина проводилось в соответствии с принципом комплексного гигиенического нормирования, заключающегося в том, что возможное поступление препарата в организм человека с пищевыми продуктами, водой и атмосферным воздухом не должно превышать величины допустимой суточной дозы.

На основании принципа комплексного гигиенического нормирования пестицидов в объектах окружающей среды, сведений по токсиколого-гигиенической характеристике клотианидина, утвержденной величине допустимой суточной дозы (далее – ДСД), соединения для человека, учитывая толеранцию остаточных количеств действующего вещества в горохе (в динамике) при 2-кратном применении препарата на основе клотианидина, с нормой расхода 0,25 л/га за 2 сезона в 3 почвенно-климатических зонах России (Рязанская область – 1 зона; Ростовская область, Аксайский район – 2 зона; Ростовская область, Орловский район – 3 зона), с позиции гармонизации (МДУ бобовые – 0,02 мг/кг, ФАО/ВОЗ), МДУ клотианидина в горохе рекомендован на уровне – 0,02 мг/кг.

На основании принципа комплексного гигиенического нормирования, токсиколого-гигиенической характеристики клотианидина, утвержденной допустимой суточной дозы (далее – ДСД) и данных о динамике остаточных количеств действующего вещества в горохе при 2-кратном применении препарата (норма расхода 0,25 л/га) в течение 2 сезонов в 3 почвенно-климатических зонах России (Рязанская область, а также Аксайский и Орловский районы Ростовской области), с учетом гармонизации с международным нормативом ФАО/ВОЗ для бобовых (0,02 мг/кг), МДУ содержания клотианидина в горохе рекомендован на уровне 0,02 мг/кг.

При МДУ клотианидина в горохе на уровне 0,02 мг/кг в организм человека может поступить 0,0166 % действующего вещества (0,001 мг) от допустимого суточного количества клотианидина 6 мг (при ДСД – 0,1 мг/кг) с учетом суточного потребления круп и бобовых – 50 г/сутки.

Разработанный гигиенический норматив не противоречит принципу комплексного гигиенического нормирования и может быть проконтролирован согласно МУК 4.1.3511-17 «Определение остаточных количеств клотианидина в зерне гороха, капусте, томатах и томатном соке, плодах и соке косточковых, ягодах

и соке черной смородины методом высокоэффективной жидкостной хроматографии». Предел обнаружения метода для зерна гороха составляет 0,02 мг/кг.

До утверждения гигиенического норматива дополнительно требуется провести определение пищевой ценности и органолептических показателей гороха при рекомендованном МДУ остаточных количеств клотианидина.

Поступила 11.09.2025

АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ И КЛАССИФИКАЦИИ ОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

^{1,2}Хамидулина Х. Х., д. м. н., *khalidiya@yandex.ru*,

¹Тарасова Е. В., к. х. н., *tarasova.ev@fncg.ru*

¹Научный информационно-аналитический центр «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Российская Федерация;

^{1,2}Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Неопределенности при оценке и классификации опасности химических веществ, возникающие в результате неоднозначности трактовки экспериментальных и расчетных данных, могут приводить к ошибочным интерпретациям в отношении их токсических свойств и, как следствие, к некорректным регуляторным действиям. Контрольно-надзорные органы и научные сообщества, занимающиеся проблемами химической безопасности, нацелены на наличие четкого и прозрачного механизма принятия решения.

Оценка и классификация опасности химических веществ по острой токсичности, как правило, не вызывает затруднений и заключается в соотношении полученных экспериментальных значений среднесмертельных доз и концентраций с соответствующими пороговыми величинами, указанными в классификациях. В то же время оценка и классификация опасности химических веществ по специфическим и отдаленным эффектам (канцерогенность, мутагенность, репротоксичность, сенсибилизация, воздействие на эндокринную систему) часто затруднена в виду многогранности проявления эффектов, вариабельности трактовки критериев классификаций, различий в направленности и информативности методов исследования, субъективности экспертных оценок (Согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ, раздел 10, 2023 г.).

Поэтому целью работы являлось научное обоснование унифицированного алгоритма принятия решений при оценке и классификации опасности химических веществ.

Алгоритм представляет собой формализованную схему принятия решений и включает систематическую оценку всей совокупности имеющихся доказательств как подтверждающих, так и опровергающих наличие эффекта, с учетом их весомости по следующим критериям:

- достоверность доказательств (надежность дизайнов исследования, качества данных);
- согласованность результатов (совпадение результатов разных исследований, видов и конечных точек);
- биологическая правдоподобность (прослеживаемость причинно-следственных связей воздействующих факторов и биологических механизмов);
- зависимость доза – эффект;
- сопоставимость эффекта, наблюдаемого у животных, с потенциальными последствиями для здоровья человека.

Под доказательством понимаются результаты проведенных исследований и/или данные о них, полученные из официальных источников информации. Весомость доказательств оценивается в баллах от 1 до 3 с использованных подходов, разработанных Климишем с соавторами (статья в журнале *Regulatory toxicology and pharmacology*, 1997 г.).

Для критерия – достоверность доказательств:

- балл 1 присваивается, если исследования выполнены в соответствии с национальными или международными стандартами (допустимы незначительные отклонения от протокола), научно обоснованы и хорошо задокументированы;

- балл 2 присваивается, если исследования выполнены нестандартизованными методами, научно обоснованы и хорошо задокументированы;

- балл 3 присваивается исследованиям или данным, которые не содержат достаточного описания условий проведения и результатов эксперимента или перечислены только в кратких аннотациях или дополнительной литературе.

Для критерия – согласованность результатов:

- балл 1 присваивается исследованию, в котором получены совпадающие результаты при проведении в идентичных условиях (вид/тип исследования, тест-объекты, путь поступления, доза/концентрация и т. д.) в различных лабораториях, или исследованию, в котором получены результаты однонаправленные с исследованиями других типов (например, результаты *in vitro*, подтвержденные результатами экспериментов *in vivo*; результаты *in vitro* и/или *in vivo*, подтвержденные наличием токсического проявления в соответствующем органе-мишени);

- балл 2 присваивается исследованию при отсутствии согласованности результатов (противоречивые данные, полученные в идентичных условиях в различных лабораториях, или разнонаправленные результаты в экспериментах *in vivo*, *in vitro*);

- балл 3 присваивается единичному исследованию при отсутствии подтверждения токсического проявления в соответствующем органе-мишени.

Для критерия – биологическая правдоподобность:

- балл 1 присваивается исследованию, в котором прослеживаются причинно-следственные связи воздействующих факторов и биологических механизмов;

- балл 2 присваивается, в котором не прослеживаются причинно-следственные связи воздействующих факторов и биологических механизмов;

- балл 3 присваивается исследованию, для которого невозможно сделать вывод о биологической правдоподобности (недостаточность данных).

Для критерия – зависимость доза – эффект:

- балл 1 присваивается исследованию, в котором установлено наличие или отсутствие зависимости доза – эффект;

- балл 2 присваивается исследованию, в котором установлена обратная зависимость доза – эффект;

- балл 3 присваивается исследованию, результаты которого не позволяют установить наличие или отсутствие зависимости доза – эффект (недостаточность данных).

Для критерия – сопоставимость эффекта, наблюдаемого у животных, с потенциальными последствиями для здоровья человека:

- балл 1 присваивается исследованию при сопоставимости эффекта, наблюдаемого у животных, с потенциальными последствиями для здоровья человека (адекватный путь поступления, отсутствие видовой чувствительности, сопоставимость механизмов токсического действия);

- балл 2 присваивается исследованию при ограниченной сопоставимости эффекта, наблюдаемого у животных, с потенциальными последствиями для здоровья человека;

- балл 3 присваивается исследованию, если невозможно сделать вывод о сопоставимости эффекта, наблюдаемого у животных, с потенциальными последствиями для здоровья человека ввиду отсутствия данных.

Доказательства ранжируются по сумме баллов, при оценке и классификации опасности приоритетными являются доказательства с наименьшим количеством баллов.

Научно обоснованный унифицированный алгоритм принятия решений способствует формированию доказательной базы принимаемых оценок и классификации на основе комплексного подхода и прозрачности.

Поступила 29.09.2025

МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. СТАТЬИ

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСЕРВАНТА НАТАМИЦИНА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Андреевская Е. В., *chf@rspch.by*,
Полянских Е. И., к. х. н., *chf@rspch.by*,
Белышева Л. Л., *chf@rspch.by*,
Федорова Т. А., *chf@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В современной пищевой промышленности широкое применение находят консерванты, использование которых позволяет существенно увеличить сроки годности пищевой продукции. Регламентирование применения пищевых добавок, включая консерванты, осуществляется в соответствии с техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (далее – ТР ТС 029/2012).

Натамицин, противогрибковый препарат из группы тетраеновых макролидов, широко применяется в медицине для лечения грибковых инфекций кожи и слизистых оболочек [1]. В пищевой промышленности натамицин разрешен к использованию в качестве консерванта (пищевая добавка E235) для предотвращения плесневения пищевых продуктов, в частности, сырокопченых и полукопченых колбасных изделий.

В соответствии с требованиями ТР ТС 029/2012, натамицин разрешен для использования при производстве колбасных изделий, в частности, для обработки поверхностного слоя. Нормативное содержание натамицина в поверхностном слое сырокопченых, полукопченых и сыровяленых колбасных изделий не должно превышать 1 мг/дм² на глубину до 5 мм [2].

Актуальность проблемы обеспечения качества и безопасности пищевой продукции обуславливает необходимость разработки и совершенствования методов количественного определения консервантов. В Республике Беларусь до настоящего времени отсутствовала метрологически аттестованная методика определения содержания натамицина в поверхностном слое колбасных изделий, что затрудняло эффективный контроль за содержанием данного консерванта в пищевой продукции, реализуемой на внутреннем рынке.

Для определения натамицина в пищевой продукции широко используется метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее – ВЭЖХ) с диодно-матричным детектированием. Количественное определение натамицина в пищевых продуктах методом ВЭЖХ, как правило, основывается на экстракции органическими растворителями с последующим анализом экстрактов [3].

В связи с этим целью настоящего исследования являлась разработка метрологически аттестованной методики идентификации и количественного определения натамицина в поверхностном слое колбасных изделий методом ВЭЖХ с диодно-матричным детектированием (далее – ВЭЖХ-ДМД), а также проведение скринингового исследования колбасных изделий, произведенных на территории Республики Беларусь.

В ходе исследования спектральных характеристик натамицина установлено, что его спектр поглощения демонстрирует несколько пиков с высоким уровнем оптического поглощения в диапазоне 290–320 нм. Оптимальной длиной волны детектирования натамицина определена длина волны 303 нм, при которой наблюдается максимальное поглощение электромагнитного излучения аналитом при отсутствии спектральных помех от других компонентов. Данная волна детектирования является специфичной при анализе натамицина в колбасных изделиях. Поскольку основными компонентами сырокопченой и сыровяленой колбасы являются белки (13–28 %), жиры (28–57 %), витамины (В₁, В₂, В₃), минеральные вещества (йод, железо, фосфор, калий, кальций, натрий, магний), которые не имеют в своем составе хромофорных групп, за исключением витаминов, поглощают электромагнитное излучение в коротковолновой области спектра

(до 220 нм), их присутствие в пробе после проведения процедуры пробоподготовки не оказывает влияния на детектирование определяемого вещества.

С целью достижения необходимой чувствительности методики измерения натамицина изучены параметры удерживания и величина аналитического отклика на обращенно-фазных колонках Zorbax RX C8 (250 × 4,6 мм, 5 мкм), Zorbax Eclipse Plus C18 (250 × 4,6 мм, 5 мкм) и Waters Spherisorb ODS2 (250 × 4,6 мм, 5 мкм). Установлено, что максимальный сигнал аналита достигается при использовании хроматографической колонки Zorbax Eclipse Plus C18 (250 × 4,6 мм, 5 мкм).

Для разработки оптимальных условий хроматографирования было изучено влияние состава и pH подвижной фазы на удерживание аналитов. Известно, что натамицин характеризуется низкой растворимостью в воде и хорошей растворимостью в полярных органических растворителях. В водных растворах натамицин проявляет амфотерные свойства, стабилен в широком диапазоне pH, однако быстро инактивируется при экстремальных значениях pH и под воздействием сильных окислителей [4].

Исходя из физико-химических свойств аналита исследована возможность использования метанола, ацетонитрила и смеси метанол : ацетонитрил (1 : 1) в качестве органического компонента подвижной фазы, а также ацетатных буферных растворов со значениями pH 2,0; 3,0; 4,0; 4,5; 4,7; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0 в качестве водного компонента подвижной фазы. При использовании буферного раствора с pH 4,7 наблюдается формирование пика натамицина симметричной формы. Установлено, что оптимальным составом подвижной фазы для его определения является смесь буферного раствора (pH 4,7) и метанола в объемном соотношении 1 : 3.

Таким образом, для проведения хроматографического анализа натамицина необходимо соблюдать следующие условия: жидкостный хроматограф, оснащенный диодно-матричным детектором, хроматографической колонкой типа Zorbax Eclipse Plus C18 (250 × 4,6 мм, 5 мкм); температура термостата колонки – 35 °C; подвижная фаза – смесь ацетатного буферного раствора (pH 4,7) с метанолом (1 : 3 об. %); скорость потока элюента – 0,9 см³/мин; объем вводимой пробы – 20 мм³; длина волны поглощения – 303 нм, изократический режим элюирования.

Для разработки оптимальных условий пробоподготовки изучена экстракция натамицина из пищевой продукции с использованием различных растворителей. Установлено, что применение в качестве экстрагента чистой воды, чистого этанола, метанола, а также ацетонитрила и смесей ацетонитрила с водой является малоэффективным. Экстрагирующая способность увеличивается при использовании водно-метанольных и водно-этанольных смесей, причем для одинакового объемного отношения экстрагирующая способность смеси, содержащей более полярный метанол, выше по сравнению со смесью, содержащей этанол. Полное извлечение консерванта из пищевой матрицы достигается при использовании метанольно-водной смеси в соотношении растворителей 1 : 1. Данная смесь растворителей эффективно извлекает натамицин из матриц сложного состава.

Однако при применении в ходе пробоподготовки только жидкостной экстракции на хроматограмме, полученной при анализе экстракта, присутствуют пики интерферирующих соединений. В связи с наличием интерферирующих соединений в экстрактах, для анализа натамицина в поверхностном слое колбасных изделий требуется дополнительная очистка с использованием твердофазной экстракции (далее – ТФЭ).

В рамках исследования была изучена эффективность применения картриджей Sep-Pak C18 Classic Cartridge и Chromabond SiOH SPE Cartridge для проведения ТФЭ. Установлено, что использование картриджей Sep-Pak C18 Classic Cartridge обеспечивает наиболее эффективное отделение натамицина от сопутствующих компонентов, присутствующих в поверхностном слое колбасных изделий.

Таким образом, в ходе разработки методики определены оптимальные условия жидкостной и твердофазной экстракции для извлечения и очистки экстрактов, позволяющие селективно выделять анализируемое вещество и отделять его от компонентов матрицы. В качестве экстрагента для жидкостной экстракции предложено использовать смесь метанола с водой (50 : 50). Для твердофазной экстракции предложено использовать картриджи Sep-Pak C18 Classic Cartridge с последующим элюированием аналитов метанолом. Полученный элюат выпаривается на ротаторном испарителе досуха при температуре 40 °C. Сухой остаток перерастворяют в 1 см³ смеси метанола и воды (50 : 50).

Для подтверждения избирательности методики определения натамицина в поверхностном слое колбасных изделий проведен следующий эксперимент. Были подготовлены рабочие пробы 20 колбас копченых и сырокопченых, при изготовлении которых не использовался консервант натамицин (отсутствовали сведения о содержании натамицина на этикетке колбасного изделия). Исследование содержания натамицина выполняли согласно разработанной методике. Анализ полученных хроматограмм показал отсутствие пиков интерферирующих соединений вблизи времени удерживания натамицина ± 1 мин.

На рисунке 1 представлена хроматограмма, полученная при анализе поверхностного слоя колбасы сырокопченной с внесением натамицина в количестве 0,6 мг/кг (экстрагент – метанол : вода (1 : 1), картридж Sep-Pak C18 Classic Cartridge).

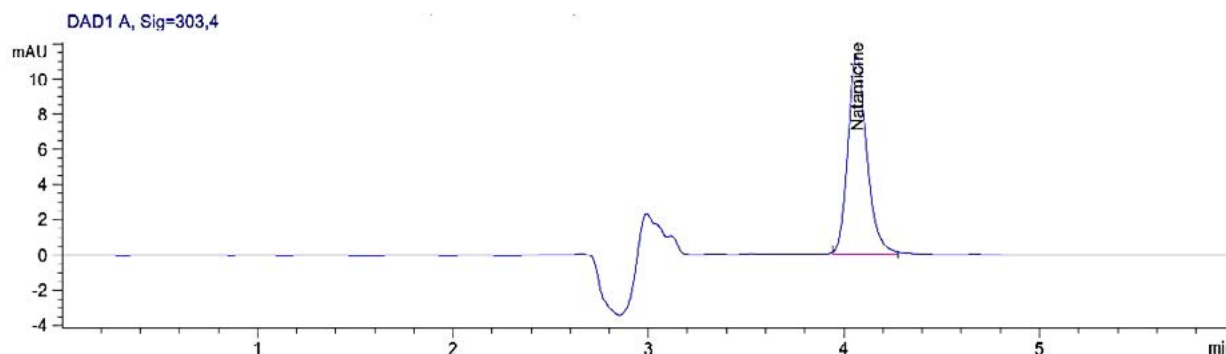


Рисунок 1 – Хроматограмма, полученная при анализе поверхностного слоя колбасы сырокопченной с внесением натамицина в количестве 0,6 мг/кг каждого (экстрагент – метанол : вода (50 : 50), картридж Sep-Pak C18 Classic Cartridge)

Для проведения эксперимента по определению робастности методики изучили влияние изменений в условиях проведения пробоподготовки и хроматографирования в пределах 10–20 % на результат анализа. Изменяющимися факторами явились: время экстракции, pH буферного раствора, температура отгонки растворителя, так как изменения данных факторов могут оказывать влияние на результат испытания. Установлено, что изменения в условиях проведения пробоподготовки и хроматографирования в заданных пределах не оказывают значимого эффекта на результат испытания.

С целью получения статистических данных и расчета метрологических параметров методики измерений содержания натамицина в поверхностном слое колбасных изделий были проведены экспериментальные исследования с использованием 6 видов колбасных изделий, содержащих добавленный аналит в концентрациях, охватывающих диапазон измерения методики (0,02–5,00 мг/дм²). Для каждого образца выполнено по 18 определений. Массовая концентрация натамицина в растворе экстракта из поверхностного слоя пробы рассчитывается с помощью градуировочной зависимости площади пика от массовой концентрации натамицина, построенной с использованием пяти градуировочных растворов. Поверхностная массовая концентрация натамицина рассчитывается, исходя из массовой концентрации натамицина в экстракте, полученном из поверхностного слоя пробы, массы навески, массы и площади поверхностного слоя колбасного изделия.

В результате проведенных исследований разработана методика измерений поверхностной массовой концентрации натамицина в поверхностном слое колбасных изделий методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием, характеризующаяся высокой чувствительностью, точностью и воспроизводимостью. Разработанная методика измерений, аттестованная республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт метрологии», предоставляет возможность количественного определения натамицина и контроля его содержания в поверхностном слое сырокопченных, полукопченных и сыровяленых колбасных изделий.

Относительные значения показателей прецизионности (повторяемости, промежуточной прецизионности, пределов повторяемости и промежуточной прецизионности), расширенной относительной неопределенности при доверительной вероятности $P = 0,95$ для разработанной методики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Относительные значения показателей повторяемости, промежуточной прецизионности, пределов повторяемости и промежуточной прецизионности, расширенной неопределенности методики измерения при доверительной вероятности $P = 0,95$

Определяемое вещество (измеряемая величина)	Натамицин (поверхностная массовая концентрация)
Диапазон измерений, мг/дм ²	от 0,02 до 5,00
Показатель повторяемости, %	3,6
Показатель промежуточной прецизионности, %	3,9
Предел повторяемости, %	10
Предел промежуточной прецизионности, %	11
Относительная расширенная неопределенность ($k = 2$) U , %	25

На основании разработанной и аттестованной методики был проведен скрининговый анализ использования натамицина в колбасной продукции, произведенной в Республике Беларусь. Анализ 100 образцов

сырокопченых и сыровяленых колбас показал соответствие содержания натамицина в поверхностном слое требованиям ТР ТС 029/2012.

В результате исследований разработана и метрологически аттестована методика измерений АМИ. МН 0109-2023 «Поверхностная массовая концентрация натамицина в поверхностном слое колбасных изделий. Методика измерений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием». Апробация методики посредством скринингового исследования колбасных изделий белорусского производства подтвердила ее эффективность и надежность.

Работа выполнена в рамках задания 02.13. подпрограммы «Безопасность среды обитания человека», ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

Литература

1. Burns, J. Tenecetin: a new antifungal antibiotic: general characteristics / J. Burns, D. F. Holtman // Antibiotics & Chemotherapy. – 1959. – Vol. 9, iss. 7. – P. 398–405.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» : решение Совета Евраз. экон. комис. от 20 июля 2012 г. № 58 : в ред. от 29 авг. 2023 г. № 84 // илех : информ. правовая система (дата обращения: 08.09.2025).
3. Capitan-Vallvey, L. F. Rapid ultraviolet spectrophotometric and liquid chromatographic methods for the determination of natamycin in lactoserum matrix / L. F. Capitan-Vallvey, R. Checa-Moreno, N. Navas [et al.] // Journal of AOAC International. – 2000. – Vol. 83, iss. 4. – P. 802–808. – DOI: 10.1093/jaoac/83.4.802.
4. Малова, И. О. Натамицин – противогрибковое средство класса полиеновых макролидов с необычными свойствами / И. О. Малова, Д. Д. Петрунин // Вестник дерматологии и венерологии. – 2015. – Т. 91, № 3. – С. 161–184.

Поступила 18.09.2025

МОНИТОРИНГ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ РОДА *STAPHYLOCOCCUS* В МНОГОПРОФИЛЬНЫХ СТАЦИОНАРАХ Г. МОГИЛЕВА

Баасири Е. А., *katya.ioshchakova.96@mail.ru*,
Ботина Т. Н., *microlab2mcge@yandex.by*,
Демидова И. И., *demidova14_85@mail.ru*,
Лопатина В. В., *obl@mcge.by*,
Булай А. А., *obl@mcge.by*,
Сакович М. Н., *sakovich_max@mail.ru*

Учреждение здравоохранения «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Могилев, Республика Беларусь

Стафилококки являются одними из самых распространенных патогенов в структуре этиологических агентов госпитальных инфекций. Ежегодное увеличение числа штаммов стафилококков, резистентных к большинству антибактериальных препаратов, и появление метициллин-устойчивых штаммов стафилококков представляют собой серьезную проблему для медицины. В последние годы наблюдается значительный рост инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, вызванных как коагулазоположительными, так и коагулазоотрицательными стафилококками, которые могут быть причинами заболеваний различной степени тяжести [1].

Метициллин-резистентные стафилококки характеризуются устойчивостью к основным группам современных антибактериальных препаратов и имеют высокий приоритет по угрозе здоровью человека по оценкам Всемирной организации здравоохранения. Выделение стафилококка, устойчивого к метициллину (цефокситину), подразумевает его резистентность и к другим β-лактамам антибиотикам: пенициллинам, карбапенемам, цефалоспорином (кроме цефалоспоринов 5-го поколения). Наблюдается также ассоциированная устойчивость к аминогликозидам, фторхинолонам, макролидам, линкозамидам и тетрациклинам. Поэтому заболевания, вызванные подобными штаммами, могут развиваться на фоне терапии антибиотиками. Множественная лекарственная устойчивость значительно усложняет лечение инфекции и увеличивает риск летального исхода [2].

Цель работы – изучить и сравнить спектр антибиотикорезистентности стафилококков, выделенных у госпитализированных пациентов с инфекционными и гнойно-септическими заболеваниями в стационарах г. Могилева за период 2023–2024 годы.

Объектом исследования были штаммы стафилококков из образцов биологического материала (пробы крови, раневого отделяемого, биоматериал из разных локусов у новорожденных и др.) у пациентов стационаров г. Могилева за 2023–2024 годы. Выделение и идентификация изолятов, определение чувствительности к антибактериальным препаратам проводилось в микробиологической лаборатории УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». Микробиологическое исследование проводилось путем посева биоматериала на чашки Петри с желточно-солевым агаром. Режим инкубации посевов: при 37 °С в течение 24–48 ч. Идентификация выделенных культур микроорганизмов проводилась на основании результатов изучения культуральных, морфологических и биохимических свойств, в том числе с помощью автоматической системы для экспресс-идентификации микроорганизмов методом масс-спектрометрии Smart MS 5020 (Zhuhai DL Biotech, Китай), автоматического микробиологического анализатора Vitek 2 Compact (BioMerieux, Франция) и полуавтоматическом бактериологическом анализаторе АТВ-Expression (BioMerieux, Франция).

Для анализа чувствительности определены следующие категории микроорганизмов: *Staphylococcus aureus* ($n_{2023} = 812$, $n_{2024} = 1003$), *Staphylococcus epidermidis* ($n_{2023} = 792$, $n_{2024} = 1011$), *Staphylococcus haemolyticus* ($n_{2023} = 125$, $n_{2024} = 218$).

Чувствительность к антибиотикам определялась диско-диффузионным методом с использованием среды Мюллер – Хинтон, термостатированием при 35 °С в течение 18–24 ч и методом определения минимальной подавляющей концентрации с использованием автоматического анализатора VITEK 2 Compact. Интерпретация результатов осуществлялась в соответствии с рекомендациями EUCAST v13.0, v14.0. При интерпретации результатов использовали следующие категории чувствительности: S – чувствительный при стандартном режиме дозирования; I – чувствительный при увеличенной экспозиции; R – резистентный.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием Microsoft Excel 2010 и программы для микробиологического мониторинга WHONET 5.6.

В 2023 году из общего числа штаммов бактерий рода *Staphylococcus*, выделенных у пациентов, наибольшее количество приходилось на *Staphylococcus aureus* – 46,6 %, *Staphylococcus epidermidis* – 45,5 %, *Staphylococcus haemolyticus* – 7,2 % (рисунок 1).

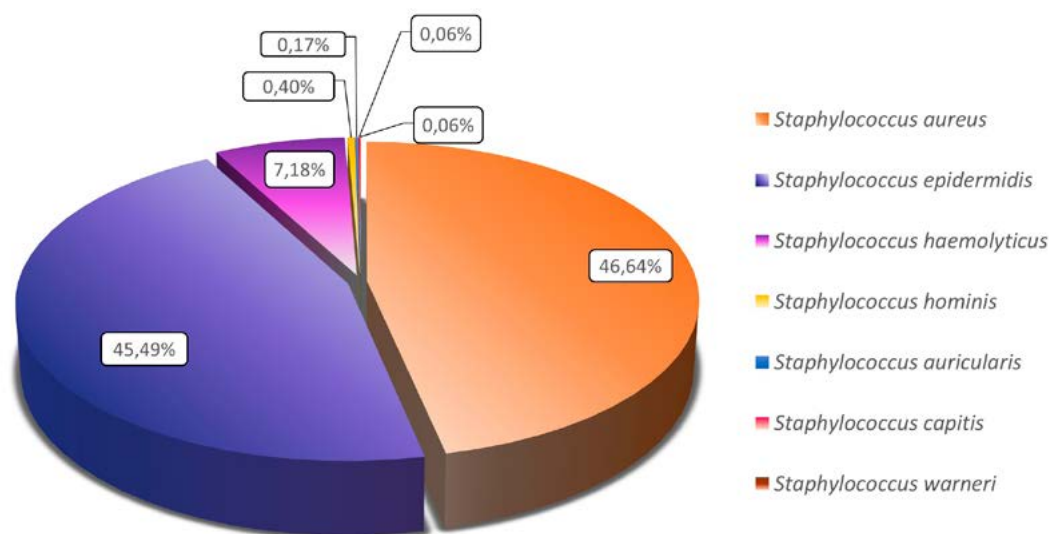


Рисунок 1 – Виды бактерий рода *Staphylococcus*, выделенных у пациентов с инфекционными и гнойно-септическими заболеваниями в стационарах г. Могилева за 2023 год

В 2024 году расширился спектр выделенных стафилококков в связи с приобретением нового оборудования – автоматической системы для экспресс-идентификации микроорганизмов методом масс-спектрометрии Smart MS 5020 (Zhuhai DL Biotech, Китай). В 2024 году из общего числа штаммов бактерий рода *Staphylococcus*, выделенных у пациентов, наибольшее количество приходилось на *Staphylococcus epidermidis* – 41,5 %, *Staphylococcus aureus* – 41,1 %, *Staphylococcus haemolyticus* – 8,9 % (рисунок 2).

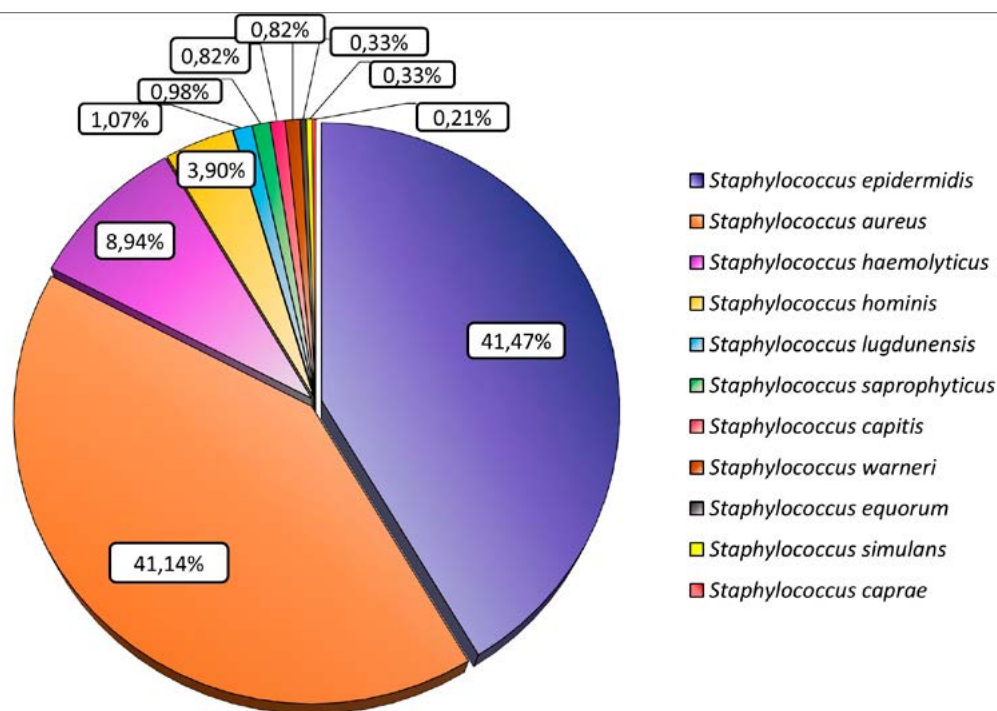


Рисунок 2 – Виды бактерий рода *Staphylococcus*, выделенных у пациентов с инфекционными и гнойно-септическими заболеваниями в стационарах г. Могилева за 2024 год

При сравнительном анализе динамики антибиотикорезистентности штаммов *Staphylococcus aureus* наблюдался рост выделенных изолятов, устойчивых к цефокситину: 4,6 % в 2024 году, по сравнению с 4,1 % в 2023 году; гентамицину: 7,3 % в 2024 году, по сравнению с 6,8 % в 2023 году; тетрациклину: 15,6 % в 2024 году, по сравнению с 7,2 % в 2023 году. Увеличение частоты встречаемости метициллин-резистентного *Staphylococcus aureus* свидетельствует о увеличении количества штаммов, резистентных к β -лактамам (рисунок 3).

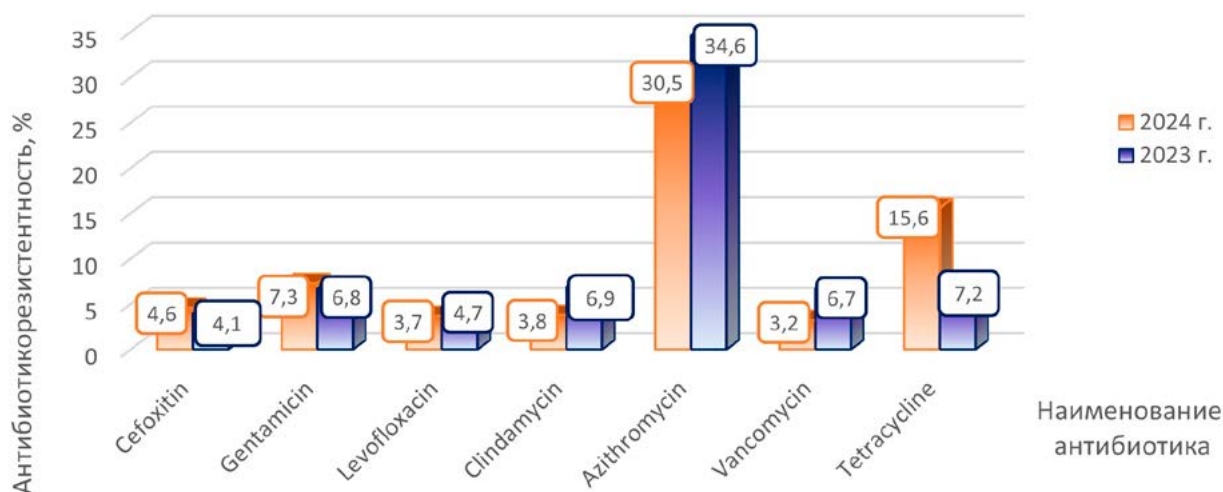


Рисунок 3 – Динамика антибиотикорезистентности штаммов *Staphylococcus aureus*, выделенных из биологического материала у пациентов стационаров г. Могилева за 2023–2024 гг.

При оценке антибиотикорезистентности *Staphylococcus epidermidis* наблюдалось уменьшение частоты встречаемости штаммов, устойчивых к цефокситину, гентамицину, фторхинолонам, клиндамицину, макролидам (рисунок 4).

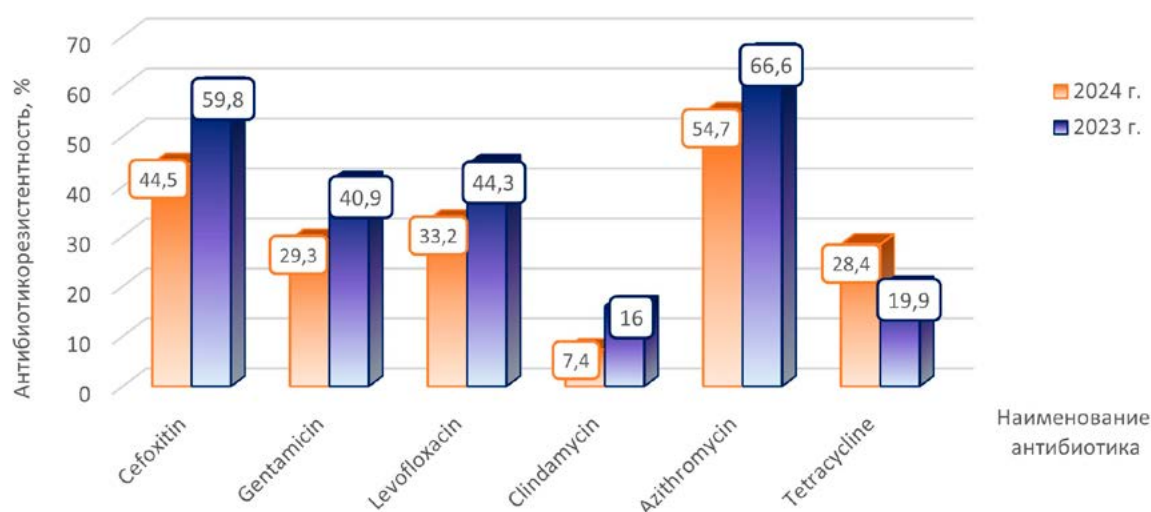


Рисунок 4 – Динамика антибиотикорезистентности штаммов *Staphylococcus epidermidis*, выделенных из биологического материала у пациентов стационаров г. Могилева за 2023–2024 гг.

В динамике резистентности *Staphylococcus haemolyticus* наблюдалось увеличение частоты встречаемости резистентных штаммов к цефокситину с 50 % в 2023 году до 73,9 % в 2024 году, гентамицину с 39 % в 2023 году до 64,1 % в 2024 году, левофлоксацину с 39,7 % в 2023 году до 68,2 % в 2024 году, тетрациклину с 29,2 % в 2023 году до 31,1 % в 2024 году. *Staphylococcus haemolyticus* среди коагулазонегативных стафилококков обладает самым высоким уровнем устойчивости и способен образовывать биопленки, что затрудняет лечение инфекций (рисунок 5).

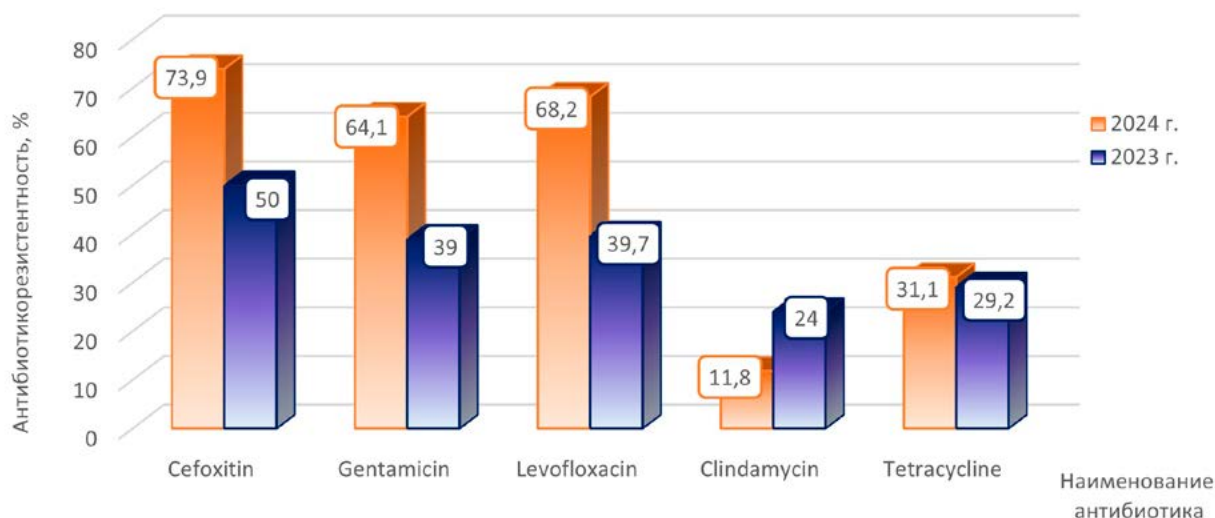


Рисунок 5 – Динамика антибиотикорезистентности штаммов *Staphylococcus haemolyticus*, выделенных из биологического материала у пациентов стационаров г. Могилева за 2023–2024 гг.

Метициллин-резистентные штаммы стафилококков (далее – MRS) распространены во всех обследованных стационарах. Процент MRS варьируется в зависимости от вида стафилококка, биологического материала, из которого были выделены стафилококки, и профиля стационара. В зависимости от вида стафилококка доля MRS в 2023 году составляет: *Staphylococcus aureus* – 4,1 %, *Staphylococcus epidermidis* – 59,8 %, *Staphylococcus haemolyticus* – 50 %. В 2024 году доля MRS составляет: *Staphylococcus aureus* – 4,6 %, *Staphylococcus epidermidis* – 44,5 %, *Staphylococcus haemolyticus* – 73,9 %.

При распределении штаммов MRS по клиническому профилю выявлено, что наиболее высокая их доля в 2023 году падает на отделения: хирургии – 42,2 %, реанимации и интенсивной терапии – 40,5 %,

новорожденных – 37,6 %, травматологии и ортопедии – 31,9 %. В 2024 году MRS чаще выделялись в отделениях: хирургии – 52,3 %, реанимации и интенсивной терапии – 40,5 %, новорожденных – 34,4 %, травматологии и ортопедии – 29,6 %.

У пациентов с септической патологией из образцов гемокультур установлена высокая частота встречаемости штаммов MRS: в 2023 году – 69,5 %, в 2024 году – 68,1 %.

Распространение антибиотикорезистентных штаммов стафилококков в популяциях условно-патогенных микроорганизмов стало важной проблемой клинической медицины в связи с их более адаптивными возможностями по сравнению с возбудителями классических инфекций. Ежегодное увеличение числа резистентных штаммов к резервным антибиотикам и появление метициллин-устойчивых штаммов стафилококков представляет собой серьезную проблему для медицины.

Литература

1. Stefani, S. Epidemiology of methicillin-resistant staphylococci in Europe / S. Stefani, P. E. Varaldo // *Clinical Microbiology and Infection*. – 2003. – Vol. 9, iss. 12. – P. 1179–1186.

2. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection or colonization present at hospital admission: multivariable risk factor screening to increase efficiency of surveillance culturing / C. C. Haley, D. Mittal, A. Laviolette [et al.] // *Journal of Clinical Microbiology*. – 2007. – Vol. 45, № 9. – P. 3031–3038.

Поступила 18.09.2025

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАДМИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Гуринович Т. А., *ts@rspch.by*,
Кузовкова А. А., к. б. н., *zav_lsi@rspch.by*,
Шагун Е. В., *ts@rspch.by*,
Столяренко В. А., *cmk@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Кадмий является широко распространенным токсичным элементом, который может попадать в окружающую среду различными путями. Его основные естественные источники – вулканическая активность, выветривание и эрозия почв, антропогенные – добыча, выплавка и рафинирование цветных металлов, сжигание ископаемого топлива и бытовых отходов, производство фосфорных удобрений, а также переработка стального лома с кадмиевым покрытием, отходов производства электроприборов, курение табака. Для кадмия характерен трансграничный перенос и загрязнение территорий, удаленных от источников выбросов. Кадмий способен к биоаккумуляции, накапливается в растениях и организме животных и человека с длительным периодом полувыведения, составляющим до 30 лет [1], характеризуется рядом токсичных свойств.

Определение содержания кадмия в пищевых продуктах, согласно перечням стандартов к техническим регламентам Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «О безопасности зерна» (ТР ТС 015/2011), «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012), «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013), «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) может проводиться согласно 23 документам: 10 – межгосударственным стандартам, 9 – государственным стандартам, 4 – методикам выполнения измерений.

Определение содержания кадмия в пищевой продукции состоит из пробоподготовки и количественного определения указанного элемента различными методами в растворе предварительно подготовленной пробы.

Способ подготовки проб зависит от метода определения, концентрации элемента, матрицы испытуемого продукта. Пищевые продукты представляют собой сложную матрицу, в составе которой тяжелые металлы могут находиться в очень малых количествах и в связанном состоянии с органическими соединениями. Пробоподготовка необходима для разрушения органической матрицы, перевода токсичных элементов в растворимую форму и удаления мешающих органических соединений.

Традиционными методами пробоподготовки пищевых продуктов являются сухая и мокрая минерализация, которые установлены ГОСТ 26929-94.

Способ сухой минерализации основан на полном разложении органических веществ путем сжигания пробы сырья или продуктов в электропечи при контролируемом температурном режиме и предназначен для всех видов сырья и продуктов, кроме животных, растительных жиров и масел.

Мокрая минерализация базируется на полном разрушении органических веществ пробы продукта при нагревании с серной и азотной концентрированными кислотами с добавлением хлорной кислоты или перекиси водорода или при нагревании только с перекисью водорода и предназначена для всех видов сырья и продуктов, кроме сливочного масла и животных жиров.

В указанном стандарте также описывается способ кислотной экстракции (неполной минерализации), который предназначен для растительного и сливочного масел, маргарина, пищевых жиров и сыров, и основан на экстракции токсичных элементов из пробы продукта кипячением с разбавленными соляной или азотной кислотами.

Минерализация пробы продукта, установленная ГОСТ 31671-2012, проходит при высокой температуре и давлении с использованием обычного или микроволнового способа нагрева в герметичном сосуде.

Для ускорения процесса пробоподготовки используют автоклавное (МВИ.МН 5680-2016) и микроволновое разложение (ГОСТ 34141-2014, ГОСТ EN 14084-2014, ГОСТ EN 14084-2014).

Количественное определение содержания кадмия проводится различными методами, включая инверсионную вольтамперометрию, полярографию, атомно-абсорбционную спектрометрию (далее – ААС), где используется пламенная или электротермическая атомизация, атомно-эмиссионную спектрометрию, масс-спектрометрию с индуктивно-связанной аргоновой плазмой.

Метод инверсионной вольтамперометрии основан на способности элементов электрохимически осаждаться на индикаторном электроде из анализируемого раствора при задаваемом потенциале предельного диффузионного тока в течение заданного времени, а затем растворяться в процессе анодной поляризации при определенном потенциале, характерном для каждого элемента. Аналитические сигналы определяемых элементов регистрируются на вольтамперограмме в виде пиков (максимальные анодные токи) и отражают зависимость силы тока электрохимической реакции ячейки от приложенного напряжения. Значение тока пика прямо пропорционально концентрации определяемого элемента.

Преимущества инверсионной вольтамперометрии: низкий предел обнаружения – до 10^{-4} М; правильность и воспроизводимость, удовлетворительная принятым нормам; исключение металлической ртути из работы специалиста лаборатории, в сравнении с полярографией [2].

Стандарты, устанавливающие метод определения кадмия с использованием инверсионной вольтамперометрии: ГОСТ 31866-2012 распространяется на питьевую воду, диапазон измерения 0,0001 до 1,0 мг/дм³; ГОСТ 33824-2016 и ГОСТ Р 51301-99 – на пищевые продукты и продовольственное сырье, диапазон измерения 0,001–50,0 мг/кг; ГОСТ Р 51823-2011 применим для анализа алкогольной продукции и сырья для ее производства, диапазон измерения 0,001–1,0 мг/дм³; СТБ 1313-2002 распространяется на пищевые продукты и продовольственное сырье, диапазон измерения 0,0015–1,0 мг/кг; СТБ 1314-2002 – на молоко и молочные продукты, диапазон измерения 0,005–1,5 мг/кг.

Полярография – разновидность вольтамперометрии с использованием индикаторного микроэлектрода из жидкого металла, поверхность которого периодически или непрерывно обновляется. При этом не происходит длительного накопления продуктов электролиза на поверхности раздела электрод-раствор в электролитической ячейке. Индикаторным электродом в полярографии служит чаще всего ртутный каплюющий электрод [3].

На указанном методе основан ГОСТ 26933-86. Объекты распространения действия стандарта – пищевые продукты и продовольственное сырье; нижний диапазон измерения концентрации кадмия – 0,02 мкг/см³ полярографируемого раствора.

ААС – это метод количественного элементного анализа, основанный на измерении поглощения электромагнитного излучения свободными атомами в газовой фазе (атомным паром).

Наиболее часто в ААС используется пламенный способ атомизации. Однако, несмотря на хорошие метрологические характеристики и простоту определений, пламя как атомизатор не всегда позволяет проводить определение следовых количеств элементов. Недостаточно высокая чувствительность, протекание побочных реакций и необходимость более экономичного расходования проб являются причинами применения электротермических атомизаторов в качестве альтернативы пламени [4].

Электротермическая атомизация по сравнению с атомизацией в пламени обладает рядом преимуществ: более высокой чувствительностью определения, меньшим объемом анализируемой пробы, возможностью вести измерения испускаемого излучения в вакуумной ультрафиолетовой области.

На указанных способах атомизации основываются следующие документы: ГОСТ 30178-96, ГОСТ EN 14083-2013, ГОСТ EN 14084-2014, СТ РК 2350-2013, СТ РК EN 14082-2013,

СТБ EN 14082-2014, ГОСТ 33426-2015, ГОСТ 31870-2012. Данные стандарты имеют различные области применения и диапазоны измерения кадмия.

Атомно-эмиссионная спектрометрия – метод элементного анализа, основанный на изучении спектров испускания свободных атомов и ионов в газовой фазе в области длин волн 150–800 нм. Пробу исследуемого вещества вводят в источник излучения, где происходят ее испарение, диссоциация молекул и возбуждение образовавшихся атомов (ионов). Последние испускают характеристическое излучение, которое поступает в регистрирующее устройство спектрального прибора.

Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (далее – АЭС-ИСП) представляет собой метод атомно-эмиссионной спектрометрии, в котором в качестве атомизатора – источника возбуждения ионизации атомов, используется индуктивно-связанная плазма.

Главными достоинствами АЭС-ИСП являются стабильность работы, воспроизводимость условий возбуждения, низкий уровень самопоглощения, а также широкий диапазон определяемых концентраций [5].

Методики, описывающие детекцию кадмия на основе АЭС-ИСП, распространяются на различные объекты: ГОСТ 30538-97 – на пищевое сырье и готовые продукты, МВИ.МН 5680-2016 – на масличное сырье и масложировые продукты, МВИ.МН 1792-2002 – на жидкие образцы, ГОСТ 31870-2012 – на питьевые воды.

Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной аргоновой плазмой (далее – ИСП-МС) основана на использовании индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для их разделения и детектирования. В аналитической химии ИСП-МС заняла место чрезвычайно быстрого, эффективного и высокочувствительного метода количественного одновременного определения многих элементов в концентрациях до 10^{-10} %.

ГОСТ 34141-2017, который устанавливает метод ИСП-МС, распространяется на пищевые продукты и продовольственное сырье, диапазон измерений кадмия – 0,005–100,0 мг/кг. СТБ EN 15763-2015 распространяется на пищевые продукты, диапазон измерений составляет 0,03–28,3 мг/кг.

Указанные методы применимы для количественного определения кадмия в пищевой продукции, однако имеют определенные методические различия и, следовательно, обладают разными достоинствами. Изучение методического обеспечения лабораторного определения кадмия в пищевой продукции свидетельствует о значительном спектре доступных методик, основанных на различных принципах детекции.

В Национальной системе аккредитации Республики Беларусь аккредитовано на определение кадмия в пищевой продукции на соответствие законодательству Евразийского экономического союза (технические регламенты Таможенного/Евразийского экономического союза) 76 испытательных лабораторий. Ведомственная подчиненность испытательных лабораторий приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Ведомственная подчиненность испытательных лабораторий

В части аккредитованных лабораторий Министерства здравоохранения Республики Беларусь – лаборатории уполномоченных органов в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, составляющие 49 % от общего числа, а именно: 1 лаборатория республиканского уровня (научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»); 1 лабораторный отдел государственного учреждения «Центр гигиены и эпидемиологии» Управления делами Президента Республики Беларусь; 6 лабораторий областных центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья; 18 лабораторий зональных центров гигиены и эпидемиологии; 9 лабораторий районных центров гигиены и эпидемиологии; 2 лаборатории городских центров гигиены и эпидемиологии.

Таким образом, имеется достаточная методическая и лабораторная база для осуществления контроля содержания кадмия в различных видах пищевой продукции. Используемые организациями и учреждениями методы являются современными, обладающими необходимой чувствительностью и специфичностью.

Литература

1. Cadmium (addendum) / U. Mueller, A. Agudo, A. Åkesson [et al.] // Safety evaluation of certain food additives and contaminants: Prepared by the seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) / World Health Org., Food and Agric. Org. of the United Nations. – Geneva, 2011. – P. 305–380. – (WHO food additives series; 64).
2. Инверсионно-вольтамперометрические (ИВА) методы анализа // Центр гигиены и эпидемиологии в Респ. Марий Эл. – URL: <https://www.12sanepid.ru/press/publications/2631.html> (дата обращения 02.09.2025).
3. Полярография // CHEMPORT.RU. – URL: https://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_3069.html (дата обращения 02.09.2025).
4. Бейзель, Н. Ф. Атомно-абсорбционная спектрометрия : учеб. пособие / Н. Ф. Бейзель. – Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, 2008. – 71 с.
5. Беляцкий, В. Н. Основы методов атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии : учеб.-метод. пособие / В. Н. Беляцкий. – Минск : Белорус. гос. мед. ун-т, 2015. – 40 с.

Поступила 30.09.2025

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ СВИНЦА И КАДМИЯ В ПИЩЕВЫХ ДОБАВКАХ СТАБИЛИЗАТОРЫ/ЗАГУСТИТЕЛИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АТОМНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Дребенкова И. В., к. т. н., spectrometric@rspch.by,
Кузовкова А. А., к. б. н., zav_lsi@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время при производстве большинства продуктов переработки молока, мяса, рыбы решены к применению и широко используются различные пищевые добавки – стабилизаторы, загустители, регуляторы кислотности, красители. Для многих из них не существует законодательно установленных ограничений по количеству применения в готовой к употреблению пищевой продукции. При этом пищевые добавки, в особенности произведенные из растительного сырья, могут быть загрязнены токсичными элементами, вследствие чего потенциально возможен перенос таких элементов как кадмий и свинец в готовую пищевую продукцию.

Однако согласно требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (далее – ТР ТС 029/2012) [1] и современным тенденциям в гигиене питания применение пищевых добавок не должно увеличивать степень риска возможного неблагоприятного действия пищевой продукции на здоровье человека. Указанные обстоятельства обуславливают необходимость тщательного контроля гигиенической безопасности производимых и используемых в Республике Беларусь пищевых добавок. Для получения достоверных результатов испытаний пищевых добавок на содержание токсичных элементов необходимы метрологически аттестованные методики прямого назначения, которые в настоящее время отсутствуют. Поэтому проблема наличия адекватной методики измерений содержания свинца и кадмия в пищевых добавках, в частности, стабилизаторах/загустителях, первым этапом разработки которой является способ определения в них массовой концентрации этих элементов, носит актуальный характер.

Цель данной работы – разработка способа определения массовой концентрации свинца и кадмия в пищевых добавках стабилизаторах/загустителях методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Объекты исследования – стабилизаторы/загустители – глицерин (98% на безводной основе) E422 (далее – E422); крахмал картофельный E1400 (далее – E1400); камедь рожкового дерева E410 (далее – E410), карбонат кальция (98% на безводной основе) E170 (далее – E170), цитрат натрия (далее – E331), в которые вводили государственные стандартные образцы свинца (далее – Pb) и кадмия (далее – Cd) в следующей концентрации: Cd – 0,5–2,5 мг/кг, Pb – 0,5–2,5 мг/кг.

Для проведения элементного анализа методом атомной спектроскопии образцы пищевых добавок стабилизаторы/загустители нуждаются в пробоподготовке, заключающейся в количественном переводе определяемых элементов в раствор. Для обоснования выбора оптимального способа пробоподготовки была проведена сравнительная экспериментальная оценка 1 способа сухой (озоление в муфельной печи) и 2 способов мокрой (микроволновое и автоклавное разложение) минерализации стабилизаторов/загустителей.

Методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (далее – АЭС-ИСП) определены массовые концентрации Pb и Cd в полученных пробах с добавкой после минерализации 3 способами и рассчитан метрологический показатель «правильность». Критерии оценки этого показателя были следующие: 50 % – удовлетворительный, более 50 % – приемлемый, менее 50 % и более 140 % – неприемлемый.

При микроволновом разложении показатель правильности для Pb и Cd приемлем для всех исследуемых стабилизаторов/загустителей: E422 – Pb (128 %), Cd (130 %); E410 – Pb (110 %), Cd (140 %); E1400 – Pb (117 %), Cd (110 %).

При автоклавном разложении показатель правильности для Pb и Cd также приемлем для всех стабилизаторов/загустителей: E422 – Pb (83 %), Cd (87 %); E410 – Pb (73 %), Cd (94 %); E1400 – Pb (89 %), Cd (100 %).

При сухой минерализации показатель правильности для Pb и Cd следующий: для E410 – приемлем Pb (78 %), Cd (64 %); для E422 – неприемлем для Pb (19 %) и приемлем для Cd (58 %); для E1400 – неприемлем для Pb (41 %) и приемлем для Cd (87 %).

Установлено, что для стабилизаторов/загустителей приемлемыми являются только мокрые способы минерализации, среди которых микроволновой обладает минимальной продолжительностью, поэтому является предпочтительным.

Для обоснования выбора оптимального метода атомной спектроскопии для определения Pb и Cd в стабилизаторах/загустителях проведен сравнительный экспериментальный анализ АЭС-ИСП и атомно-абсорбционной спектроскопии (далее – ААС) с двумя способами атомизации – пламенной и электротермической (далее – ААС-ЭДТА). Выбор оптимального метода атомной спектроскопии осуществлен также на основании оценки метрологического показателя «правильность».

Установлено, что при использовании для исследования метода АЭС-ИСП показатель правильности для Pb и Cd был приемлемым для всех исследуемых стабилизаторов/загустителей: E170 – Pb (62,4 %), Cd (62,0 %); E422 – Pb (128,0 %), Cd (130,0 %); E410 – Pb (110,0 %), Cd (130,0 %); E1400 – Pb (117,0 %), Cd (110,0 %), E331 – (69,4 %), Cd (69,2 %).

Показано, что при использовании для исследования метода ААС с пламенной атомизацией показатель правильности для стабилизаторов/загустителей был приемлемым для Pb и Cd в следующих случаях: E422 – Pb (92,6 %), Cd (103,1 %); E1400 – Pb (98,2 %), Cd (113,4 %); E410 – Pb (108,1 %), Cd (102,7 %), E331 – (99,7 %), Cd (95,2 %). Для стабилизатора/загустителя E170 указанный показатель неприемлем для Pb (45,3 %) и приемлем для Cd (93,0 %).

При использовании для исследования метода ААС-ЭДТА показатель правильности для стабилизаторов/загустителей и для Pb, и для Cd был приемлемым для всех исследуемых образцов (E170 – Pb (86,8 %), Cd (75,9 %); E422 – Pb (102,5 %), Cd (97,4 %); E410 – Pb (56,1 %), Cd (67,5 %); E1400 – Pb (115,0 %), Cd (81,2 %), E331 – (109,2 %), Cd (77,3 %).

Кроме того, следует отметить, что продолжительность анализа образцов методом ААС-ЭДТА значительно выше, чем методами ААС с пламенной атомизацией и АЭС-ИСП.

В результате сравнительного анализа экспериментальной оценки 2 методов атомной спектроскопии (АЭС-ИСП и ААС с двумя типами атомизации) для определения токсичных элементов Pb и Cd в стабилизаторах/загустителях установлено, что метод АЭС-ИСП является предпочтительным и позволяет определять токсичные элементы на высоких уровнях чувствительности.

Для выбранного метода атомной спектроскопии обоснованы оптимальные параметры количественного определения массовых концентраций Pb и Cd в стабилизаторах/загустителях при использовании атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой JY 2000-2 (далее – СЭ-ИСП JY 2000-2) (Horiba Jobin Yvon, Франция).

Для выбора основных специфичных линий детекции определяемых элементов в стабилизаторах/загустителях были протестированы 3 для Cd и 6 для Pb длин волн, представляющих собой линии 2 типов – атомные и ионные. Атомные линии более независимы от изменений мощности генератора, газовых потоков и т. д., чем ионные линии, однако ионные линии более чувствительны. Выбор длин волн детекции осуществляли по следующим критериям: обеспечение чувствительности на уровне не более 0,5 нормативов содержания исследуемых элементов в пищевых добавках; отсутствие наложений спектров одних элементов на другие; тип линии (атомная или ионная).

Используя базу данных NIST (Atomic Spectra Database Lines Form), была получена информация о типе и относительной интенсивности линий (длин волн излучения) элементов, выбранных для разрабатываемого способа измерений. Также с использованием вышеуказанной базы данных был проведен анализ величин относительной интенсивности излучения мешающих элементов по сравнению с величинами интенсивности излучения свинца и кадмия.

В результате сравнительной оценки интенсивностей эмиссии исследуемых элементов на разных длинах волн Cd и Pb максимальное увеличение этой характеристики при определении Cd в концентрации, соответствующей 0,5 норматива содержания этого элемента в стабилизаторах/загустителях, зафиксировано на длине волны 214,438 нм и составило 8,2 раза, при определении свинца – на длине волны 220,353 нм (1,3 раза). С учетом результатов проведенных исследований для обнаружения токсичных элементов в пищевых добавках были установлены следующие оптимальные длины волн их детекции: Pb – 220,353 нм, Cd – 214,438 нм.

Устойчивость (робастность) условий работы спектрометра исследовали по устойчивости (робастности) условий создания плазмы в СЭ-ИСП JY 2000-2, оснащенного пневматическим распылителем пробы, в отношении следующих влияющих параметров: мощности радиочастотного поля (далее – RF-мощность) и скорости потока газа в оболочке в исследуемых растворах магния (далее – Mg), приготовленных на холостой пробе.

RF-мощность – это энергия, передаваемая плазме, выражается как мощность, подаваемая на RF-генератор, и обычно находится в диапазоне от 800 до 1500 Вт. Низкая RF-мощность приводит к лучшему отношению «сигнал/фон», поскольку фон низкий. Высокая RF-мощность приводит к снижению чувствительности, но к лучшей передаче энергии. Влияние RF-мощности на чувствительность менее важно, чем влияние скорости потока газа в распылителе и скорости потока газа в оболочке. Оптимизация RF-мощности обычно зависит от типа образца. Более высокие значения RF-мощности используются для сложных матриц или органических растворителей.

Потоки газа в распылителе и в оболочке регулируют количество образца, вводимого в плазму, а также скорость ввода образца и, таким образом, время пребывания образца в плазме. Низкий поток приводит к уменьшению количества пробы, тогда как высокий поток приводит к увеличению количества пробы и сокращению времени пребывания образца в плазме.

Для оценки робастности плазмы и в целом робастности АЭС-ИСП использовали параметр «соотношение Mg» – отношение эмиссии ионных линий Mg к эмиссии атомных линий Mg, а именно: отношение интенсивности излучения Mg II на длине волны 280,270 нм к интенсивности излучения Mg I на длине волны 285,213 нм с использованием раствора Mg в концентрации 10 мг/дм³. Условием робастной плазмы является соотношение Mg II/Mg I, равное 10 или более. Чем выше соотношение, тем выше энергетические возможности плазмы, тем робастнее АЭС-ИСП.

Была исследована устойчивость (робастность) разрабатываемого способа измерений при RF-мощности от 1000 Вт до 1500 Вт с шагом 100 Вт и скорости потока газа в оболочке от 0,1 до 0,3 дм³/мин с шагом 0,1 дм³/мин. При использовании СЭ-ИСП JY 2000-2 была получена робастная плазма (значения Mg II/Mg I более 10) во всех растворах Mg при изменении исследуемых параметров. Таким образом, выбранные параметры плазмы (RF-мощность – 1000 Вт, скорость потока газа в оболочке – 0,2 дм³/мин) являются оптимальными, так как обеспечивают получение робастной плазмы, и таким образом обеспечивается устойчивость условий работы атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой СЭ-ИСП JY 2000-2.

Метод АЭС-ИСП предполагает наличие заметного фона, сигнал от которого после многократного его измерения предлагается обрабатывать для оценки предела количественного определения (далее – LOQ). Оценка LOQ для определяемых элементов в матрице стабилизаторы/загустители проведена по результатам измерения 10 холостых проб, не содержащих Pb и Cd, согласно [2]. Значения LOQ разрабатываемого способа определения массовой концентрации Pb и Cd в стабилизаторах/загустителях приведены в таблице 1. Экспериментально установлено, что полученные значения LOQ для Pb и Cd в стабилизаторах/загустителях не превышают нижней границы диапазона измерений.

Таблица 1 – Пределы количественного определения элементов в стабилизаторах/загустителях с использованием АЭС-ИСП JY 2000-2

Определяемый элемент	Диапазон измерений массовой доли, мг/кг (диапазон градуировочного графика, мг/дм ³)	LOQ, мг/кг
Pb	от 0,5 до 2,5 включительно (от 0,04 до 0,2 включительно)	0,216
Cd	от 0,5 до 2,5 включительно (от 0,04 до 0,2 включительно)	0,013

На основе полученных результатов исследований разработан способ определения массовой концентрации Pb и Cd в стабилизаторах/загустителях методом АЭС-ИСП.

Исследования выполнены в рамках задания 02.19. «Разработать и внедрить методику измерений массовой концентрации свинца и кадмия в пищевых добавках и ароматизаторах методом атомной спектроскопии» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг».

Литература

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012) : Решение Совета Евраз. экон. комис. от 20 июля 2012 г. № 58 : в ред. от 29 авг. 2023 г. № 84 // *ilex* : информ. правовая система (дата обращения: 12.09.2025).
2. Appendix F: Guidelines for Standard Method Performance Requirements // AOAC INTERNATIONAL. – URL: https://www.aoac.org/wp-content/uploads/2019/08/app_f.pdf (date of access: 12.09.2025).

Поступила 15.09.2025

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВКАХ К ПИЩЕ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Дребенкова И. В., к. т. н., *spectrometric@rspch.by*,
Кузовкова А. А., к. б. н., *zav_lsi@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Для оптимизации пищевого рациона различных групп населения широко используются в качестве дополнительного источника макро- и микроэлементов биологически активные добавки к пище (далее – БАД), которые получают из растительного, животного или минерального сырья, а также химическими и биологическими путями. В настоящее время на рынке Республики Беларусь присутствует множество БАД различного назначения, в том числе БАД на основе растительных и животных жиров, которые необходимо контролировать по показателям безопасности и пищевой ценности. Однако в Техническом регламенте Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и взаимосвязанных с ним регламентах, действующих на территории стран Евразийского экономического союза, метрологически аттестованные методы оценки массовой доли микро- и макроэлементов в БАД отсутствуют. Для этой цели используют стандартные методики для других видов продукции, проводя их предварительную валидацию. Учитывая вышеизложенное, возникла необходимость в эффективной и точной методике определения микро- и макроэлементов в данных матрицах.

Цель работы – разработка методики измерений массовой доли макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Объекты исследования – БАД на основе растительных и животных жиров – витамин D₃ масляный, в который вводили государственные стандартные образцы макроэлементов (кальций (далее – Ca), магний (далее – Mg), калий (далее – K), натрий (далее – Na), фосфор (далее – P)) в следующих концентрациях: Ca – 125,0–625,0 мг/кг, K – 250,0–1250,0 мг/кг, Na – 250,0–1250,0 мг/кг, Mg – 25,0–250,0 мг/кг, P – 500–1500 мг/кг.

Используемое оборудование – атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой JY 2000-2 (далее – СЭ-ИСП JY 2000-2) (Horiba Jobin Yvon, Франция).

В элементном анализе первым этапом, определяющим в метрологическом плане, является деструкция пробы, в результате проведения которой определяемые элементы, находящиеся в матрице БАД, количественно переводят в раствор. Для обоснования выбора оптимального способа минерализации БАД на основе растительных и животных жиров проведена сравнительная экспериментальная оценка сухого (озоление в муфельной печи) и мокрых (автоклавно- и микроволновое разложение) способов пробоподготовки. В результате оценки различных способов минерализации образцов БАД на основе растительных и животных жиров предпочтение отдано обладающему минимальной продолжительностью микроволновому разложению.

Разработку методики измерений массовой доли макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров осуществляли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Данный метод основан на измерении интенсивности эмиссии атомов определяемых химических

элементов, возникающей при распылении анализируемой пробы в аргоновую плазму, индуктивно возбуждаемую радиочастотным электромагнитным полем.

Для измерений массовой доли макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров обобщены оптимальные параметры проведения анализа на используемом СЭ-ИСП JY 2000-2:

мощность генератора – 1000 Вт;

скорость потока газа плазмы (аргона) – 13 дм³/мин;

скорость потока газа в оболочке (аргона) – 0,20 дм³/мин;

распылитель – пневматический;

скорость распыления – 0,66–0,78 дм³/мин;

скорость подачи пробы – 1,3 см³/мин;

длительность промывки системы ввода проб – 15 с;

длины волн излучения (аналитические линии) – 317,933 нм для Са; 766,490 нм для К; 285,213 нм для Мг; 589,592 нм для Na; 214,914 нм для Р.

В ходе разработки методики измерений проведена оценка ее рабочих характеристик – аналитической чувствительности, предела количественного определения, линейности, избирательности (специфичности), устойчивости (робастности), а также показателей точности измерений.

Значения аналитической чувствительности и предела количественного определения (далее – LOQ) разрабатываемой методики измерений приведены в таблице 1. Аналитическая чувствительность представляет собой наклон градуировочного графика [1]. Значения LOQ устанавливали согласно [2] по результатам измерений холостых проб, не содержащих макроэлементов ($n = 10$).

Таблица 1 – Значения предела количественного определения и аналитической чувствительности методики измерений массовой доли макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров

Определяемый элемент	Диапазон измерений массовой доли, мг/кг (диапазон градуировочного графика, мг/дм³)	Пневматический распылитель	
		Аналитическая чувствительность, с⁻¹ × дм³/мг	LOQ, мг/кг
Са	от 125,0 до 625,0 включительно (от 5,0 до 25,0 включительно)	182 628,49	4,08
К	от 250,0 до 1250,0 включительно (от 10,0 до 50,0 включительно)	3335,72	13,98
Мг	от 25,0 до 250,0 включительно (от 1,0 до 10,0 включительно)	480 408,20	0,33
Na	от 250,0 до 1250,0 включительно (от 10,0 до 50,0 включительно)	7131,45	1,46
Р	от 500,0 до 1500,0 включительно (от 20,0 до 60,0 включительно)	1904,62	47,45

Экспериментально установлено, что полученные значения LOQ для каждого макроэлемента в БАД на основе растительных и животных жиров не превышают нижней границы диапазона измерений (таблица 1).

Массовую концентрацию макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров рассчитывали на основании результатов измерений интенсивности их эмиссии по линейной градуировочной зависимости (рисунки 1–5).

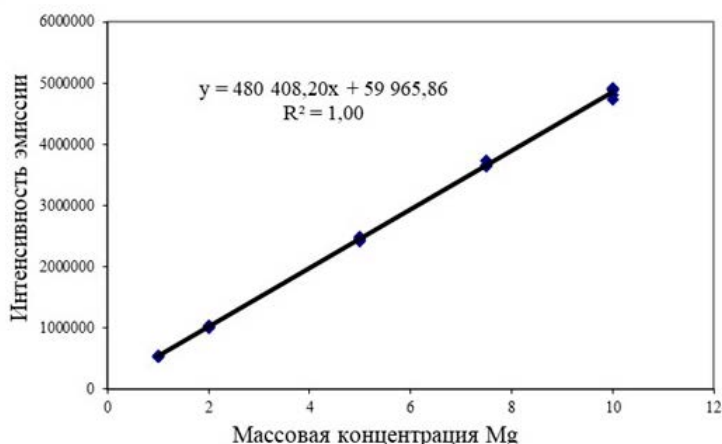


Рисунок 1 – Градуировочный график зависимости интенсивности эмиссии атомов Mg (с⁻¹) от его массовой концентрации (мг/дм³) в БАД на основе растительных и животных жиров

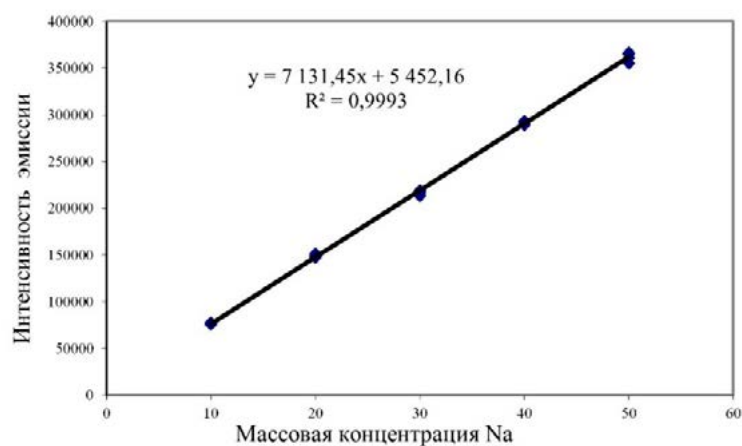


Рисунок 2 – Градуировочный график зависимости интенсивности эмиссии атомов Na (с⁻¹) от его массовой концентрации (мг/дм³) в БАД на основе растительных и животных жиров

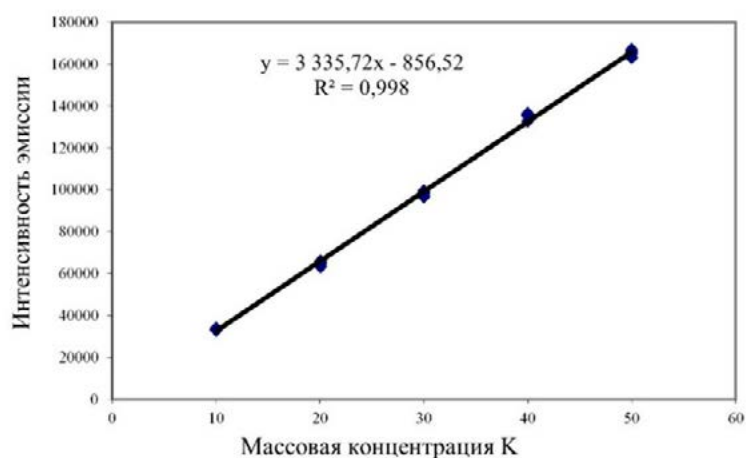


Рисунок 3 – Градуировочный график зависимости интенсивности эмиссии атомов K (с⁻¹) от его массовой концентрации (мг/дм³) в БАД на основе растительных и животных жиров

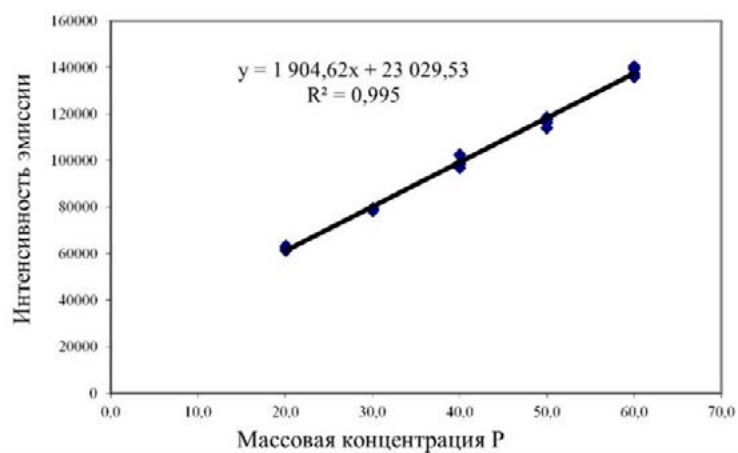


Рисунок 4 – Градуировочный график зависимости интенсивности эмиссии атомов P (с⁻¹) от его массовой концентрации (мг/дм³) в БАД на основе растительных и животных жиров

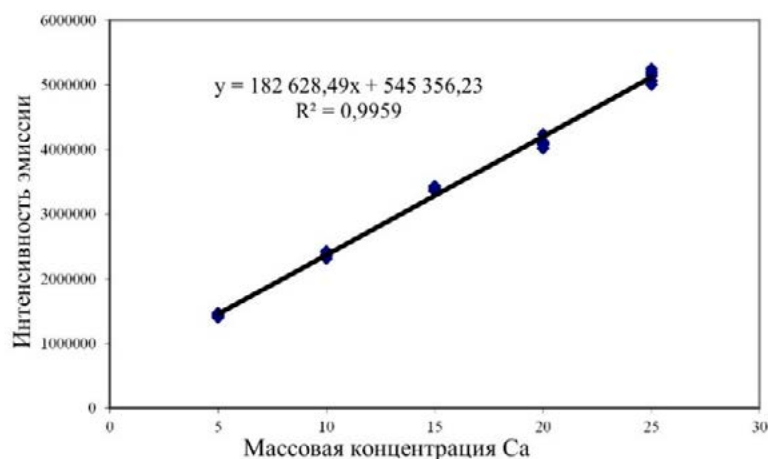


Рисунок 5 – Градуировочный график зависимости интенсивности эмиссии атомов Ca (с^{-1}) от его массовой концентрации (мг/дм^3) в БАД на основе растительных и животных жиров

Показано, что зависимость интенсивности эмиссии определяемых макроэлементов от их массовой концентрации в установленных диапазонах измерений носит линейный характер.

На основе полученных результатов исследований разработана методика измерений массовой доли Ca, K, Mg, Na и P в БАД на основе растительных и животных жиров методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Значения диапазонов измерений массовых концентраций, относительных пределов повторяемости и промежуточной прецизионности, относительных расширенных неопределенностей для определяемых макроэлементов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Рабочие характеристики методики измерений массовой доли макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров

Определяемый элемент	Диапазон измерений массовой доли, мг/кг	Относительный предел повторяемости r , %	Относительный предел промежуточной прецизионности R_i , %	Относительная расширенная неопределенность $U(X)(P = 95\%, k = 2)$, %
Ca	от 125,0 до 625,0 включительно	5,7	12,0	25,0
K	от 250,0 до 1250,0 включительно	4,1	7,3	13,0
Mg	от 25,0 до 250,0 включительно	4,7	15,0	12,0
Na	от 250,0 до 1250,0 включительно	5,2	8,5	12,0
P	от 500,0 до 1500,0 включительно	10,0	15,0	33,0

Таким образом, для исследуемых макроэлементов в БАД на основе растительных и животных жиров предел повторяемости составляет от 4,1 % до 10,0 %, предел промежуточной прецизионности – от 7,3 % до 15,0 %, относительная расширенная неопределенность – от 12,0 % до 33,0 %.

Применение разработанной современной высокочувствительной методики измерений позволит повысить эффективность контроля качества присутствующих на рынке Республики Беларусь БАД.

Исследования выполнены в рамках задания 02.12. «Разработать и внедрить методику одномоментного измерения массовых концентраций токсичных и эссенциальных элементов в биологически активных добавках к пище и специализированной пищевой продукции методом атомной спектроскопии» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг».

Литература

- ГОСТ Р 53022.2-2008 Технологии лабораторные клинические. Требования к качеству клинических лабораторных исследований. Часть 2. Оценка аналитической надежности методов исследования (точность, чувствительность, специфичность).
- Appendix F: Guidelines for Standard Method Performance Requirements. // AOAC Official Methods of Analysis. – 2016. – 18 p.

Поступила 18.09.2025

АВИАОБРАБОТКА ЛЕСНЫХ МАССИВОВ: КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЗЕТА-ЦИПЕРМЕТРИНА В КЕДРОВЫХ ОРЕХАХ

Егорченкова О. Е., e-ol@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Кедровые массивы Сибири и Дальнего Востока представляют собой уникальные экосистемы, имеющие важное экологическое и хозяйственное значение. Кедровые орехи являются ценным пищевым продуктом, востребованным как на внутреннем, так и на внешнем рынке, что предъявляет высокие требования к обеспечению их санитарно-гигиенической безопасности.

Серьезную угрозу кедровым лесам создают массовые вспышки насекомых-вредителей. Наиболее значимыми из них являются сибирский шелкопряд (*Dendrolimus sibiricus* Tschetv.), сосновый шелкопряд (*Dendrolimus pini* L.), сибирская совка (*Apamea sibirica*), различные виды пилильщиков (*Diprionidae*) и короедов (*Scolytinae*). Повреждение хвои, шишек и древесины приводит к ослаблению деревьев, снижению урожайности семян и деградации лесных биоценозов. В периоды массового размножения вредителей ущерб принимает катастрофический характер, затрагивая десятки и сотни тысяч гектаров насаждений.

Для защиты кедровых лесов широко применяется авиационная обработка инсектицидными препаратами. Этот метод позволяет оперативно охватывать большие площади, включая труднодоступные и горные районы, обеспечивая равномерное распределение действующего вещества и эффективное сдерживание численности вредителей на ранних стадиях вспышек.

Зета-циперметрин – синтетический пиретроид второго поколения с высокой инсектицидной и акарицидной активностью, широко применяемый при авиационной обработке хвойных лесов против вредителей древесных насаждений.

При попадании в организм членистоногих действующее вещество со стороны внутренней створки натриевого канала нервных клеток связывается с липофильным окружением мембраны. В итоге происходят деполяризация мембраны и существенное замедление открытия/закрытия натриевого канала. Деполяризация вызывает повторные разряды и тем самым обуславливает синаптические нарушения. Зета-циперметрин в 2,5–3 раза более токсичен для насекомых, чем циперметрин. Обладает ярко выраженным нокдаун-эффектом, то есть насекомые в очень короткое время после контакта с пестицидом оказываются парализованными, что обеспечивает быстрый эффект от применения [1]. Эффективен против сосущих, хвое- и листогрызущих вредителей растений разных отрядов.

Однако использование данного препарата в естественных кедровых древостоях, где формируются орехи, востребованные населением в пищу, требует строгого контроля его остаточных количеств (далее – ОК). Кедровые орехи активно собираются и потребляются местными жителями, что делает задачу оценки остаточного содержания инсектицидов в пищевом сырье ключевым элементом санитарно-эпидемиологической безопасности.

Цель исследования – контроль ОК зета-циперметрина в кедровых орехах после однократной авиационной обработки естественных лесных массивов в течение сезонов 2022–2023 гг.

Оценка безопасности использования инсектицидных препаратов для защиты лесных насаждений невозможна без методов контроля их микроколичеств в пищевой растительной продукции.

Контроль зета-циперметрина обеспечен официальным методом определения ОК действующего вещества в орехах методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием [2], который охватывает диапазон концентраций от 0,01 до 4,0 мг/кг и обеспечивает возможность контроля как следовых концентраций, так и превышений установленного норматива.

Для обеспечения достоверности контроля ОК зета-циперметрина в кедровых орехах проведена оценка валидационных характеристик метода. В исследование включены 25 проб с внесением исследуемого вещества на уровне нижнего предела, 5, 10 и 40 пределов количественного определения: 0,01; 0,05; 0,1 и 0,4 мг/кг соответственно. Дополнительно были проанализированы образцы с внесением зета-циперметрина на уровне, превышающем верхнюю границу диапазона измерений в 10 раз (4,0 мг/кг). Перед хроматографированием экстракты подвергались десятикратному разбавлению. Установленный диапазон степени извлечения: 80–108 % (среднее 99,2 %), стандартное отклонение – 5,2 %, среднеквадратичное отклонение повторяемости составило 6,1 %, среднеквадратичное отклонение воспроизводимости – 8,5 %, предел повторяемости – 17 % и предел воспроизводимости – 24 %.

В рамках регистрационных испытаний были проведены исследования по определению ОК зета-циперметрина в кедровых орехах при однократной авиаобработке естественного лесного массива (сибирских кедровых сосен) в течение сезонов 2022–2023 гг. с максимальной рекомендуемой нормой расхода.

Отбор проб проводился в соответствии с утвержденными документами: ГОСТ 31852-12 «Орехи кедровые очищенные. Технические условия» и «Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» (№ 2051-79 от 21.08.1979). До анализа отобранные пробы образцов хранились в морозильной камере при температуре не выше -18°C . Из каждой исходной пробы (средняя проба массой 1 кг) был приготовлен усредненный образец. Перед анализом их тщательно измельчали для обеспечения гомогенности и равномерного распределения пестицида.

В исследовании использован аналитический стандартный образец зета-циперметрина фирмы «HPC Standards GmbH» с содержанием основного компонента 95,64 % (CAS № 1315501-18-8). Хранение аналитического стандартного образца проводилось в условиях, указанных в сертификате (температура $+4^{\circ}\text{C}$, в темноте), что исключило значительные температурные колебания.

При определении ОК пестицидов в пищевых матрицах, отличающихся высоким содержанием липидов и других сопутствующих соединений, выбор методики пробоподготовки имеет ключевое значение. Кедровые орехи характеризуются значительным содержанием жиров, белков и пигментов, что может приводить к интерференции даже при хромато-масс-спектрометрическом определении. В этих условиях оптимальным подходом является применение технологии QuEChERS, зарекомендовавшей себя как универсальный и высокоэффективный метод пробоподготовки [3].

В соответствии с Руководящим документом Европейской Комиссии по контролю качества и валидации методов определения остатков пестицидов, орехи относятся к группе продуктов с высоким содержанием масла и очень низким содержанием воды [4]. Реализация процедуры пробоподготовки QuEChERS применительно к продуктам данной группы предполагает предварительное внесение в образец воды для достижения ее содержания в матрице более 70 % при соответствующем снижении массы пробы. Поэтому масса образцов ядер кедровых орехов была уменьшена до 5 г с внесением на стадии экстракции воды, количество которой в 2 раза превышало массу пробы (10 см^3).

Для экстракции зета-циперметрина из кедровых орехов был выбран ацетонитрил. Повышение эффективности экстракции было достигнуто использованием солей с цитратным буфером (сульфат магния, хлорид натрия, цитрат натрия и натрий лимоннокислый двузамещенный 1,5-водный).

Очистка полученных экстрактов проводилась с использованием комбинации сорбентов, включающей первично-вторичный амин (далее – PSA) и твердофазный сорбент на основе октадецилсилана (C18). Применение PSA позволило эффективно удалить органические кислоты, сахара и частично липиды. Твердофазный сорбент C18 обеспечил дополнительную очистку, удаляя неполярные вещества, в частности, жирорастворимые пигменты, характерные для ореховой матрицы. В качестве дополнительной очистки от высокомолекулярных соединений использовали низкотемпературное вымораживание (не выше -18°C).

Ацетонитрил, как растворитель, имеет высокую температуру кипения и может создавать дополнительные фоновые помехи в масс-спектрометре, что снижает чувствительность и точность анализа. Для устранения потерь зета-циперметрина при вводе в инжектор, связанных с негативным воздействием ацетонитрила на уровень масс-спектрометрического сигнала, была проведена дополнительная процедура концентрирования конечных экстрактов. Этот процесс включал замену ацетонитрила на более подходящий растворитель – ацетон.

После каждой стадии пробики с экстрактом центрифугировали при скорости вращения 7000 об/мин в течение 5 мин.

Анализ ОК зета-циперметрина проводили с использованием хромато-масс-спектрометра «Agilent 5977A/7890B», оснащенного капиллярной кварцевой колонкой HP-5MS UI ($30\text{ м} \times 0,25\text{ мм}$, толщина пленки $0,25\text{ мкм}$) с неподвижной фазой на основе 5 %-фенил-95 %-диметилполисилоксана [5]. Разделение осуществляли в режиме программирования температуры. В качестве газа-носителя применяли гелий, объем вводимой пробы (1 мм^3) в испаритель проводился без деления потока. Ионизацию проводили в режиме электронного удара (70 эВ), регистрация масс-спектров выполнялась в режиме выборочного мониторинга ионов, с отношением масса/заряд (m/z): 181 (количественный расчет), 127, 152.

При оптимизированных условиях пробоподготовки сравнение ответной реакции стандарта с концентрацией $0,005\text{ мкг/см}^3$ (соответствует нижнему пределу количественного определения (далее – LOQ)), приготовленного в растворителе, и соответствующего стандарта на основе матрицы (ядра кедровых орехов), показало, что эффект матрицы превысил 20 % и составил 37,2 %.

Обнаруженный матричный эффект послужил основанием для построения градуировочной характеристики с использованием растворов, приготовленных на матричной основе. Градуировочная зависимость, построенная в диапазоне $0,005\text{--}0,200\text{ мкг/см}^3$ на стандартах, приготовленных на основе экстракта

ядер орехов, продемонстрировала эффективность в компенсации матричных эффектов и обеспечила корректность количественного анализа.

Зета-циперметрин содержит два хиральных центра и представляет собой смесь энантиомеров [(RS)- α -циано-3-феноксibenзил-(1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-дихлоровинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилат] в соотношении 45-55 : 55-45, которые в выбранных условиях метода хромато-масс-спектрометрии формируют на хроматограмме четыре близких по площади пика (рисунок 1).

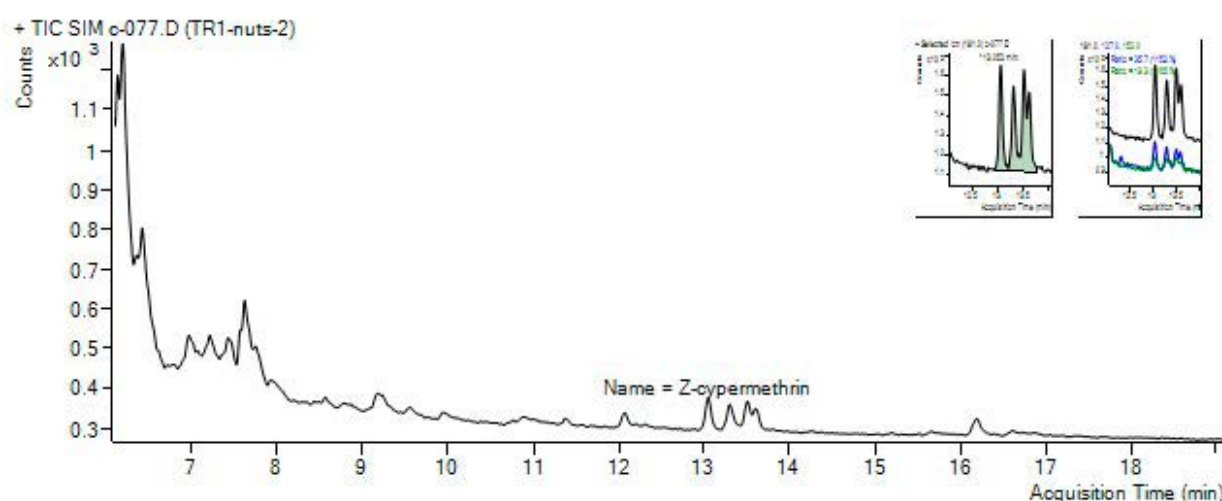


Рисунок 1 – Хроматограмма экстракта ядер кедровых орехов с внесением 0,01 мг/кг зета-циперметрина (соответствует градуировочному раствору 0,005 мкг/см³)

Количественный расчет содержания вещества выполнен по величине суммы всех 4 площадей пиков вещества, соответствующих времени выхода аналита, с использованием градуировочной характеристики, автоматически построенной методом регрессионного анализа на основе данных хроматографирования серии градуировочных растворов, приготовленных на матричной основе.

В Российской Федерации не регламентировано содержание зета-циперметрина в орехах. Для сравнения, в Европейском союзе его максимально допустимый уровень (далее – МДУ) в ядрах кедровых орехов – 0,05 мг/кг.

Сочетание модифицированной процедуры QuEChERS с применением хромато-масс-спектрометрии, введение дополнительного этапа концентрирования экстрактов после очистки обеспечило высокую специфичность метода при LOQ на уровне 0,01 мг/кг.

В образцах ядер кедровых орехов, отобранных в Тюменской области и Красноярском крае, содержание зета-циперметрина не превысило 0,01 мг/кг, что существенно ниже установленного значения МДУ.

Анализ полученных результатов показал, что авиаобработка лесных массивов сибирской кедровой сосны препаратом на основе зета-циперметрина не приводит к существенному накоплению действующего вещества в образцах кедровых орехов, формирующихся в естественных древостоях. Определенные уровни ОК пестицида находились ниже предельно допустимых значений, что свидетельствует о соответствии применения препарата санитарно-гигиеническим требованиям. Полученные данные подтверждают возможность использования зета-циперметрина в практике защиты хвойных лесов от насекомых-вредителей при условии соблюдения регламентов применения и проведения контроля ОК действующего вещества в пищевых продуктах природного происхождения.

Литература

1. Gourgouta, M. Residual toxicity of a commercial cypermethrin formulation on grains against four major storage beetles / M. Gourgouta, C. I. Rumbos, C. G. Athanassiou // *Journal of Stored Products Research*. – 2019. – Vol. 83. – P. 103–109. – DOI: 10.1016/j.jspr.2019.05.001.
2. Определение остаточных количеств зета-циперметрина в орехах методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием : МУК 4.1.4033-24 / Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». – URL: <https://base.garant.ru/410596964/?ysclid=mfca8flyy8581231890> (дата обращения: 08.09.2025).

3. Comparison of QuEChERS sample preparation methods for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables / S. J. Lehotay, K. A. Son, H. Kwon // *Journal of Chromatography A*. – 2010. – Vol. 1217, iss. 16. – P. 2548–2560. – DOI: 10.1016/j.chroma.2010.01.044.

4. Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed : SANTE/11312/2021. – Supersedes Document № SANTE/2019/12682 ; implemented by 01.01.2022. – URL: https://www.eurl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlALL/SANTE_11312_2021.pdf (date of access: 08.09.2025).

5. Rapid Analysis of Multiresidual Pesticides in Agricultural Products by Gas Chromatography-mass Spectrometry / L. Libin, Y. Hashi, Q. Yaping [et al.] // *Chinese Journal of Analytical Chemistry*. – 2006. – Vol. 34, iss. 6. – P. 783–786. – DOI: 10.1016/S1872-2040(06)60040-6.

Получена 09.09.2025

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЭМАМЕКТИНА БЕНЗОАТА, СПИНОСАДА, СПИНЕТОРАМА – БИОЛОГИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ – В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТРИЦАХ

Ивченкова А. А., к. т. н., gurana@yandex.ru,
Федорова Н. Е., д. б. н., analyt1@yandex.ru,
Добрев С. Д., fncg@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

В современном сельском хозяйстве наблюдается устойчивая тенденция к применению препаратов природного происхождения, так называемых «зеленая химия», «биопрепараты», «органик» и т. д. В эту концепцию входят биологические пестициды – группа действующих веществ пестицидов, источниками получения которых являются живые организмы (бактерии, грибы, вирусы, нематоды) или естественные биологически высокоактивные химические соединения, синтезируемые живыми организмами (бактериями, грибами, вирусами, нематодами).

Их неоспоримое преимущество в том, что они, как правило, безвредны для человека, животных и полезных насекомых, безопасны для растений. Вследствие этих особенностей могут применяться перед снятием урожая, когда недопустимо использование химических средств. В то же время вопрос о потенциальных рисках, связанных с остаточными количествами таких препаратов, остается открытым, поскольку они могут обладать в том числе антибиотической активностью. Это обуславливает необходимость разработки высокочувствительных и селективных методов контроля за остаточными количествами биологических пестицидов.

К биологическим пестицидам относят абамектин, эмамектин бензоат, спиносад, спинеторам и другие.

Абамектин является натуральным продуктом ферментации почвенных актиномицетов *Streptomyces avermitilis*. В результате образуется 8 близкородственных авермектиновых гомологов, из которых формы B1a и B1b составляют большую часть. Абамектин – это торговое название смеси B1a (~80 %) и B1b (~20 %). Применяется как инсектицид и антигельминтное средство в сельском хозяйстве и в фармацевтике.

Эмамектин – продукт химической модификации абамектина, приводящей к повышению эффективности.

Спиносад – смесь спинозинов A и D, метаболитов, вырабатываемых почвенным актиномицетом *Saccaropolyspora Spinosa* в соотношении от 5 : 95 % до 50 : 50 %. Более новым спинозином является спинеторам, искусственно полученный из природных спинозинов, также являющийся смесью двух основных компонентов. Спинеторам обладает более широким инсектицидным спектром, чем спинозин, особенно при использовании на фруктовых деревьях. Он борется с некоторыми важными вредителями, такими как моль на груше, трипсы и минеры на фруктах, орехах, винограде и овощах.

Все описанные выше соединения не только сходны по своему происхождению, но и по структурным формулам, что дает возможность обобщить подход к их количественному определению.

Цель исследования – разработка методик определения остаточных количеств эмамектин бензоата в бобах кофе, в зеленой массе, семенах рапса, кукурузы, подсолнечника и сои, растительных маслах, спинеторама (суммы спинеторама-J и спинеторама-L) в плодовых косточковых (персик, нектарин, вишня), перце, томатах, огурцах и ягодах (земляника), спиносада (суммы спинозина A и спинозина D) в баклажанах, ягодах

(земляника) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором (далее – ВЭЖХ-МС/МС) с нижним пределом определения 0,01 мг/кг.

Как упоминалось выше, все исследуемые вещества – смеси. Применяемый для пестицидных препаратов эмаектин бензоат содержит компонент В1а в количестве не менее 90 %. При построении калибровки рекомендуется учитывать только его, поскольку при небольших содержаниях в растворе (менее 0,01 мкг/мл) становится невозможным интегрировать и математически обработать пик компонента В1b.

Спинеторам и спиносад представляют собой смеси с переменным составом. При этом необходимо определять оба компонента, поскольку нормируется их сумма [1]. Коммерчески доступны стандарты как отдельных компонентов – спинеторам J, спинеторам L, спинозин А, спинозин D, так и смеси с точно известным составом, указанным в сертификате. На практике возможна работа с любым из вариантов, с учетом фактической ситуации.

Исходные стандартные растворы с концентрацией 1000 мкг/мл и градуировочные растворы в диапазоне 0,001–0,1 мкг/мл были приготовлены на ацетонитриле.

На основании литературных данных и проведенных экспериментов были сделаны выводы об оптимальности применения СТБ EN 15662-2022 [2] для подготовки перечисленных выше проб.

При анализе кофе навеска составляла 5 г, а при анализе плодовых косточковых, перца, томатов, огурцов, баклажан, земляники – 10 г. К пробам кофе добавляли дополнительно 10 мл воды. Затем к пробе приливали 10 мл ацетонитрила, ставили на аппарат для встряхивания (Vortex) на 10 мин. Вносили в пробирку 4 г магния сернокислого, 1 г натрия хлористого, 1 г натрия лимоннокислого трехзамещенного и 0,5 г натрия лимоннокислого двухзамещенного 1,5-водного. Встряхивали на шейкере и центрифугировали. Отбирали 6 мл верхнего слоя экстракта и очищали его с помощью смеси сорбента для твердофазной экстракции на основе первичного-вторичного амина и магния сернокислого (земляника, баклажаны, плодовые косточковые, перец, огурцы, томаты) или с добавлением твердофазного сорбента на основе октадецилсилана (кофе, орехи). В работе использовались коммерческие наборы для дисперсионной твердофазной экстракции (очистки экстрактов) для фруктов и овощей QuEChERS.

Методика определения остаточных количеств эмаектина бензоата в зеленой массе, семенах рапса, кукурузы, подсолнечника, сои и растительных маслах из них разрабатывалась в условиях ограниченной доступности коммерческих смесей QuEChERS, что подтолкнуло к разработке альтернативного варианта подготовки проб.

Навески зеленой массы и семян рапса, кукурузы, подсолнечника, сои и масел на их основе составили 5 г. Пробы семян регидратировали, внося 10 мл воды. Экстракцию проводили ацетонитрилом.

На первой стадии высаливания применяли на 1 пробу 3,5 г хлорида натрия и 2,5 г безводного сульфата натрия. Закрывали крышкой и снова помещали на Vortex на 3 мин. Затем пробу центрифугировали 5 мин при скорости вращения 5000 об/мин. Отбирали верхний слой в чистую полипропиленовую пробирку и помещали в морозильную камеру на 2,5–3 ч при температуре не выше -18 °С. При необходимости образец повторно центрифугировали. Верхний слой отбирали и фильтровали через мембранный фильтр (размер пор не более 0,45 мкм) в вialу, далее анализировали с помощью ВЭЖХ-МС/МС.

Также были проведены опыты по сопоставлению предложенного способа очистки проб и с применением коммерческих наборов солей, которые показали сходные степени извлечения (82–107 % в зависимости от матрицы).

Количественное определение всех веществ выполняли с помощью жидкостного хроматографа Exion AD с масс-селективным детектором Sciex QTrap 6500+, с применением хроматографической колонки «Fusion-RP 80 А» 50 × 2 мм, 4 мкм 100А при следующих режимных параметрах: режим ионизации электроспрей, электростатическое напряжение плюс 5500 В, режим работы – мониторинг множественных реакций (далее – MRM). Температура осушающего газа 450 °С. Параметры масс-спектрометрического детектора приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры масс-спектрометрического детектора

Материнский ион, масса/заряд (m/z)	Потенциал декластеризации (DP), В	Дочерний ион, масса/заряд (m/z)	Энергия соударения (CE), В
Эмаектин бензоат 886,6	40	158,3*	41
Эмаектин бензоат 886,6	40	302,5	40
Эмаектин бензоат 886,6	40	868,8	33
Спиносин А 732,5	60	142,0*	40
Спиносин А 732,5	60	98,0	60
Спиносин А 732,5	60	189,0	75

Материнский ион, масса/заряд (m/z)	Потенциал декластеризации (DP), В	Дочерний ион, масса/заряд (m/z)	Энергия соударения (CE), В
Спиносин D 746,6	60	142,0*	35
Спиносин D 746,6	60	98,0	75
Спиносин D 746,6	60	189,0	70
Спинеторам-J 748,5	50	142,0*	32
Спинеторам-J 748,5	50	98,0	100
Спинеторам-J 748,5	50	203,2	40
Спинеторам-L 760,6	50	142,0*	32
Спинеторам-L 760,6	50	98,0	100
Спинеторам-L 760,6	50	203,2	40
* отмечены MRM переходы для количественного определения			

Условия хроматографирования: температура колонки – 40 °С, скорость потока элюента – 0,4 мл/мин, объем вводимой пробы – 5 мкл. Подвижная фаза – раствор 0,1 % муравьиной кислоты с ацетонитрилом. Режим элюирования – градиентный.

Основной целью применения разработанных методик определения спиносада и спинеторама, эмаектина бензоата в кофе была импортируемая продукция (диапазон определяемых концентраций 0,01–0,1 мг/кг – без учета разбавления и 0,01–10,0 мг/кг при разбавлении в 100 раз), тогда как методика определения эмаектина бензоата разрабатывалась в рамках регистрационных испытаний препарата на его основе для применения на территории Российской Федерации. С ее помощью были проведены измерения остаточных количеств эмаектина в зеленой массе и семенах сои, рапса, кукурузы, подсолнечника, выращенных в трех различных почвенно-климатических зонах, а также маслах, полученных из урожая. Эмаектин бензоат обнаружен в зеленой массе растений и не обнаружен в семенах и маслах.

Выработанный подход, в том числе и альтернативный вариант пробоподготовки для определения остаточных количеств действующих веществ препаратов на основе макролидов, можно при необходимости распространить и на другие соединения, обладающие сходным происхождением и структурой.

Методика «Определение остаточных количеств эмаектина бензоата в бобах кофе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» получила номер МУК 4.1.3931-23 и внесена в государственный реестр аттестованных методик измерений «Аршин» (ФР.1.31.2023.46658). Методика «Определение остаточных количеств эмаектина бензоата в зеленой массе, семенах рапса, кукурузы, подсолнечника и сои, растительных маслах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» получила номер МУК 4.1.4019-24.

Проекты методик определения спинеторама и спиносада в плодоовощной продукции оформлены в соответствии с Федеральным законом от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» и направлены на метрологическую аттестацию.

Литература

1. Pesticide Residues : [EU Pesticides Database]. – [Brussels], 2025. – URL: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/mrls> (date of access: 09.09.2025).
2. Продукция пищевая растительного происхождения. Мультиметод для определения остатков пестицидов с применением анализа на основе ГХ и ЖХ после экстракции/разделения ацетонитрилом и очистки с помощью дисперсионной ТФЭ. Модульный метод QuEChERS = Продукция харчовая расліннага паходжання. Мультыметад для вызначэння астаткаў пестыцыдаў з прымяненнем аналізу на аснове ГХ і ВХ пасля экстракцыі/раздзялення ацэтанітрылам і ачысткі з дапамогай дысперсійнай ЦФЭ. Модульны метад QuEChERS : СТБ EN 15662-2022. – Введ. 01.04.2023. – Минск : Госстандарт : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2022. – 71 с.

Поступила 10.09.2025

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ АНАЛИЗА. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Кекина Е. Г., к. б. н., доцент, lentaegk@yandex.ru,
Егорова М. В., к. б. н., доцент, mvegorova@yandex.ru,
Щербаков П. А., stalmay@gmail.com*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Анализ воздушной среды (мониторинг атмосферного воздуха) включает непрерывное наблюдение за состоянием атмосферы, уровнем загрязнения и природными явлениями. Его основная цель – оценка экологической безопасности, контроль эффективности природоохранных мероприятий и выявление зон с опасным уровнем загрязнения.

Качество атмосферного воздуха в городах зависит от многих факторов, среди которых мощность и характер источников загрязнения (промышленные предприятия, транспорт), а также физико-географические и климатические условия.

Оценку степени загрязнения атмосферы города проводят по нескольким показателям. В первую очередь это нормированные концентрации примесей (пыль, SO_2 , CO , NO_2), усредненной по всему объекту наблюдения и по всем срокам наблюдений значения. Помимо этого, рассчитывается стандартный индекс загрязнения атмосферы и комплексный индекс загрязнения атмосферы [1].

Лабораторный контроль осуществляется по ряду показателей: оксид углерода, оксид серы, оксид азота, диоксид азота, формальдегид, взвешенные вещества, тяжелые металлы, бенз(а)пирен и другие.

Одной из ключевых сложностей в мониторинге атмосферного воздуха является обеспечение достоверности данных на этапе пробоотбора и последующего анализа. В отличие от исследований воды или почвы, где пробы относительно стабильны, воздушная среда представляет собой динамичную систему с постоянно меняющимся составом. Это создает ряд методических и метрологических трудностей.

Неопределенность анализа складывается из двух составляющих:

ошибки при отборе пробы (8–10 %), связанные с изменчивостью расхода воздуха, температурными колебаниями, качеством сорбентов;

неопределенность лабораторных измерений (до 15–25 %), зависящая от метода анализа и оборудования.

При этом многие методики, особенно старые, либо не учитывают пробоотбор в общей неопределенности и или погрешности, либо указывают суммарное значение без детализации. Например, в РД 52.04.893-2020 для определения пылевых частиц приведена только погрешность измерений (15 %), а ошибка отбора пробы игнорируется [2]. В результате лаборатории, не проводящие отдельный расчет неопределенности пробоотбора, рискуют занижать реальную неопределенность и или погрешность результатов.

Актуальные нормативные документы зачастую отстают от практических задач лабораторий. Это проявляется в нескольких аспектах:

1. Отсутствие критических параметров. В части методик не регламентированы время отбора, скорость потока воздуха или объем пробы, что затрудняет воспроизводимость.

2. Несопоставимые диапазоны определения. Нижняя граница диапазона определения методики некоторых веществ (например, формальдегида – $0,01 \text{ мг/м}^3$) совпадает с их предельно допустимой концентрацией (далее – ПДК), что делает анализ бесполезным для контроля норматива [3]. Для фенола запас чувствительности лишь в 1,5–2,5 раза выше ПДК, что недостаточно для надежного выявления фоновых концентраций [2].

3. Устаревшие метрологические подходы. Традиционно неопределенность указывается как фиксированное значение, хотя современные стандарты (например, ГОСТ Р ИСО 6974-1-2022) требуют оценки неопределенности по компонентам: отбор, хранение, анализ.

Можно отметить и практические сложности при работе с пробами. Даже при наличии указаний в методиках анализа на результаты влияют:

1. Нестабильность проб. Летучие соединения (бензол, формальдегид) могут разлагаться или испаряться при транспортировке.

2. Внешние условия. Влажность, давление и температура воздуха изменяют сорбцию примесей на фильтрах.

3. Человеческий фактор. Ошибки в записях, неправильное хранение проб или несоблюдение времени отбора искажают данные.

Для контроля состава атмосферного воздуха применяют две группы методов анализа воздушной среды. Количественные физико-химические методы (хроматография, спектроскопия, электрохимический анализ) обеспечивают высокую точность, но требуют длительного пробоотбора и сложной подготовки проб. Экспресс-методы с применением газоанализаторов позволяют быстро получать результаты, но имеют высокую неопределенность (20–50 %). В таблице 1 приведены сравнительные данные об определении ряда веществ двумя методами.

К преимуществам экспрессных методов можно отнести оперативность (применяются в чрезвычайных ситуациях, мониторинге промышленных зон) и автоматизация (непрерывный контроль SO_2 , NO_2 , CO) [4].

Таблица 1 – Сравнительная оценка некоторых показателей физико-химического анализа и экспресс-методов

Метод анализа	Определяемое вещество	Нижняя граница диапазона определения методики, мг/дм ³	Верхняя граница диапазона определения методики, мг/дм ³	ПДК, мг/дм ³		Запас нижнего диапазона определения от ПДК (раз)
				Максимально разовая концентрация	Средне-суточная концентрация	
Физико-химический анализ	фенол	0,004	0,2	0,01	0,006	2,5/1,5
	формальдегид	0,01	0,2	0,05	0,01	5,0/1
	диоксид азота	0,02	1,4	0,2	0,1	10/5
	аммиак	0,02	5,0	0,2	0,1	10/5
Экспресс-метод	фенол	0,0018	0,15	0,01	0,006	5,6/3,3
	формальдегид	0,0018	0,25	0,05	0,01	27,8/5,6
	диоксид азота	0,024	1,0	0,2	0,1	8,3/4,2
	аммиак	0,024	10,0	0,2	0,1	8,3/4,2

Вместе с тем использование газоанализаторов для мониторинга атмосферного воздуха, особенно в диапазоне низких концентраций загрязняющих веществ, сопряжено с рядом технических и методических сложностей, ведущих к повышению неопределенности измерений, особенно на низких концентрациях. Основные причины этого явления можно разделить на несколько категорий:

1. Ограничения чувствительности сенсоров. Например, «электрохимические сенсоры» для определения NO_2 или SO_2 часто имеют нижний диапазон измерения 0,05–0,1 мг/м³, в то время как их ПДК может составлять 0,02–0,04 мг/м³. На таких концентрациях неопределенность достигает 30–50 %. «Оптические датчики» (например, для CO) теряют точность при концентрациях ниже 0,5 мг/м³ из-за слабого поглощения ИК-излучения. Так, при измерении формальдегида (ПДК = 0,01 мг/м³) газоанализатор с нижним диапазоном определения 0,03 мг/м³ будет выдавать заведомо недостоверные данные в «фоновом» диапазоне.

2. Влияние мешающих факторов – на низких концентрациях перекрестная чувствительность датчиков к другим газам и изменениям условий среды становится критичной. Например, летучие органические соединения мешают детектированию специфических загрязнителей, таких как бензол. Даже незначительные колебания фоновых параметров приводят к ложноположительным или ложноотрицательным результатам.

3. Проблемы калибровки и обслуживания. Калибровка газоанализаторов обычно проводится на повышенных концентрациях (близких к ПДК), что снижает точность в нижнем диапазоне.

Отсутствие поверочных смесей для сверхнизких концентраций (например, 0,1 ПДК) делает верификацию невозможной. Например, для контроля бенз(а)пирена (ПДК = 0,1 мкг/100 м³) производители редко предлагают калибровочные смеси ниже 1 мкг/м³, что делает измерения на уровне ПДК условными.

4. Метрологические особенности экспресс-методов – высокая неопределенность накладывается на низкие абсолютные значения концентраций. Например, при ПДК NO_2 = 0,04 мг/м³ неопределенность ± 30 % [5] означает, что реальное значение может лежать в диапазоне 0,028–0,052 мг/м³, что делает выводы неоднозначными.

Таким образом, недостоверность результатов на низких концентрациях – системная проблема, связанная с физическими пределами работы датчиков, условиями эксплуатации и метрологическими ограничениями. Ее минимизация требует комплексного подхода к выбору оборудования и методик.

Важный момент связан с динамикой изменений. Газоанализаторы фиксируют мгновенные концентрации, тогда как ПДК часто рассчитываются за 20–30 мин. Кратковременные всплески или провалы могут исказить итоговую оценку.

Классические методы (хроматография, спектрофотометрия) лишены многих этих проблем благодаря концентрированию проб (например, сорбция на трубках), что снижает нижнюю границу диапазона количественного определения методики. Таким образом, газоанализаторы эффективны для оперативного выявления высоких концентраций (аварии, промзоны), но для фоновых мониторинга требуют дополнения лабораторными методами.

Наиболее серьезной проблемой при применении газоанализаторов стало наличие методической базы. Не все производители ранее аттестовывали свои методики измерений. До недавнего времени в случаях применения экспресс-методов ссылались на Руководства по эксплуатации того или иного газоанализатора.

На сегодняшний момент можно отметить положительную динамику в аттестации методик для газоанализаторов и внесением их в Федеральный Реестр.

Краткий обзор положительных и отрицательных сторон традиционных количественных физико-химических и экспресс-методов позволяет представить следующие рекомендации:

совмещать методы: экспресс-анализ для оперативного контроля, физико-химический – для подтверждения спорных результатов;

учитывать метрологические требования: при оценке данных важно включать неопределенность пробоотбора, внедрять дополнительные расчеты неопределенности, включающие все этапы (отбор + анализ);

использовать автоматизированные системы пробоотбора с фиксацией параметров (расход, температура) в режиме реального времени;

использовать газоанализаторы с нижним пределом как минимум в 3–5 раз ниже ПДК (например, для формальдегида – не выше 0,002 мг/м³);

проводить регулярную калибровку с имитацией реальных условий (влажность, температура);

развивать нормативную базу: актуализировать методики с учетом современных реалий.

Таким образом, вопросы, связанные с пробоотбором и метрологической составляющей, требуют комплексного подхода – от пересмотра нормативной базы до внедрения современных инструментов контроля качества данных. Необходимо применять более надежные количественные физико-химические методы.

На основании вышеизложенных положительных и отрицательных сторон традиционных количественных химических и экспресс-методов можно говорить о совместном их применении в спорных ситуациях, опираясь на внутрилабораторный контроль и результаты заданий проверки квалификаций, выполненных специалистами. А также применять экспресс-метод в неотложных, экстренных ситуациях.

Литература

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : санитарные правила и нормы : постановление Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 2 // Информационно-правовое обеспечение «Гарант». – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/4188851/paragraph/12:2> (дата обращения: 08.09.2025).

2. Руководство по контролю загрязнения атмосферы : РД 52.04.186-89. – Введ. 01.07.1991. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 691 с. – (Руководящий документ Госкомгидромет СССР).

3. Массовая концентрация формальдегида в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с ацетилацетоном : РД 52.04.823-2015. – Взамен РД 52.04.186-89 ; введ. 01.10.2016. – СПб : Росгидромет, 2016. – IV, 45 с. – (Руководящий документ Росгидромет).

4. Свидетельство об аттестации МВИ № 17-09 от 18 мая 2009 г. : [выдано на МВИ-4215-002-56591409-2009 «Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4»] / Всерос. науч.-исслед. Ин-т метролог. службы (ВНИИМС). – 29 с.

5. Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4 : МВИ-4215-002-56591409-2009 : утв. директором Науч.-практ. центр гигиены 28 июня 2023 г. ; разработ. Бельшева Л. Л., Полянских Е. И., Андриевская Е. В., Федорова Т. А. – М., 2009. – 30 с.

Поступила 11.09.2025

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАДМИЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

Кузовкова А. А., к. б. н., *zav_lsi@rspch.by*,
Дребенкова И. В., к. т. н., *zav_lsi@rspch.by*,
Чаховский П. А., к. б. н., *zav_lsi@rspch.by*,
Черник Д. В., *zav_lsi@rspch.by*,
Ильковская И. В., *zav_lsi@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Министерством здравоохранения Республики Беларусь в 2023 г. проведен анализ методического обеспечения в области контроля безопасности воздуха рабочей зоны (далее – ВРЗ). Установлено, что для широкого перечня вредных веществ, в том числе и для кадмия (далее – Cd), отсутствуют доступные метрологически аттестованные методики измерения, позволяющие осуществлять эффективный контроль за их количественным содержанием в ВРЗ. Это послужило основанием для формирования плана мероприятий по разработке таких методик на 2024–2025 гг., включая разработку методики измерений массовой концентрации Cd в ВРЗ на основе метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (далее – АЭС-ИСП).

Разработка современной метрологически аттестованной методики измерений массовой концентрации Cd в ВРЗ является одной из первоочередных задач, поскольку Cd классифицируется как вещество первого (чрезвычайно опасного) класса опасности из-за его высокой токсичности. Он действует ингаляционно и через желудочно-кишечный тракт, обладает канцерогенными свойствами. Cd может выделяться в ВРЗ при осуществлении широко распространенных технологических процессов в строительстве, а также на предприятиях по обработке металлов, производству аккумуляторов, в гальванических цехах [1]. Максимально допустимая концентрация (далее – ПДК_{мр}) в ВРЗ для Cd и его неорганических соединений составляет 0,05 мг/м³, среднесменная предельно допустимая концентрация – 0,01 мг/м³ (далее – ПДК_{ссм}). ПДК_{мр} – это содержание вещества в зоне дыхания работника, усредненное периодом кратковременного отбора проб. ПДК_{ссм} – концентрация, усредненная за 8-часовую рабочую смену. Эта величина устанавливает безопасный уровень вредного вещества, распространяясь на всю продолжительность рабочей смены. Величина ПДК_{ссм} более точно отражает состояние воздушной среды на рабочем месте [2].

Цель исследования – разработать методику измерения массовой концентрации Cd в ВРЗ на основе АЭС-ИСП, установить ее рабочие характеристики, показатели точности измерений и неопределенность измерений.

Техническое задание на разработку методики измерений установило следующие требования: время отбора проб – не более 30 мин, предел повторяемости и предел промежуточной прецизионности – менее 35 %, неопределенность измерений – менее 50 % (для веществ 1-го класса опасности).

В основу разработанной методики положен принцип метода, базирующийся на концентрировании частиц аэрозолей ВРЗ, содержащих Cd, на фильтры АФА-ХА-20 (производства ОАО «Кимрская фабрика им. Горького», Россия), «мокрой» минерализации фильтров для перевода Cd в раствор и измерении величины эмиссии атомов Cd в плазме (интенсивности излучения атомов Cd, возникающего при распылении анализируемой пробы в аргоновую плазму, индуктивно возбуждаемую радиочастотным электромагнитным полем). Эмиссия атомов Cd в плазме прямо пропорциональна массовой концентрации Cd в исследуемом растворе. Массовую концентрацию Cd в ВРЗ вычисляют на основании результатов измерений его эмиссии по линейной градуировочной зависимости, построенной с использованием 5 градуировочных растворов.

Для измерения массовой концентрации Cd воздух с объемным расходом 20 дм³/мин аспирируют через фильтр АФА-ХА-20, помещенный в фильтродержатель, в течение 10 мин. Для измерения концентрации вышеуказанных элементов на уровне 0,5 ПДК необходимо отобрать 200 дм³ воздуха. В одной точке должно быть отобрано 2 пробы. Фильтры с отобранной из воздуха пробой помещают в конверты из кальки. При отборе проб одновременно измеряют температуру в месте отбора проб и атмосферное давление.

Фильтры с отобранной из воздуха пробой обрабатываются по следующей методике, позволяющей перевести Cd в раствор. Фильтры переносят в индивидуальные маркированные мензурки вместимостью 50 см³. В каждую мензурку добавляют 5 см³ азотной кислоты, разбавленной водой в объемном соотношении 1 : 1, и накрывают часовым стеклом. Мензурки нагревают на плитке с температурой поверхности 140–150 °С в вытяжном шкафу в течение 10 мин, затем приоткрывают часовые стекла и продолжают нагревать,

пока не останется приблизительно 1 см³ кислоты. Снимают с плитки и дают остыть. Затем в каждую мензурку медленно и осторожно добавляют 5 см³ соляной кислоты и омывают внутреннюю поверхность небольшим количеством воды. Мензурки снова помещают на плитку и нагревают растворы проб до температуры, близкой к температуре кипения. Снимают мензурки с плитки и опять дают им остыть. Тщательно омывают часовое стекло и внутреннюю поверхность каждой мензурки водой и содержимое сосудов количественно переносят в мерные колбы вместимостью 25 см³. В полученных минерализатах определяют массовую концентрацию элементов с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой (далее АЭС-ИСП-спектрометр).

При разработке методики измерений использовали АЭС-ИСП-спектрометр iCAP 7000 Radial (Thermo Fisher Scientific, США), оснащенный стеклянным концентрическим пневматическим (модель Conikal S322632, 1 ml/min) распылителем проб, автосамплером (модель AS 500), со спектральным диапазоном 166–847 нм, с радиальным типом наблюдения, высотой радиального наблюдения – 12 мм, мощностью генератора плазмы – 950 Вт, длительностью промывки системы ввода проб – 30 с; скоростью промывки – 45 об/мин; скоростью при анализе – 50 об/мин; вспомогательным потоком газа – 0,5 дм³/мин; потоком распылителя – 0,5 см³/мин; временем интегрирования на 2 щелях – 20 с, скоростью потока плазмообразующего газа (аргона) – 12 дм³/мин. Для обнаружения Cd в ВРЗ использовали длину волны детекции 226 и 502 нм. Параметры режима измерений других АЭС-ИСП-спектрометров устанавливали согласно эксплуатационной документации.

В исследованиях использовали стандартный образец состава раствора ионов кадмия ГСО 7874-2000 (1000 мг/дм³) и сертифицированный стандартный образец «Мультиэлементный раствор (IV) для ICP, 23 компонента, каждый – 1000 мг/дм³» (производства CPAchem, Болгария).

Разработанная методика измерений позволяет проводить измерения содержания Cd в ВРЗ в двух диапазонах массовой концентрации: от 0,0025 до 0,025 мг/м³ и от 0,025 до 0,250 мг/м³ при отборе 0,2 м³ (200 дм³) ВРЗ. Выбранные диапазоны измерений массовой концентрации Cd включают в себя значения от 0,5 до 2 ПДК.

В ходе разработки методики измерений устанавливали следующие ее рабочие характеристики: предел количественного определения, аналитическую чувствительность, линейность. Также оценивали следующие показатели точности измерений (предел повторяемости, предел промежуточной прецизионности, степень извлечения) и относительную расширенную неопределенность методики измерений.

В связи с технической невозможностью провести экспериментальные исследования по оцениванию показателей точности измерений с использованием сертифицированных стандартных образцов, рабочих образцов, в качестве средств аттестации методики использовали модельные пробы ВРЗ (далее – образцы для исследований):

модельные пробы на основе фильтров аналитических аэрозольных АФА-ХА-20, минерализованные методом «мокрого озоления»;

модельные пробы ВРЗ на основе фильтров аналитических аэрозольных АФА-ХА-20, в которые внесены растворы с точной массовой концентрацией Cd на трех уровнях, характеризующих нижнюю границу, середину и верхнюю границу диапазона измерений методики измерений (таблица 1), минерализованные методом «мокрого озоления»;

холостая проба – проба, содержащая только химические реактивы для проведения минерализации модельных проб ВРЗ на основе фильтров аналитических аэрозольных АФА-ХА-20.

Таблица 1 – Приписанные значения массовой концентрации Cd в минерализате модельных проб

Элемент	Диапазоны измерений массовой концентрации, мг/м ³	Массовая концентрация Cd в минерализате модельных проб, мг/м ³ (в пересчете на ВРЗ)	Массовая концентрация Cd в минерализате модельных проб, мг/дм ³
Cd	0,0025–0,025	Y1–0,00250	γ1–0,0200
		Y2–0,00751	γ2–0,0601
		Y3–0,02503	γ3–0,2002
	0,025–0,250	Y1–0,02504	γ1–0,2003
		Y2–0,07511	γ2–0,6009
		Y3–0,25038	γ3–2,0030

Фильтры были продуты чистым воздухом в объеме 200 дм³, имитируя продувку фильтров при отборе проб ВРЗ для измерения массовой концентрации Cd.

Метод АЭС-ИСП предполагает наличие заметного фона, сигнал от которого после многократного его измерения предлагается обрабатывать для оценки предела количественного определения (далее – LOQ). LOQ – это минимальная концентрация аналита в образце, которую можно надежно измерить с помощью

валидированной аналитической методики, обеспечивая удовлетворительную точность и прецизионность результатов. Оценка LOQ проведена по результатам измерения холостых проб ($n = 10$). LOQ рассчитывали по формуле (1):

$$LOQ = 10 \text{ СКО}, \quad (1)$$

где СКО – это стандартное отклонение при измерении сигнала холостой пробы.

Аналитическая чувствительность метода количественно выражена наклоном градуировочного графика (коэффициент b).

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Пределы количественного определения Cd и аналитическая чувствительность методики измерений, установленные с применением АЭС-ИСП-спектрометра iCAP 7000, оснащенного пневматическим распылителем

Элемент	Диапазоны измерений массовой концентрации, мг/м ³	Диапазон градуировочных зависимостей величины эмиссии элементов от их концентрации в градуировочных растворах, мг/дм ³	Аналитическая чувствительность, с ⁻¹ ·дм ³ /мг	LOQ, мг/дм ³ (в минерализате фильтра)	LOQ, мг/м ³ (в пересчете на ВРЗ)
Cd	0,0025–0,025	0,02–0,20	4560,051	0,0017	0,0002
	0,025–0,250	0,2–2,0	3443,249	0,0019	0,0002

Полученные значения LOQ в холостой пробе сравнивали с установленными нижними границами диапазонов измерений Cd. Как видно из таблицы 2, экспериментально полученные значения LOQ в холостой пробе существенно ниже нижних границ диапазонов измерений Cd, что предполагает получение достоверных результатов при использовании разработанной методики измерений.

Согласно вышеописанному принципу метода, лежащего в основе разработанной методики, массовую концентрацию Cd в ВРЗ вычисляют на основании результатов измерений его эмиссии по линейной градуировочной зависимости (рисунки 1, 2).

Коэффициенты корреляции градуировочных графиков $R^2 = 1,0$, что удовлетворяет критерию линейности.

Норматив стабильности градуировочных графиков Cd представлен в таблице 3. Контроль стабильности градуировочных графиков проводят перед началом каждой серии анализов путем измерения градуировочного раствора, соответствующего второму уровню градуировочных графиков.

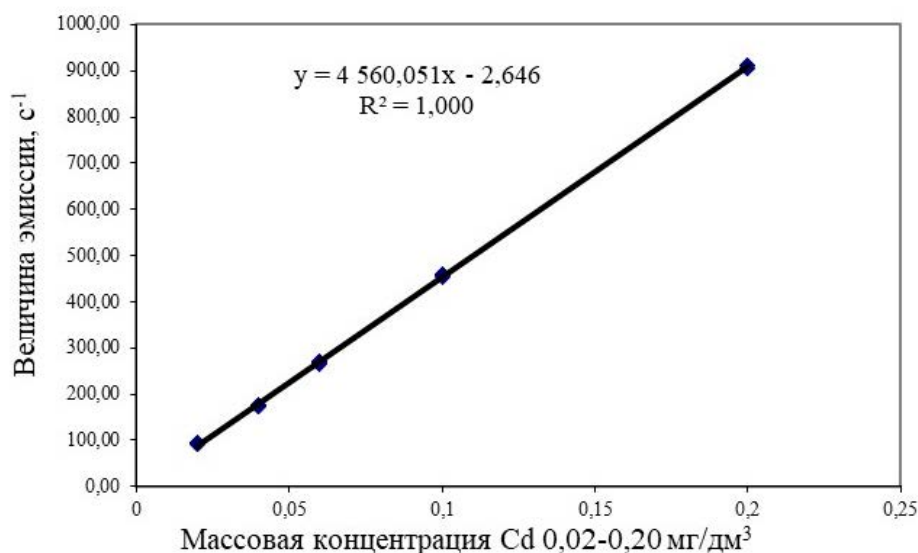


Рисунок 1 – Градуировочный график зависимости величины эмиссии атомов Cd (с⁻¹) от его массовой концентрации (мг/дм³) в минерализате фильтра АФА-ХА-20 для диапазона измерений 0,02–0,20 мг/дм³

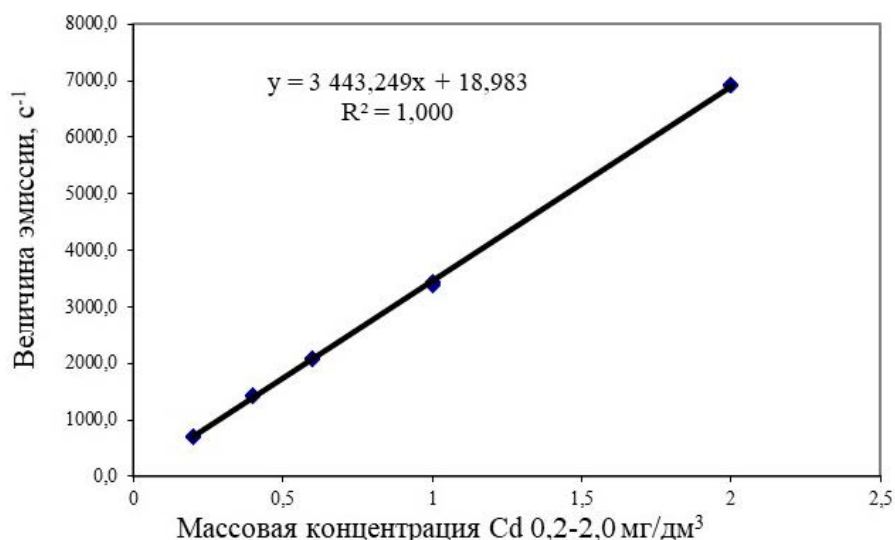


Рисунок 2 – Градуировочный график зависимости величины эмиссии атомов Cd (с⁻¹) от его массовой концентрации (мг/дм³) в Cd от его массовой концентрации в минерализате фильтра АФА-ХА-20 в диапазоне 0,2–2,0 мг/дм³

Таблица 3 – Нормативы стабильности градуировочных графиков Cd

Элемент	Диапазон градуировочных зависимостей величины эмиссии элементов от их концентрации в градуировочных растворах, мг/дм ³	Градуировочный раствор второго уровня, мг/дм ³	Норматив стабильности К, %
Cd	0,02–0,20	0,04	2,4
	0,2–2,0	0,40	2,2

Оценку показателей точности измерений (предел повторяемости, предел промежуточной прецизионности, степень извлечения) проводили с использованием модельных и холостых проб (описаны выше). Показатели повторяемости и промежуточной прецизионности определяли в соответствии с п. 7 СТБ ISO 5725-2-2022. Экспериментальные данные получены в условиях повторяемости и промежуточной прецизионности: для каждого уровня в условиях промежуточной прецизионности с двумя изменяющимися факторами «время + оператор» двумя операторами подготовлено по 8 модельных проб, проведено по 8 определений. Каждое определение включало два единичных результата испытания (использовано по 2 фильтра с внесенной добавкой на каждую пробу), полученных в условиях повторяемости.

Алгоритм расчета неопределенности измерений по разработанной методике измерений составляли исходя из модели измерений и анализа измерительной процедуры. Выделены следующие источники неопределенности измерения массовой концентрации Cd в пробах ВРЗ:

- 1) отбор проб ВРЗ;
- 2) градуировочная характеристика, т. е. случайные колебания при измерении площади пика эмиссии элемента, которые оказывают влияние как на отклики при проведении градуировки, так и на измеряемый отклик;
- 3) градуировочная характеристика, т. е. случайные эффекты, результатом которых являются погрешности приписанных исходных значений массовой концентрации Cd в градуировочных растворах;
- 4) возможные расхождения между параллельными определениями (фактор повторяемости);
- 5) степень извлечения метода измерений.

Полученные результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели точности и неопределенность измерений методики измерений

Элемент	Диапазоны измерений массовой концентрации, мг/м ³	Относительный предел повторяемости r , %	Относительный предел промежуточной прецизионности $r_{\text{п(то)}}$, %	Относительная расширенная неопределенность U ($P = 95\%$ $k = 2$), %
Cd	0,0025–0,025	15,7	16,4	18,3
	0,025–0,250	21,4	21,4	16,8

Таким образом, разработана методика измерения массовой концентрации Cd в ВРЗ на основе АЭС-ИСП, установлены ее рабочие характеристики, показатели точности измерений и неопределенность измерений. Все параметры методики соответствуют техническому заданию на разработку методики: время отбора проб – не более 30 мин, предел повторяемости и предел промежуточной прецизионности – менее 35 %, неопределенность измерений – менее 50 %.

Исследования выполнены в рамках задания 02.17. «Разработать и внедрить метрологически аттестованную методику измерений массовой концентрации кобальта, никеля, цинка, кадмия, железа, марганца, молибдена, олова, вольфрама, ванадия, свинца, меди, хрома в воздухе рабочей зоны методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

Литература

1. Быстрыков, В. П. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны металлообрабатывающих предприятий / В. П. Быстрыков, Е. А. Невар // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П. М. Машэрава. – 2020. – № 1. – С. 60–67.

2. Показатели безопасности и безвредности микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работающих : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 : в ред. от 5 дек. 2024 г. № 904 // іlex : информ. правовая система (дата обращения 31.05.2025).

Поступила 18.09.2025

СПОСОБ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТИЛАКРИЛАТА, МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И НИТРИЛА АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Лебединская К. С., *chromatographic@rspch.by*,
Крымская Т. П., *chromatographic@rspch.by*,
Гук Д. Л., *chromatographic@rspch.by*,
Чеботкова Д. В., *chromatographic@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Воздушная среда представляет собой смесь компонентов различного состава, которые варьируются по летучести и включают неполярные, полярные и реакционноспособные соединения. Вследствие чего подход к отбору проб воздуха является важным этапом при разработке методики определения вредных летучих органических соединений в воздухе рабочей зоны.

Для определения концентрации метилакрилата, метилметакрилата и нитрила акриловой кислоты в воздухе рабочей зоны используют в основном аналитические методы газовой хроматографии (далее – ГХ) с масс-спектрометрическим (далее – ГХ-МС) или пламенно-ионизационным детектором (далее – ГХ-ПИД), а также методы автоматического анализа с применением специальных пробоотборных устройств. ГХ является наиболее чувствительным и селективным методом для таких соединений, способным обнаруживать низкие концентрации (низкий предел обнаружения). Однако точность, качество и достоверность результатов лабораторных исследований зависит от корректно выполненной процедуры отбора проб воздуха.

Для контроля воздуха рабочей зоны используются нормативные документы, регламентирующие методы отбора проб и анализа. ГОСТ 12.1.007 устанавливает общие требования безопасности вредных веществ при их производстве, применении и хранении. ГОСТ 12.1.005 содержит общие требования к контролю за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны и методам измерений. ISO 16017-1 регламентирует процедуры отбора и анализа проб летучих органических соединений в воздухе рабочей зоны.

Наиболее распространенные способы отбора проб воздуха рабочей зоны делятся на активный (прокачиваемый) и пассивный (диффузионный). Активный способ основан на использовании портативных или стационарных насосов для создания постоянного потока воздуха через фильтр, трубку, заполненную

сорбционным материалом, или поглотитель. Выбор способа отбора проб воздуха зависит от агрегатного состояния вещества, фоновых загрязнений, концентрации, методики отбора.

Цель исследования – разработать способ отбора проб воздуха в условиях промышленной среды для совместного определения массовых концентраций нитрила акриловой кислоты, метилакрилата и метилметакрилата.

Метилакрилат, метилметакрилат и нитрил акриловой кислоты в воздухе рабочей зоны находятся в виде паров. Концентрации этих паров будут варьироваться в зависимости от источника загрязнения, климатических условий, типа помещения и характера промышленных работ.

Прямой метод отбора проб в газовые пипетки или шприцы не требует сложного оборудования, достаточно быстрый и простой, однако не точный для количественного анализа. На таком методе основаны МУ 1493-76 [1] для определения метилметакрилата в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий. Воздух со скоростью 0,5 дм³/мин протягивают через газовые пипетки емкостью 500 см³. Пипетку заполняют обменным способом – продуванием 10-кратного объема исследуемого воздуха. Перед взятием проб из пипеток их подогревают 10 мин при температуре 80 °С. Затем отбирают 10 см³ исследуемого воздуха шприцем и вводят через испаритель в хроматографическую колонку. Определение основано на использовании ГХ-ПВД. Чувствительность методики составляет 200 мкг. Газовые пипетки или шприцы не предназначены для больших концентраций летучих органических соединений, которые могут находиться в воздухе рабочей зоны. Такой метод требует моментального дальнейшего анализа или обработки, т. е. возможна разгерметизация или деградация пробы.

Метод отбора проб через поглотительный прибор с растворителем используется в основном для анализа низких концентраций и длительного отбора. Пробы воздуха, полученные при помощи поглотительного прибора, почти всегда анализируются фотометрическим методом с помощью реакций дериватизации. Индийскими учеными был разработан спектрофотометрический метод определения содержания нитрила акриловой кислоты в воздухе [2]. Нитрил акриловой кислоты, присутствующий в воздухе, сорбируется в два последовательно соединенных поглотителя, содержащих разбавленный щелочной раствор перманганата калия. Образовавшийся таким образом цианид превращается в цианогенбромид с помощью брома и реагирует с пиридином с образованием глутаконового альдегида путем разрыва гетероциклической связи, которая впоследствии соединяется с сульфаниловой кислотой с получением желто-оранжевого полиметинового красителя. Нижний предел количественного определения – 6 мг/м³ (при скорости отбора от 0,1 до 0,5 дм³/мин). Необходимость специально подобранных реагентов для проведения качественных реакций пробы воздуха из поглотителя усложняет и удорожает методику, а побочные реакции ведут к искажению результата.

В настоящее время отбор проб воздуха рабочей зоны на сорбционную трубку с твердым сорбентом (активированным углем, полимерными высокопористыми материалами) является самым распространенным, используют в активном отборе (прокачка воздуха через трубку насосом). Метод отбора отличается высокой точностью и чувствительностью, охватывает большой диапазон концентраций и позволяет использовать различные (моно)сорбенты для исследуемых компонентов.

При выборе метода отбора проб воздуха рабочей зоны на совместное определение концентрации нитрила акриловой кислоты, метилакрилата и метилметакрилата основывались на таких методах определения, как ГОСТ ISO 16000-6 «Воздух замкнутых помещений. Часть 6. Определение летучих органических соединений в воздухе замкнутых помещений и испытательной камеры путем активного отбора проб на сорбент Tenax TA с последующей термической десорбцией и газохроматографическим анализом с использованием МСД/ПВД» [3], и методические указания МУК 4.1.2977-12 [4]. В данных методических документах отбор воздушных проб проводится на твердый сорбент Tenax TA. При измерении максимальных концентраций сорбционная трубка подсоединяется к шприцу, размещается в зоне дыхания работника и отбирается 2 дм³ воздуха через маркированный конец трубки.

Использование нескольких сорбентов в сорбционной трубке при определении смеси веществ позволяет минимизировать потери или искажение результата для каждого компонента и уменьшает риск потери одного из компонентов в виду неправильно подобранного моносорбента.

Адсорбционное обогащение на твердых сорбентах совмещает стадию отбора проб со стадией концентрирования. Существует два основных варианта извлечения летучих органических соединений из сорбционных трубок и переноса их в ГХ-систему для последующего количественного анализа – термодесорбция и экстракция растворителем. Более эффективным методом извлечения сконцентрированных соединений с сорбента является термодесорбция, так как она позволяет повысить предел обнаружения при отсутствии разбавления пробы. Экстракция растворителем обычно включает экстракцию и разбавление соединений в растворителях перед введением в ГХ-систему, что приводит к потере чувствительности методики.

В разработанном нами способе отбора проб воздуха рабочей зоны для измерения массовых концентраций нитрила акриловой кислоты, метилакрилата и метилметакрилата в воздухе рабочей зоны

на уровне 0,1 мг/м³ необходимо отобрать 2 дм³ воздуха (0,002 м³). Пробу воздуха аспирируют одновременно через 2 сорбционные трубки, заполненные комбинированным сорбентом на основе Tenax GR/Carbopack B/Carbosieve S-III. Вещества с каждой сорбционной трубки извлекаются методом термодесорбции и последовательно на хроматографическую колонку для разделения на отдельные компоненты. Так проводится измерение массовых концентраций нитрила акриловой кислоты, метилакрилата и метилметакрилата в воздухе рабочей зоны в условиях повторяемости. После отбора пробы концы сорбционных трубок фиксируют заглушками. Одновременно должны быть измерены температура, давление и влажность воздуха в месте отбора пробы. Сорбционную трубку дополнительно помещают в герметичную емкость (например, эксикатор) с чистым белым хлопчатобумажным мешочком, заполненным активированным углем для хранения. Срок хранения проб не более 1 недели при температуре от 15 °С до 25 °С.

Таким образом, для совместного определения в воздухе рабочей зоны предлагается использовать способ отбора проб воздуха на сорбционные трубки, заполненные твердым сорбентом Tenax GR/Carbopack B/Carbosieve S-III. Для достижения предела количественного обнаружения в 0,1 мг/м³ необходимо отобрать 2 дм³ (0,002 м³) воздуха. Данный способ отбора проб является надежной основой для проведения точных и эффективных исследований воздуха в промышленных условиях, что способствует улучшению систем контроля за качеством воздуха и охране труда.

Исследования выполнены в рамках задания 02.16. «Разработать и внедрить метрологически аттестованную методику измерений массовых концентраций нитрила акриловой кислоты, метилакрилата и метилметакрилата в воздухе рабочей зоны для обеспечения гигиенической безопасности рабочих мест» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, № госрегистрации 20231670.

Литература

1. Методические указания на газохроматографическое определение бензола, толуола, орто-, мета-, пара-ксилола, стирола, метилметакрилата в воздухе : метод. указания МУ 1493-76 // Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. – М., 1979. – С. 100–119.
2. Raju, J. Spectrophotometric determination of acrylonitrile: a fumigant in air / J. Raju, V. Gupta // Microchemical Journal. – 1989. – Vol. 39, iss. 1. – P. 25–31.
3. Воздух замкнутых помещений. Часть 6. Определение летучих органических соединений в воздухе замкнутых помещений и испытательной камеры путем активного отбора проб на сорбент Tenax TA с последующей термической десорбцией и газохроматографическим анализом с использованием МСД/ПИД : ГОСТ ISO 16000-6-2016. – Введ. 01.12.2017. – М. : Стандартинформ, 2017. – 26 с.
4. Измерение массовых концентраций бутан-1-ола (бутанола), бутилпроп-2-еноата (бутилакрилата), метанола, метилпроп-2-еноата (метилакрилата), проп-2-ен-1-оля (акролеина), проп-2-еноата (этилакрилата) в воздухе рабочей зоны газохроматографическим методом : метод. указания МУК 4.1.2977-12 // Измерение концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны : сб. метод. указаний – М., 2012. – С. 27–42.

Поступила 30.09.2025

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ ДИМЕТИЛБЕНЗОЛА (СМЕСЬ О-, М-, П-ИЗОМЕРОВ))

Мальцева О. А., к. б. н., malceva@fcrisk.ru,
Нурисламова Т. В., д. б. н., доцент, nurtat@fcrisk.ru,
Чинько Т. В., chinko@fcrisk.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Пермь, Российская Федерация

Загрязнение воздуха является одной из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека. За счет мер по снижению уровня загрязнения воздуха страны могут уменьшить бремя таких болезней, как инсульт, сердечно-сосудистые заболевания, рак легких и хронические или острые респираторные заболевания, включая астму. В 2019 г. 99 % мирового населения проживало в районах, в которых уровень

загрязнения воздуха превышал значения, установленные в рекомендациях Всемирной организации здравоохранения по качеству воздуха [1].

Химические вещества поступают в воздушную среду в результате работы промышленных предприятий, транспорта и из других источников, а затем через вентиляционные системы зданий попадают внутрь жилых помещений. Здесь они смешиваются и вступают в реакции с веществами, образующимися в процессе жизнедеятельности организма человека, работы бытовых приборов, выделений из различных предметов, мебели, ковров. Под влиянием ультрафиолетового излучения или в присутствии следов озона и оксидов азота в воздушной среде жилых помещений углеводороды, особенно непредельные или ароматические, подвергаются трансформации. Например, при деструкции в этих условиях малотоксичного пентана образуются 26 новых соединений с более высокой токсичностью, среди которых обнаружены формальдегид, ацетальдегид, другие альдегиды и акрилонитрил [2].

Среди органических соединений, наиболее широко используемых в промышленности, важное место занимает ксилол (диметилбензол). В своем составе он содержит три изомера (ортоксилол, метаксилол, параксилол), которые имеют разное строение и свойства, но в сочетании друг с другом они представляют собой однокомпонентную смесь, ее и называют ксилолом [3]. Смесь изомеров ксилола широко используется в различных отраслях промышленности как растворитель красок, лаков, чистящее и обезжиривающее средство, составная часть авиационного бензина, исходный и промежуточный материалы в химической промышленности.

Ксилол – химическое вещество, обладающее опасным репротоксическим воздействием на гонады и/или эмбрион (по данным клинических и экспериментальных исследований) [4]. Может оказывать тератогенное, мутагенное и канцерогенное действие: профессиональный контакт людей с бензином приводил к некоторому учащению опухолей лимфатической и гемопоетической систем, поджелудочной железы, почек.

Таким образом, данные литературы указывают на многогранность клинической картины острой и хронической интоксикации ксилолом, что свидетельствует о политропности его токсического действия.

Для получения достоверных данных об экспозиции населения и оценке загрязнения воздуха используются высокочувствительные и селективные инструментальные методы, такие как газовая хроматография и масс-спектрометрия, которые позволяют в стационарных лабораторных условиях определять содержание микрокомпонентов в различных средах.

В контексте экологического мониторинга особенно подчеркивается важность разработки и совершенствования аналитических методик для контроля различных загрязняющих веществ, включая их точное количественное определение и метрологическую аттестацию для обеспечения достоверности измерений и соответствия гигиеническим стандартам.

Высокая селективность и низкий предел обнаружения (или предел количественного определения) являются ключевыми аналитическими характеристиками, необходимыми для точного определения веществ с низкими гигиеническими нормативами в воздухе. Это означает, что метод должен надежно отличать целевой загрязнитель от других присутствующих веществ и быть достаточно чувствительным, чтобы обнаружить низкий уровень концентраций этого загрязнителя, поскольку гигиенические нормативы для таких веществ устанавливаются на очень низком уровне.

Для ксилолов в настоящее время существующие методики определения в атмосферном воздухе не удовлетворяют требованиям СанПиН 1.2.3685-21 (диапазон определяемых концентраций не обеспечивает гигиенический норматив), чувствительность ранее разработанных методик стала недостаточной, что требует разработки более чувствительных методик определения токсичных соединений в воздухе [4].

Цель работы – разработка методики определения о-, п-, м-ксилолов для контроля безопасности атмосферного воздуха методом газовой хроматографии.

Научная новизна исследования заключается в разработке высокочувствительной методики детектирования токсикантов, с учетом современных международных стандартов и требований к оценке и управлению рисками воздействия химических загрязнителей на здоровье населения. Результаты работы будут использованы для оценки безопасности и качества атмосферного воздуха и для совершенствования лабораторного контроля.

В процессе проведенных исследований обоснован выбор химических соединений представителей токсичной группы ароматических соединений о-, м-, п-ксилолов, принадлежащих к 3 классу опасности, для разработки методики контроля в атмосферном воздухе.

При разработке методики выбран и обоснован метод газовой хроматографии; изучены и отработаны оптимальные условия выполнения анализа – пробоподготовки и количественного определения.

Отработка оптимальных газохроматографических параметров для определения о-, п-, м-ксилолов в атмосферном воздухе осуществлялась с использованием газовой хроматографии с термодесорбером TDA-Хроматэк, капиллярной колонки BP-20 60 м × 0,32 мм × 1,8 мкм при температурном режиме:

колонка – 60–150 °С со скоростью 20 °С/мин до 200 °С; испаритель – 220 °С; детектор – 250 °С; расход водорода – 25 см³/мин; расход воздуха – 250 см³/мин, расход продувочного газа – 25 см³/мин. Оптимальные газохроматографические параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Газохроматографические параметры для определения о-, м-, п-ксилолов в атмосферном воздухе

Режим	Температура, °С		Расход газа-носителя, мл/мин	Деление потока азот : воздух
	Колонка	Скорость нагревания, °С/мин		
1	1	50–200	10	20
2	2	60–150–180	15	30
3	3	60–150–200	25	30

В режимах 1 и 2 не наблюдалось достаточно эффективного разделения о-, м-, п-ксилола с растворителем. Качественное разделение было достигнуто в режиме 3, который и был выбран для дальнейшей работы. Отчет хроматограмма стандартной смеси о-, м-, п-ксилола представлена на рисунке 1.

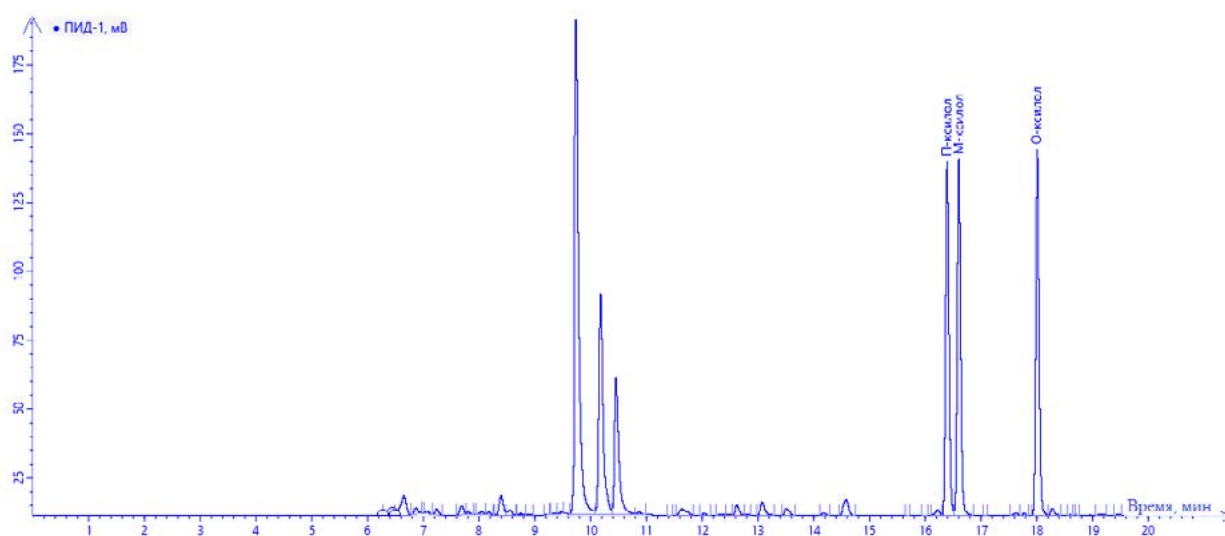


Рисунок 1 – Хроматограмма стандартной смеси о-, м-, п-ксилола

Характеристики газохроматографического анализа стандартных смесей о-, м-, п-ксилола представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики газохроматографического анализа стандартной смеси о-, м-, п-ксилола

Вещество	Неподвижная жидкая фаза, носитель, фракция	Длина колонки, м	Время удерживания, мин
п-ксилол	BP-20	60	16,34
м-ксилол			16,64
о-ксилол			18,0

Для отбора проб атмосферного воздуха на содержание о-, м-, п-ксилола использовали ряд сорбентов, рекомендованных ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007 [5].

В процессе исследований по выбору сорбента для концентрирования о-, м-, п-ксилола из проб атмосферного воздуха с целью изучения эффективности термодесорбции апробированы следующие сорбенты: Сорбент АС – алюмосиликатный полифункциональный адсорбент повышенной прочности, Chromosorb 106, Тепак ТА. Средние значения степени термодесорбции изучаемого соединения с сорбентов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средние значения степени термодесорбции о-, м-, п-ксилола

Сорбент	Введено, мкг	Найдено, мкг	Степень десорбции, %
о-ксилол			

Сорбент	Введено, мкг	Найдено, мкг	Степень десорбции, %
Chromosorb 106	0,1	0,05	50
Сорбент AC	0,1	0,0291	29,1
Tenax TA	0,1		100
м-ксилол			
Chromosorb 106	0,1	0,049	49
Сорбент AC	0,1	0,02914	29,14
Tenax TA	0,1	0,0995	99,5
п-ксилол			
Chromosorb 106	0,1	0,048	48
Сорбент AC	0,1	0,029	29
Tenax TA	0,1	0,099	99,0

Установлено, что наибольшая степень термодесорбции о-, м-, п-ксилола достигается при применении сорбента Tenax TA и составляет 99–100 %. Использование полимерного сорбента Tenax TA позволило достичь наилучших результатов при отборе проб, термодесорбции и проведении дальнейшего газохроматографического анализа, что подтверждается научными исследованиями и соответствует мировым тенденциям, направленным на повышение чувствительности и селективности методов анализа.

Исследования по отработке условий термодесорбции проводили следующим образом: на сорбент через узкое отверстие в сорбционной трубке на глубину 5–8 мм вводили 3 мм³ стандартного раствора. Затем сорбционную трубку с помощью загрузчика устанавливали в термостат термодесорбера ТДС-1 (модель TDA) в линию продувочного газа. Затем выполняли продувку сорбционной трубки для удаления с сорбента воздуха и влаги перед проведением десорбции. После проверки продувки устанавливали расход продувочного газа и температуру термостата сорбционной трубки. На этапе «Десорбция» анализируемые вещества потоком продувочного газа переносились из сорбционной трубки и фокусировались в охлаждаемой ловушке, в которой происходило их концентрирование. На этапе «Анализ» устанавливали верхнюю температуру ловушки и анализируемые соединения десорбировались с ловушки и потоком газа-носителя через переходную линию направлялись в хроматографическую колонку. Таким образом, обеспечивалась оптимальная чувствительность и эффективность разделения компонентов. После окончания этапа «Анализ» термодесорбер переходил на этап «Очистка трубки» и затем на этап «Подготовка». После термодесорбции и криофокусирования летучие органические соединения анализировали на газовом хроматографе с детектором ионизации в пламени (таблица 4).

Таблица 4 – Рабочий режим хроматографа

Параметр	Рабочие характеристики
Температура колонки, °С	60–150
Пламенно-ионизационный детектор	со скоростью 20 °С/мин до 200 °С
Температура переходной линии, °С	230
испаритель, °С	220
детектор, °С	250
Режим газа-носителя:	
расход водорода, см ³ /мин	25
расход воздуха, см ³ /мин	250
расход продувочного газа, см ³ /мин	25
Режим ввода пробы с делением потока	7,5
Время удерживания, мин:	
о-ксилол	4,2
м-ксилол	6,06
п-ксилол	6,06

В процессе исследований по разработке газохроматографической методики определения о-, м-, п-ксилола в атмосферном воздухе установлены оптимальные характеристические параметры селективного разделения с другими углеводородами и детектирования органических соединений методом газовой капиллярной хроматографии. Основу разработок составили эффективные приемы пробоподготовки, направленные на устранение матричных эффектов и установления особенностей хроматографического поведения детектируемых веществ.

Таким образом, отработаны оптимальные условия пробоотбора о-, м-, п-ксилолов из атмосферного воздуха на сорбент Тенах TA: время отбора 25 мин, расход протягиваемого воздуха 0,2 л/мин. Эффективность отбора о-, м-, п-ксилолов из проб воздуха на сорбционную трубку с Тенах составила для о-ксилола 99,2 %, м-ксилола – 100 % и для п-ксилола – 99 %.

Метод капиллярной газовой хроматографии позволяет выполнять определение о-, м-, п-ксилола на уровне 0,0007 мг/м³ (0,002 ПДК).

Разработанный газохроматографический метод позволяет с высокой степенью точности и чувствительности выполнять определение о-, м-, п-ксилола в атмосферном воздухе в присутствии других углеводородов. Высокая чувствительность газохроматографического определения о-, м-, п-ксилола в диапазоне концентраций 0,0007–0,08 мг/м³ достигнута благодаря оптимизации двух основных этапов: метода отбора проб воздуха и параметров газохроматографического анализа. Оптимизация включала настройку параметров газовой хроматографии и выбор подходящего детектора, а также эффективного сорбента для сорбции ксилолов из атмосферного воздуха, что позволило получить надежные и точные результаты при низких концентрациях.

Литература

1. Здоровье-21: Основы политики достижения здоровья для всех в Европейском регионе ВОЗ / Всемир. орг. здравоохранения. – Копенгаген : Европейское региональное бюро ВОЗ, 1999. – 310 с. – URL: <https://iris.who.int/bitstreams/b2264409-2885-4d35-af57-be728f300202/download> (дата обращения: 24.09.2025).
2. Biosensors for environmental monitoring / I. Karube, K. Yano, S. Sasaki [et al.] // Annals of the New York Academy of Sciences. – 1998. – Vol. 864, iss. 1. – P. 23–36. – DOI: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb10285.x.
3. BTX (chemistry) // Wikipedia. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/BTX_\(chemistry\)](https://en.wikipedia.org/wiki/BTX_(chemistry)) (date of access: 24.09.2025).
4. СанПиН 2.2.0.555-96. 2.2. Гигиена труда. Гигиенические требования к условиям труда женщин. Санитарные правила и нормы : утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора Рос. Федерации от 28 окт. 1996 г. № 32 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 22.09.2025).
5. Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор проб методом прокачки : ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007. – Введ. 01.09.2008. – М. : Стандартинформ, 2008. – 31 с.

Поступила 23.09.2025

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ МЫШЬЯКА В РЫБЕ СЕМЕЙСТВА ТРЕСКОВЫХ НА ОСНОВЕ ИХ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ – МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

Родионов А. С., rodionov.as@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Рыба и морепродукты – ключевой компонент глобальной продовольственной системы, имеющий фундаментальное значение для питания и продовольственной безопасности миллионов людей во всем мире. Их исключительная пищевая ценность обусловлена высоким содержанием легкоусвояемых белков, ценных жиров, минералов и витаминов, что делает их незаменимым продуктом. На долю рыбной продукции приходится в среднем 16 % от общего потребления животного белка в мире, при этом региональная значимость варьируется от 10 % в рационе жителей Северной Америки и Европы до 26 % в Азии. Экономическая важность отрасли также крайне высока, годовой объем мирового экспорта рыбы достигает 51 млрд долларов США [1].

Особое место в рыбной промышленности и потребительской корзине занимают представители семейства тресковых (*Gadidae*). Тресковые являются одним из наиболее популярных продуктов в диетических рационах питания. Мясо тресковых характеризуется высоким содержанием полиненасыщенных

жирных кислот, включая Омега-3, а также служит важным источником микроэлементов: йода, селена и витамина D. Мясо тресковых используется для производства большого ассортимента продукции: от консервов (печень трески) до полуфабрикатов (сурими, рыбные палочки). Особого внимания заслуживает тот факт, что треска используется в качестве рыбного компонента в детском питании [2]. Благодаря невысокой стоимости таких представителей семейства, как минтай и путассу, тресковые доступны для широких слоев населения.

Вместе с тем тресковые, по сравнению с другими гидробионтами, известны повышенной способностью к аккумуляции токсичных элементов, в частности мышьяка, из водной среды. Токсичность мышьяка в значительной степени зависит от его химической формы, то есть от типа соединений, различающихся по степени окисления и молекулярной структуре. Наиболее часто обнаруживаемые в рыбных объектах виды мышьяка включают неорганический арсенит (III) и арсенат (V), являющиеся наиболее токсичными, арсенобетаин (далее – AsB), монометиларсоновую (далее – MMA) и диметиларсиновую кислоты (далее – DMA). Известно, что арсенобетаин является наименее токсичным соединением мышьяка, а MMA и DMA считаются более токсичными, чем другие мышьякорганические вещества, хотя исследования токсичности всех образуемых мышьяком соединений не завершены и активно продолжаются в настоящее время [3].

Несмотря на растущий объем знаний о вариативности видообразования мышьяка и связанной с ним токсичности, при проведении мониторинга и научных исследований обычно измеряют концентрацию всех видов мышьяка совместно, то есть общий мышьяк, в мышечной ткани рыб. Этот принцип также закреплён в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Следует отметить, что в научных исследованиях неоднократно фиксируется превышение нормативных значений по общему содержанию мышьяка в рыбе, поскольку существующие стандарты не разделяют токсичные и нетоксичные формы элемента [3].

В связи с этим ряд стран, включая Китай, Австралию и Новую Зеландию, предусматривают отдельный контроль неорганической формы мышьяка с установлением следующих максимально допустимых уровней: Китай – 0,1 мг/кг сырого веса в рыбе, рыбных продуктах и других гидробионтах, Австралия и Новая Зеландия – 2 мг/кг сырого веса в рыбе и ракообразных, 1 мг/кг – в моллюсках и морских водорослях, исключая из рассмотрения органические формы мышьяка, обладающие меньшей токсичностью. Большинство стран мирового сообщества полагают данный подход преждевременным, требующим дальнейшего накопления данных о реальных уровнях форм мышьяка в рыбной продукции.

Таким образом, целью настоящей работы является определение превалирующих мышьяксодействующих соединений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии – масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой в образцах рыбы семейства тресковых.

Объекты исследования включали образцы минтая (филе), трески (филе), хека (тушка без головы), путассу (филе), телapia (филе), приобретенные на потребительском рынке г. Москвы. До проведения анализа образцы хранили в замороженном виде при температуре минус 18 °C.

Перед проведением анализа пробы размораживали при комнатной температуре и проводили отбор съедобной части (мышечная ткань) в соответствии с рекомендациями ГОСТ 31339-2006. Для проведения пробоподготовки отбирали навески массой около 0,5 г от каждого образца филе (после его гомогенизации) и помещали их в специализированные сосуды для микроволновой системы минерализации. К каждой навеске добавляли экстрагирующий раствор, состоящий из 5 см³ азотной кислоты с концентрацией 0,3 моль/дм³ и 0,1 см³ пергидроля для окисления всех неорганических соединений мышьяка до арсената (V). Далее сосуды для минерализации помещали в микроволновую систему пробоподготовки и проводили экстракцию при температуре 95 °C в течение 90 мин. По окончании процесса экстракт количественно, вместе с матрицей, переносили в центрифужные пробирки объемом 15 см³ и доводили до объема 10 см³ деионизированной водой. Образцы центрифугировали в течение 10 мин при скорости 10 000 об/мин и фильтровали 1,5 см³ полученного супернатанта через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм непосредственно в вialу.

Идентификацию соединений мышьяка проводили на масс-спектрометре Agilent 7800 ICP-MS после разделения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. В аналитической части исследования использовалась анионообменная колонка Hamilton PRP-X-100 длиной 250 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, зернение 10 мкм. Температура термостата колонки составила 25 °C, скорость потока элюента – 1,2 мл/мин, объем вводимой пробы – 100 мкл. Элюирование проводили в градиентном режиме, в качестве подвижных фаз использовали 2 %-й раствор ацетонитрила в воде и буферный раствор 6,66 мМ аммония азотнокислого и 6,66 мМ аммония фосфорнокислого однозамещенного в 1% ацетонитриле.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью Microsoft Excel.

Результаты проведенного исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения превалирующих соединений мышьяка в рыбе семейства тресковых

Объект	Концентрация AsB (мг/кг)/AsB (по мышьяку)	Концентрация DMA (мг/кг)/DMA (по мышьяку)	Концентрация MMA (мг/кг)/MMA (по мышьяку)	Концентрация iAs (мг/кг)/iAs* (по мышьяку)
Минтай (n = 15)	0,29 ± 0,073	н/о**	н/о**	н/о**
Треска (n = 15)	6,72 ± 1,68	0,029 ± 0,007	н/о**	0,039 ± 0,009
Хек (n = 15)	0,53 ± 0,13	0,013 ± 0,003	н/о**	0,017 ± 0,004
Путассу (n = 15)	3,55 ± 0,89	0,022 ± 0,006	н/о**	0,018 ± 0,005
Телapia (n = 15)	0,36 ± 0,09	н/о**	н/о**	0,022 ± 0,006
* идентификация неорганических форм мышьяка проведена после их окисления до As (V); ** н/о – не обнаружено (менее предела количественного определения метода – 0,0125 мг/кг (по мышьяку)).				

Полученные данные свидетельствуют о существенных различиях в содержании и профиле соединений мышьяка между разными представителями тресковых. Наиболее высокие концентрации мышьяка зафиксированы в образцах трески, где его содержание преимущественно представлено арсенобетаином (6,72 мг/кг). Существенно меньшие, но значимые количества AsB обнаружены в путассу (3,55 мг/кг), хеке (0,53 мг/кг), телпии (0,36 мг/кг) и минтае (0,29 мг/кг). Столь значительные межвидовые различия могут быть обусловлены особенностями метаболизма, возрастом рыб, а также условиями среды их обитания, включая температуру воды, соленость и доступность различных форм мышьяка в трофической цепи.

Одним из результатов исследования является вывод о практически полном преобладании малотоксичной формы – арсенобетаина – во всех проанализированных образцах. Его доля составила свыше 98 % от суммарной концентрации измеренных видов мышьяка у большинства исследованных рыб, что полностью согласуется с литературными данными о пути метаболизма мышьяка в организме морских рыб до арсенобетаина, который является конечным продуктом и депонируется в мышечной ткани.

При рассмотрении токсичных форм отмечается, что неорганический мышьяк (далее – iAs) был обнаружен в следовых количествах во всех образцах, за исключением минтая, где его содержание оказалось ниже предела количественного определения (0,0125 мг/кг). Максимальная концентрация iAs зафиксирована в треске (0,039 мг/кг). Концентрации DMA также были незначительными и варьировались от 0,013 мг/кг у хека до 0,029 мг/кг у трески. Содержание MMA во всех образцах было ниже предела обнаружения метода.

Таким образом, выявленный профиль распределения соединений мышьяка в филе тресковых, характеризующийся доминированием нетоксичного арсенобетаина и минимальным содержанием опасных неорганических форм, свидетельствует о незначительном риске для потребителей. Тот факт, что даже в образцах с высоким суммарным содержанием измеренных видов мышьяка (треска, путассу) доля токсичных форм остается ничтожно малой, указывает на возможность завышения реальных уровней риска при использовании показателя «общий мышьяк».

Напротив, для исчерпывающего обоснования целесообразности перехода на нормирование содержания неорганического мышьяка в рыбе требуется оценить возможность потенциального увеличения его концентрации в ходе переработки (обработки), что является ключевым условием для комплексной оценки рисков.

Таким образом, проведенное исследование доказывает, что, несмотря на способность тресковых накапливать мышьяк, он присутствует в их мышечной ткани преимущественно (> 98 %) в виде малотоксичного арсенобетаина. Обнаруженные концентрации токсичных неорганических форм во всех проанализированных видах существенно ниже национальных нормативов, принятых рядом стран.

Литература

1. Pandey, S. Dietary and nutritional value of fish and fish origin food products / S. Pandey, R. Upadhyay // Journal of Fisheries Science. – 2022. – Vol. 4, iss. 1. – P. 26–45. – DOI: 10.30564/jfsr.v4i1.4311.
2. Polak-Juszczak, L. Mineral and toxic metal composition in three commercial species of Gadidae / L. Polak-Juszczak, M. Podolska // Journal of Food Composition and Analysis. – 2021. – Vol. 95. – Art. № 103658. – DOI: 10.1016/j.jfca.2020.103658.
3. Бондарева, Л. Г. Потенциальные видоизменения форм нахождения мышьяка в рыбе в процессе переработки, на примере осетра русского / Л. Г. Бондарева, А. С. Родионов, Т. А. Синицкая, Н. Е. Федорова // Токсикологический вестник. – 2024. – Т. 32, № 6. – С. 357–363. – DOI 10.47470/0869-7922-2024-32-6-357-363.

Поступила 12.09.2025

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛОДИНАФОП-ПРОПАРГИЛА В ОБЪЕКТАХ ЭКОМОНИТОРИНГА МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Рута-Жуковская Е. Я., chromatographic@rspch.by,
Станишевская П. А., chromatographic@rspch.by,
Крымская Т. П., chromatographic@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В последние десятилетия рост населения, развитие городов и повышение уровня жизни привели к резкому росту спроса на пищевые продукты, что в свою очередь привело к увеличению использования химических соединений в сельском хозяйстве, особенно пестицидов и удобрений. Хотя пестициды необходимы для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней, они также представляют опасность для живых организмов и окружающей среды [1]. Загрязнение пестицидами стало глобальной проблемой из-за биоаккумуляции и стойкости этих веществ, а также их вредного воздействия на птиц, водные организмы, пчел и людей [2]. В отчетах Организации Объединенных Наций указывается, что лишь 1 % применяемых сельскохозяйственных пестицидов достигает своих предполагаемых целей, а остальные 99 % рассеиваются в различных средах, таких как воздух, поверхностные и грунтовые воды, отложения, почва и растительность. Более того, эти пестициды могут проникать в естественные водоемы через сточные воды с производственных предприятий, стоки во время применения или непреднамеренные разливы [3]. Клодинафоп-пропаргил, системный и селективный послевсходовый гербицид, относящийся к группе арилоксифеноксипропионовой кислоты, был открыт компанией Ciba Geigy в 1987 г. Он используется для различных сельскохозяйственных культур, включая пшеницу, сою, хлопок, томаты и картофель, но преимущественно применяется на полях пшеницы и ячменя. В последние годы широкое использование данного действующего вещества привело к значительным выбросам в окружающую среду. Всемирная организация здравоохранения классифицирует клодинафоп-пропаргил как относительно опасное химическое вещество (III класса) для человека, водных организмов, млекопитающих и других видов [4]. Агентство по охране окружающей среды США обнаружило доказательства того, что клодинафоп-пропаргил и его производные могут оказывать токсическое и канцерогенное действие на человека и другие организмы. Прогнозируемый рост производства и потребления клодинафоп-пропаргила вызывает опасения, учитывая его стойкость в окружающей среде, потенциальную возможность генетических мутаций, острую токсичность и канцерогенность, что делает его относительно опасным химическим веществом для людей, водных организмов, млекопитающих и других видов.

Значительная часть методик определения арилоксифеноксипропионовых пестицидов основана на использовании метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее – ВЭЖХ) с использованием масс-спектрометрического или УФ-детектирования. Предложены также методы сочетания газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (далее – ГХ-МС/МС). В существующих к настоящему времени утвержденных в Республике Беларусь методиках определения арилоксифеноксипропионовых пестицидов применяется метод ВЭЖХ с УФ-детектированием. Однако эти методики обладают низкой чувствительностью и недостаточной селективностью, кроме того, их использование связано с длительной и трудоемкой пробоподготовкой. Главное преимущество масс-спектрометрического детектирования по сравнению с УФ-детектированием заключается в том, что масс-спектрометрический детектор позволяет одновременно количественно определять и подтверждать идентичность обнаруженных соединений.

На сегодняшний день в качестве пробоподготовки широкое распространение получила процедура QuEChERS, представляющая собой легкий и быстрый метод извлечения остаточных количеств целевых соединений из образцов. QuEChERS обеспечивает высокую степень извлечения широкого ряда пестицидов, принадлежащих к различным химическим классам, удаляя нежелательные примеси, такие как липиды, пигменты, углеводы, жирные органические кислоты и т. д. [5].

В данной статье описывается разработка аналитического метода, основанного на экстракции с использованием подхода QuEChERS и применением ГХ-МС/МС для определения клодинафоп-пропаргила в воде, воздухе, почве и растительных материалах. Разработанный метод обеспечил хорошее извлечение для всех анализируемых сред (от 77 до 92 %). Пределы количественного определения для растительной продукции и почвы составили от 0,006 до 0,600 мг/кг, в атмосферном воздухе – от 0,0001 до 0,010 мг/м³ и воде – от 0,0001 до 0,010 мг/дм³, что позволяет достоверно определять следовые количества данного соединения.

Цель работы – разработка параметров хромато-масс-спектрометрического определения клодинафоп-пропаргила в воде, воздухе, почве и растительных материалах.

При проведении исследования использовали газовый хроматограф Thermo Trace 1310 с масс-спектрометрическим детектором TSQ9000 (Thermo Fisher Scientific, США). Применяли кварцевую хроматографическую колонку длиной 15 м, внутренним диаметром 0,25 мм и нанесенной неподвижной фазой TG-5MS (5 % дифенил / 95 % диметил полисилоксан) (Thermo Scientific, США).

В исследовании использовались следующие реагенты: клодинафоп-пропаргил аналитический стандарт с массовой долей основного вещества не менее 99,8 % согласно сертификату анализа (Supelco, США); вода деионизированная с удельным сопротивлением 18,2 МОм × см при 25 °С (Water Purification System «Thermo Scientific» (США)), экстракционные смеси QuEChERS (6 г MgSO_4 , 1,5 г NaOAc), QuEChERS для очистки (900 мг MgSO_4 , 150 мг PSA , 150 мг C_{18}) (Welchrom®, Китай), ацетонитрил, гексан, дихлорметан («Fisher Chemicals», США).

Пробу объемом 1 мкл вводили в термопрограммируемый инжектор, нагрев производился в режиме 70 °С, удержание 0,02 мин, скорость испарения 12 °С/сек до достижения 280 °С, удержание 1,2 мин, скорость переноса 14,5 °С/сек до 320 °С, удержание 6 мин, скорость очищающего потока 80 мл/мин. Поток газа носителя (гелий газообразный марки «6.0») поддерживали при постоянной линейной скорости (1,5 мл·мин⁻¹). Температуру термостата колонки поддерживали при 60 °С в течение 1 мин после ввода пробы, затем поднимали до 290 °С при скорости 25 °С мин⁻¹. Линия передачи в масс-спектрометр находилась при 300 °С. Масс-спектрометрию осуществляли в режиме ионизации электронным ударом (энергия электронов составляла 70 эВ) при температуре ионного источника 280 °С. Данные получали в режиме мониторинга множественных реакций (далее – MRM) после отсечки растворителя с 8,8 до 9,2 мин.

На первом этапе исследований определено время удерживания и получен масс-спектр клодинафоп-пропаргила в режиме полного сканирования (диапазон масс от 50 до 400 а. е. м, время сканирования 150 мс и температура источника ионов 280 °С). Масс-спектрометр работал в режиме ионизации электронным ударом при 70 эВ. На рисунке 1 представлена хроматограмма и масс-спектр клодинафоп-пропаргила.

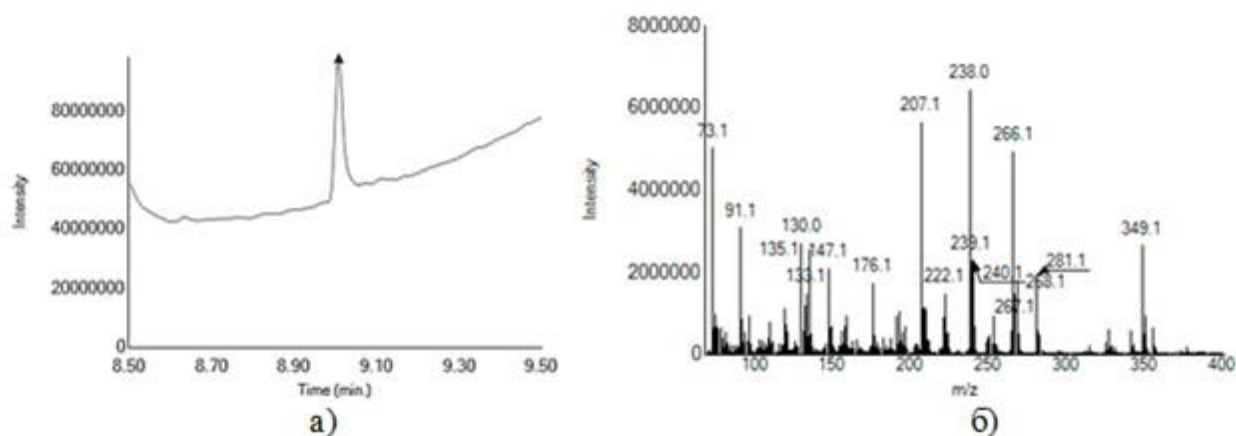
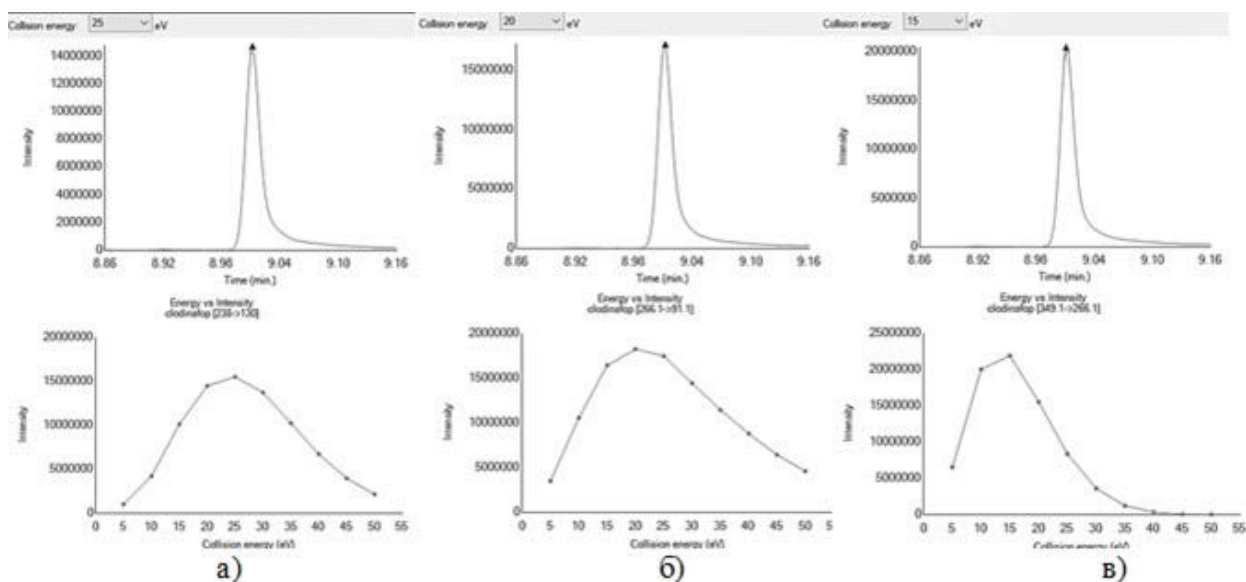


Рисунок 1 – Хроматограмма клодинафоп-пропаргила, в режиме ТИС (а), масс-спектр клодинафоп-пропаргила в режиме полного сканирования диапазон масс от 50 до 400 а. е. м (б)

С помощью программного обеспечения AutoSRM подобраны оптимальные условия детектирования. Селективность метода оценивали по наличию специфических переходов ионов (ион-количественный анализ (Quantitation) и два перехода для подтверждения соединения (Confirmation) при соответствующем времени удерживания, а также по наблюдаемым значениям отношения ионов, соответствующим значениям стандарта. В связи с этим в качестве количественного MRM-перехода выбран 238,0→130,0, а в качестве подтверждающих 266,0→91,1 и 349,1→266,1.

На следующем этапе исследований экспериментальным путем проанализирован ряд коллизионных энергий в диапазоне 5–50 для выявления наиболее интенсивных переходов при образовании дочерних ионов. В результате определено, что для количественного перехода 238,0→130,0 необходимо применять 25, для подтверждающих 266,0→91,1 и 349,1→266,1 энергия соударений должна составлять 20 и 15 соответственно (рисунок 2).



(a) 238,0→130,0; (б) 266,0→91,1; (в) 349,1→266,1

Рисунок 2 – Хроматограммы клодинафоп-пропаргила и графики зависимости интенсивности образования дочерних ионов от прилагаемой коллизионной энергии к родительским ионам

Ключевой проблемой при разработке высокочувствительной методики являлась детекция следовых количеств клодинафоп-пропаргила с требуемым пределом обнаружения на уровне 2 нг/мл. Для достижения поставленной цели проанализировано влияние температуры линии передачи в масс-спектрометре и источника ионизации в диапазоне от 250–300 °С. Кроме того, апробированы варианты температурных градиентов при хроматографическом разделении. На данном этапе исследований при разработке метода с использованием термопрограммируемого (далее – PTV) инжектора проведена оптимизация температуры испарителя при заколе пробы и термостата колонок. Для этой цели 1 мкл рабочего раствора вводили в инжектор PTV при 50, 70, 90 °С. Так в ходе эксперимента выявлено, что при более высокой начальной температуре термостата (70 и 90 °С) пик относительно выше, из-за своей более узкой формы. При 50 °С наблюдалось искажение пика, что связано с перекомденсацией введенного растворителя в начале капиллярной колонки. Данный эффект удалось устранить, установив более высокую температуру термостата колонки. Следующим параметром, чье влияние на анализ нами рассмотрено, являлась температура переноса образца на колонку: 280, 300, 320 °С. Существенных различий в откликах аналита не наблюдалось при всех тестируемых значениях температуры. Однако при вводе реальных образцов совместно вводимые компоненты матрицы могут отрицательно влиять на перенос аналитов. Для прокаливания большей части нелетучих отложений конечная температура переноса установлена на 320 °С.

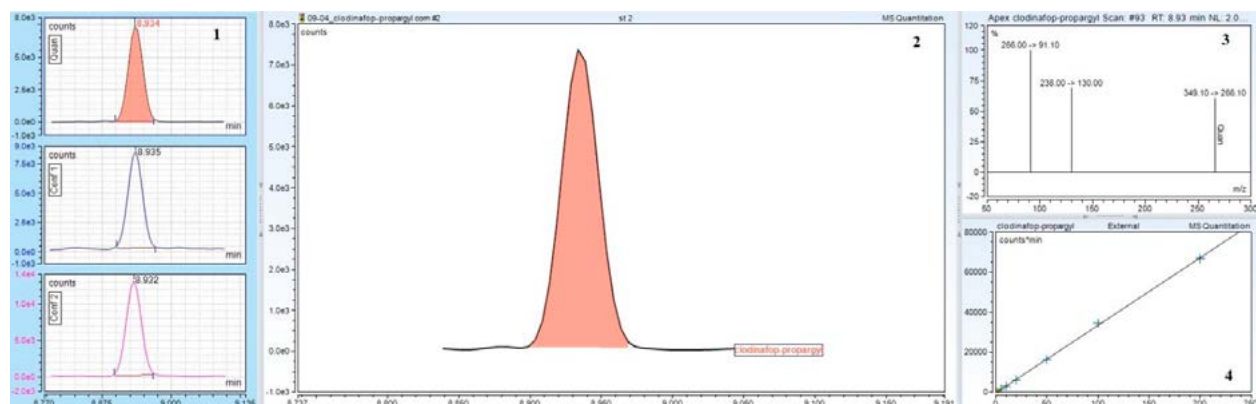
Температура линии передачи в масс-спектрометре в рассмотренном диапазоне оказывала не столь значимое влияние, однако при значении в 300 °С площадь определяемого соединения была больше. Хорошо известно, что снижение температуры ионного источника с одной стороны позволяет повысить чувствительность детектора, с другой может приводить к его чрезмерному загрязнению при анализе проб со сложной матрицей. Анализ выбранного диапазона температур показал, что 280 °С позволяет получить наилучший результат.

В таблице 1 представлена структурная формула клодинафоп-пропаргила, время удерживания и масс-спектрометрические параметры данного соединения.

Таблица 1 – Параметры масс-спектрометрического определения клодинафоп-пропаргила

Структурная формула	Время удерживания, мин	Количественный ион (CE ¹)	Подтверждающий ион (CE ¹)	Подтверждающий ион (CE ¹)
	8,91	238,0→130,0 (25)	266,0→91,1 (20)	349,1→266,1 (15)
¹ энергия соударений.				

Количественная оценка изучаемого соединения в исследуемых средах основана на внешней стандартной калибровке. Для количественной оценки клодинафоп-пропаргила в растительном материале выбрана калибровка с добавлением пустых растительных экстрактов для исключения влияния матрицы на определение целевого соединения.



1) хроматограмма иона количественного определения; 2) хроматограмма MRM переходов; 3) масс-спектр пика клодинафоп-пропаргила; 4) градуировочный график клодинафоп-пропаргила

Рисунок 3 – Масс-спектрометрические данные стандартного образца, содержащего клодинафоп-пропаргил в концентрации 0,002 нг/см³

Для установления градуировочной характеристики готовили шесть серий градуировочных растворов по пяти значениям массовой концентрации клодинафоп-пропаргила в диапазоне от 2 до 200 нг/см³. Достигнута линейная зависимость между концентрацией определяемого соединения и интенсивностью детектируемых ионов по площади с коэффициентом корреляции выше 0,996.

В результате проделанной работы разработаны параметры для хромото-масс-спектрометрического анализа, позволяющие определять следовые количества клодинафоп-пропаргила методом ГХ-МС/МС. Подобраны оптимальные условия испарения пробы, хроматографического разделения и масс-спектрометрической детекции целевого соединения чувствительностью 0,0001 мг/дм³ в питьевой воде, 0,0001 мг/м³ в атмосферном воздухе и 0,006 мг/кг для образцов почвы и растительного сырья.

Литература

1. Alasvand, G. B. Optimization of Clodinafop-Propargyl Herbicide Removal Using a Batch Photoreactor UV/TiO₂/H₂O₂ from Aqueous Solution / G. B. Alasvand, R. Jalilzadeh Yengejeh, S. Sabzalipour, M. Mohammadi Roozbahani. – Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. – 2024. – Vol. 43, iss. 12. – P. 4378–4394. – DOI: 10.30492/ijcce.2024.2024168.6482.
2. Exposure to pesticide residues in honey and its potential cancer risk assessment / S. A. Ashraf, D. Mahmood, A. E. O. Elkhailifa [et al.] // Food and Chemical Toxicology. – 2023. – Vol. 180. – Art. № 114014. – DOI: 10.1016/j.fct.2023.114014.
3. Pesticide pollution in freshwater and its impact on community health / S. Mishra (Subhadarsini), A. Sahu (Kumar), M. Dungdung (Sangeeta) [et al.] // Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Pesticides: Human Health, Environmental Impacts and Management / S. Singh, V. K. Garg, P. C. Ramamurthy [et al.]; ed. by J. S. Panwar, A. Pandey, S. Singh [et al.]. – Amsterdam, Oxford, Cambridge, 2023. – Ch. 2. – P. 33–52.
4. Pesticide Tolerances: Clodinafop-propargyl / Environmental Protection Agency // Federal Register. – 2012. – Vol. 77, № 234. – P. 72223–72226. – URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2012-12-05/pdf/2012-29248.pdf> (date of access: 14.09.2025).
5. QuEChERS sample preparation for the determination of pesticides and other organic residues in environmental matrices: a critical review / M. C. Bruzzoniti, L. Checchini, R. M. De Carlo [et al.] // Analytical and Bioanalytical Chemistry. – 2014. – Vol. 406, iss. 17. – P. 4089–4116. – DOI: 10.1007/s00216-014-7798-4.

Поступила 18.09.2025

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА ОВОСТОП® МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

*Стрелецкий А. В., к. х. н., astreletsky@cspfmmba.ru,
Сбитнев А. В., asbitnev@cspfmmba.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, Российская Федерация

Препарат ОВОСТОП® находит широкое применение для регуляции половой охоты и коррекции поведения у домашних животных (кошек и собак) и представляет собой суспензию для наружного применения, содержащую три активных компонента: мегестрола ацетат, пророксан и мелатонин. Мегестрола ацетат, являясь прогестинным соединением, подавляет половую охоту; пророксан потенцирует этот эффект, а мелатонин способствует нормализации поведения и оказывает седативное действие [1]. При наружном применении препарата ОВОСТОП® существует потенциальный риск трансдермального переноса действующих веществ (мегестрола ацетата, пророксана и мелатонина) на руки владельца при контакте с обработанным животным, что подтверждается рекомендациями производителя избегать касаний обработанной зоны в течение 48 ч после нанесения [2]. Данный риск обусловлен липофильными свойствами компонентов, способных длительно сохраняться на коже и шерсти животного. В связи с этим актуальной задачей становится разработка аналитических методов мониторинга концентраций действующих веществ для оценки потенциальной экспозиции у человека и животных.

Наиболее подходящим методом представляется высокоэффективная жидкостная хроматография с тандемной масс-спектрометрией (далее – ВЭЖХ-МС/МС), обеспечивающая высокую селективность, чувствительность и возможность одновременного количественного определения всех трех компонентов в сложных матрицах (например, смывах с кожи, образцах шерсти или биологических жидкостях). Целью настоящего исследования была оценка возможности количественного определения действующих веществ ветеринарного препарата ОВОСТОП® методом жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. Новизна данного подхода заключается в возможности одновременного анализа трех активных компонентов.

Объектом исследования являлся лекарственный препарат ветеринарного назначения ОВОСТОП®. Лекарственная форма: суспензия для наружного применения, регистрационное свидетельство № 77-3-26.21-4823NПВР-3-10.15/03196 от 06.12.2021 – Действующее. Ветеринарный препарат применяют в целях контрацепции и регуляции полового поведения кошек и собак. 1 мл суспензии содержит в качестве действующих веществ мегестрола ацетат – 11 мг, пророксан – 11 мг и мелатонин 110 мг, а также вспомогательные вещества: триацетин, изопропилиден глицерол, N,N-диэтилтолуамид, ПЭГ-токоферол, кислота стеариновая, ПЭГ-ланолин, Д-пантенол. Владелец регистрационного удостоверения и производство – ООО «Агроветзащита НВЦ» (Россия) [2].

Анализ препарата ОВОСТОП® проводили с помощью аналитического оборудования, состоящего из жидкостного хроматографа Agilent серии 1200 (Agilent Technologies, Inc., США) и масс-спектрометра Agilent 6430 с тройным квадруполом и источником электрораспылительной ионизации (Agilent Technologies Inc., США). Подобраны оптимальные условия хроматографического разделения всех трех аналитов. В качестве подвижных фаз использовали воду с муравьиной кислотой (А) и ацетонитрил (Б) в градиентном режиме (0,2 мин 80 % А – 10,0 мин 10 % А – 11,0 мин 10 % А – 13 мин 80 % А). Анализ проводился на колонке ZORBAX SB C18 (2.1 × 10 mm, 1.8 µm) со скоростью (0,1 мл/мин) в течение 16 мин.

При сканировании в режиме полного ионного тока определяли молекулярный ион исследуемого соединения, основные ионы-продукты регистрировали в режиме тандемной масс-спектрометрии (далее – МС/МС). Для количественного анализа проведена оптимизация МС/МС метода в режиме множественных реакций (далее – MRM) для достижения максимальной чувствительности. При анализе регистрировали как минимум два MRM-перехода аналита, при количественной обработке хроматограмм использовали один из них. Оптимизированные ВЭЖХ-МС/МС параметры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – ВЭЖХ-МС/МС параметры активных компонентов препарата ОВОСТОП®

Соединение	Время удерживания, мин	MRM переход	Фрагментатор, В	Энергия соударений, В
Мегестрола ацетат	12,8	385 > 267 (кол.)	135	10
		385 > 325 (реф.)	135	20
Пророксан	8,9	338 > 160 (кол.)	120	5
		338 > 131 (реф.)	135	25
Мелатонин	8,4	233 > 174 (кол.)	135	15
		233 > 159 (реф.)	135	15

Исходный раствор смеси соединений мегестрола ацетата (0,1 мг/мл), пророксана (0,1 мг/мл) и мелатонина (1 мг/мл) готовили смешиванием (0,09 мл) препарата в 9,9 мл метанола. В дальнейшем раствор хранили в холодильнике при +4 °С. Путем десятикратного разбавления смесью метанола и воды в соотношении 50 : 50 (об.) приготовлены градуировочные растворы в диапазоне концентраций от 1 нг/мл до 100 000 нг/мл каждого из аналитов.

Методом ВЭЖХ-МС/МС могут быть количественно определены все три активных вещества препарата ОВОСТОП® в диапазоне концентраций от 10 до 10000 нг/мл (для мегестрола ацетата и пророксана) и от 100 до 100 000 нг/мл (для мелатонина). При этом для проведения измерений не требуется дополнительной пробоподготовки, помимо указанной. Все действующие вещества в водно-спиртовом растворе препарата были идентифицированы по молекулярным массам и характеристическим фрагментам, что представлено на соответствующих хроматограммах и масс-спектрах (рисунки 1–3).

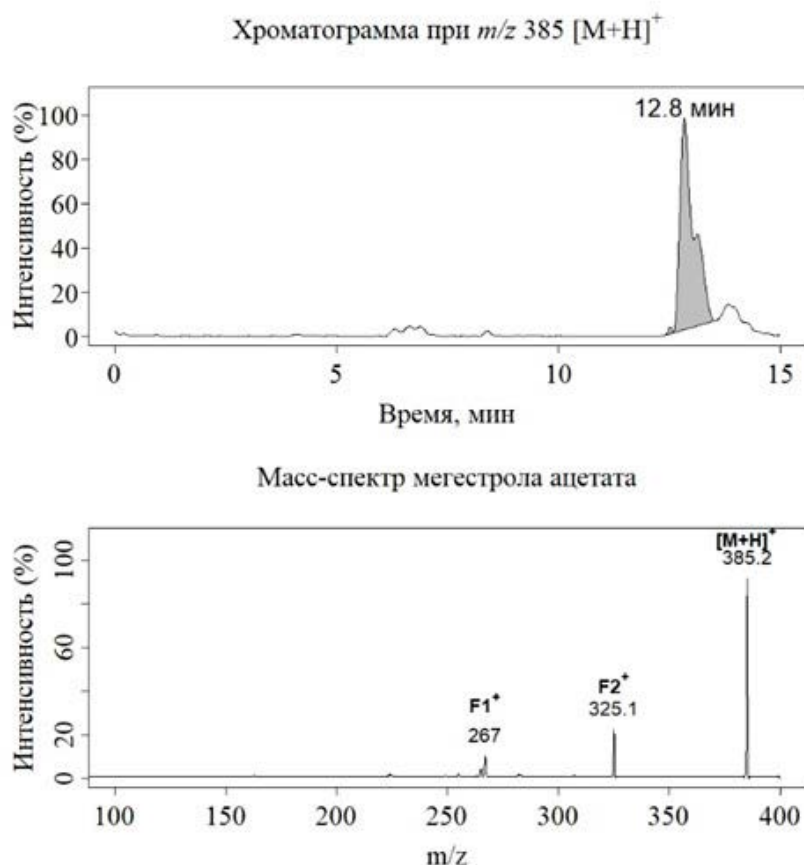


Рисунок 1 – Хроматограмма и масс-спектр мегестрола ацетата

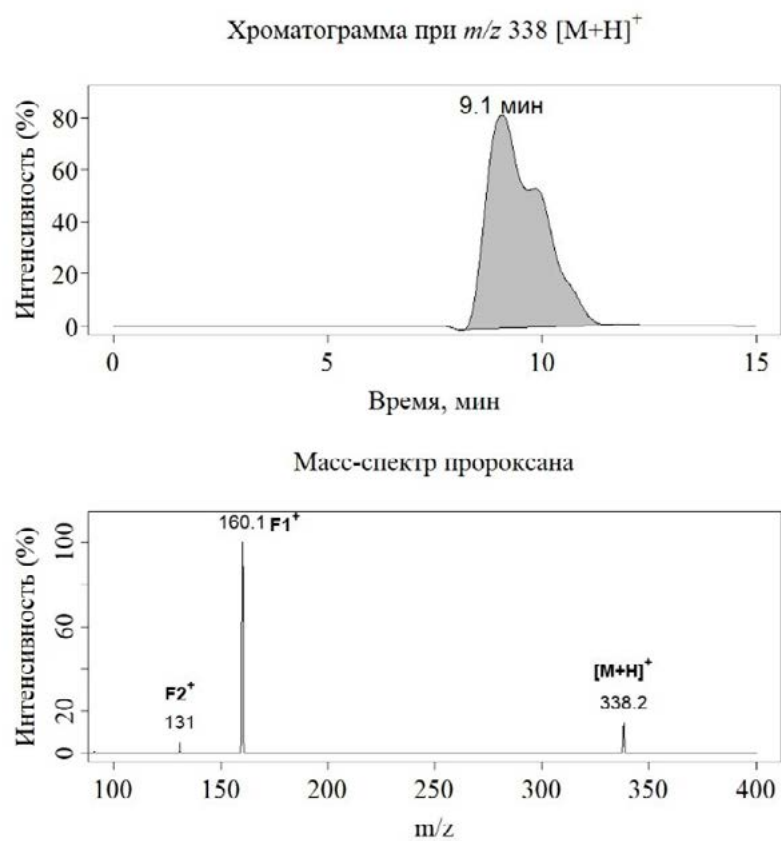


Рисунок 2 – Хроматограмма и масс-спектр пророксана

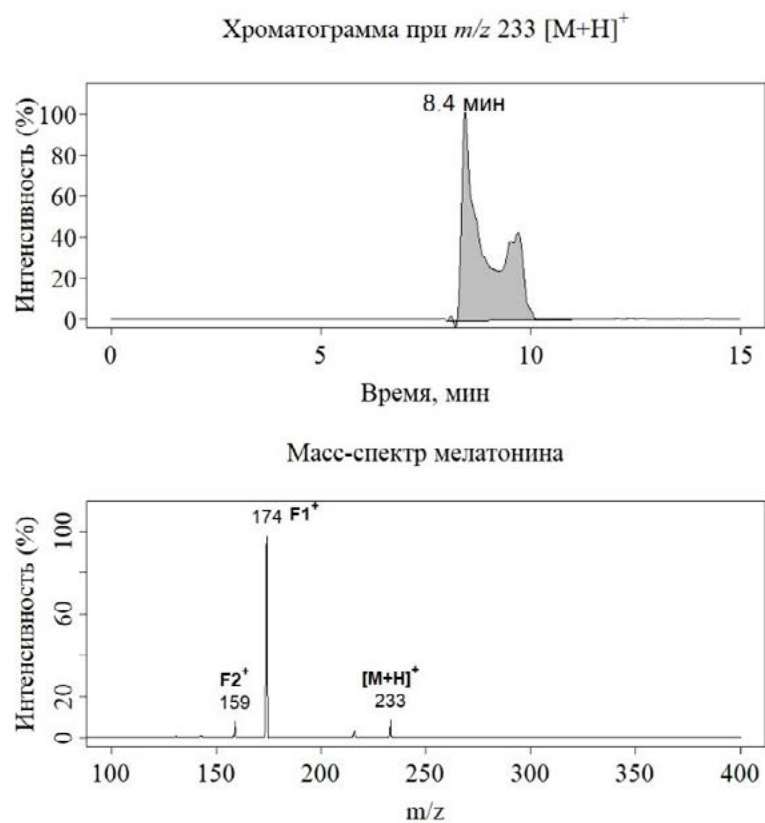


Рисунок 3 – Хроматограмма и масс-спектр мелатонина

Высокая селективность метода исключает возможность получения ложноположительного сигнала. Исходя из того, что аналитический сигнал на малых концентрациях относительно высок, можно предположить, что предел обнаружения может составлять около 1 нг/мл.

Для сокращения времени анализа целесообразно перейти от градиентного к изократическому режиму элюирования, оптимизированному для одновременного разделения трех целевых аналитов с использованием тех же подвижных фаз. Оптимальное соотношение подвижных фаз А и Б составило 70 % и 30 % соответственно, при этом время анализа сократилось вдвое. Апробация разработанной методики ВЭЖХ-МС/МС проведена на биологической матрице – плазме крови мышей. Препарат, растворенный в метаноле, смешивали с плазмой животных для получения заданных концентраций: 50, 150, 1500 и 2500 нг/мл. После осаждения белков ацетонитрилом проводили количественный анализ надосадочной жидкости. Белки плазмы крови слабо связываются с целевыми веществами, что позволяет проводить их анализ с метрологическими характеристиками, близкими к характеристикам, полученным для водной матрицы.

Оценка применимости метода ВЭЖХ-МС/МС показала, что разработанная методика может быть использована для одновременного определения трех аналитов: мегестрола ацетата, пророксана и мелатонина в таких матрицах, как водная среда и плазма крови.

Литература

1. Федотчева, Т. А. Клиническое применение прогестивов и механизмы их действия: настоящее и будущее (обзор) / Т. А. Федотчева // Современные технологии в медицине. – 2021. – Т.13, № 1. – С. 93–108.
2. ОВОСТОП® инструкция по применению // Справочник Видаль «Лекарственные препараты в России». – URL: <https://www.vidal.ru/veterinar/ovostop-30011?ysclid=mfl6nu2h83101385435> (дата обращения: 01.09.2025).

Поступила 15.09.2025

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТОЛУОЛА, М-, П- И О-КСИЛОЛОВ, БЕНЗОЛА, ЭТИЛБЕНЗОЛА, СТИРОЛА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСОРБЦИИ

*Чеботкова Д. В., chromatographic@rspch.by,
Лебединская К. С., chromatographic@rspch.by,
Крымская Т. П., chromatographic@rspch.by,*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Летучие органические соединения (далее – ЛОС) выделяются из многочисленных источников на промышленных предприятиях, и их широкое распространение вызывает серьезную обеспокоенность, особенно в области общественного здравоохранения. ЛОС широко применяются в качестве основных компонентов в синтезе химических веществ, а также в производстве разнообразной коммерческой продукции. Их опасность обусловлена такими химическими и физическими свойствами, как частичная летучесть, растворимость в липидах и способность проникать через биологические мембраны, а также накапливаться в жировых тканях организма [1].

Среди загрязняющих веществ особое внимание привлекают соединения бензола, толуола, ксилолов, стирола, этилбензола и этиленгликоля из-за их широкого использования в промышленности. Данные соединения считаются распространенными загрязнителями окружающей среды, которые оказывают существенное влияние на безопасность и качество жизни человека [2, 3].

Традиционный подход к анализу этих органических соединений заключается в экстракции аналитов, отобранных на фильтры или поглотительный раствор, органическими растворителями с последующим концентрированием, очисткой, фракционированием, разделением и идентификацией методами жидкостной или газовой хроматографии. В целом эти методы требуют больших материальных и временных затрат [4, 5].

Метод термодесорбции представляет собой упрощенный способ для анализа органических соединений, который служит альтернативой жидкостной экстракции. Как правило, в этом методе аналиты непосредственно десорбируются с подходящего сорбента, избегая промежуточных стадий экстракции

и концентрирования перед анализом. Данный метод характеризуется более высокой конечной чувствительностью, что может обеспечить более короткое время отбора проб или меньшие объемы проб.

Цель работы – разработать способ определения массовых концентраций толуола, м-, п- и о-ксилолов, бензола, этилбензола, стирола и этиленгликоля в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии с использованием термической десорбции для повышения безопасности условий труда на промышленных предприятиях.

В исследовании использовались следующие реактивы и вспомогательные устройства: толуол, м-, п- и о-ксилолы, бензол, этилбензол, стирол и этиленгликоль с массовой долей основного вещества не менее 98 % (ООО «Экросхим» и ООО «ХромЛаб», Российская Федерация); ацетон с массовой долей основного вещества не менее 98,0 % (ГОСТ 2603); трехсекционные трубки на основе Tenax® GR (35/60 меш), Carborpack™ В (60/80 меш) и Carbosieve® S-III (60/80 меш) длиной 89 мм (3,5") и внешним диаметром 6,35 мм (0,25").

При проведении исследования использовали газовый хроматограф «Кристалл 5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Российская Федерация), оснащенный двумя пламенно-ионизационными детекторами и термодесорбером двухстадийным «Хроматэк TDA» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Российская Федерация).

Программа температурного режима термостата газового хроматографа была следующей: начальная температура поддерживалась на уровне 45 °С в течение 7 мин, после этого температура повышалась до 135 °С со скоростью 5 °С/мин, а затем до 220 °С со скоростью 20 °С/мин с выдержкой в течение 7 мин. Термодесорбер двухстадийный был настроен следующим образом: десорбция проводилась при температуре 250 °С в течение 8 мин, а переходная линия между блоком термодесорбера и газовым хроматографом была установлена на 180 °С. Прибор для термодесорбции оснащен охлаждаемой ловушкой (установленной на минус 10 °С), которая может концентрировать десорбированные соединения из образца и высвобождать их в газовый хроматограф путем быстрого нагрева (до 300 °С со скоростью нагрева 500 °С/мин). Для разделения определяемых соединений применяли кварцевые капиллярные колонки, установленные параллельно при помощи Y-коннектора длиной 60 м, внутренним диаметром 0,53 мм, со слоем неподвижной жидкой фазы карбовакс 20 М толщиной 1,0 мкм и со слоем неподвижной жидкой фазы из 6 % цианопропил-фенила и 94 % диметилполисилоксана толщиной 3,0 мкм. Способ идентификации с применением двух колонок разной полярности основан на различии в разделительной способности двух неподвижных фаз. Благодаря этому можно получить больше информации о качестве анализируемого компонента. В качестве газа-носителя использовали азот (чистота не менее 99,9 %) с давлением на входе в колонку 52,694 кПа. Ввод пробы осуществлялся в режиме с делением потока 30 : 1.

Перед проведением анализа сорбционные трубки подвергались кондиционированию для удаления примесей с сорбента. При первичном кондиционировании сорбционную трубку помещают в термостат десорбера (например, десорбер 214.5.886.045-02, совместимый с термодесорбером двухстадийным «Хроматэк TDA», производства ЗАО СКБ «Хроматэк», Российская Федерация), устанавливая высокий расход инертного газа (в нашем случае азот) около 100 см³/мин. Температуру кондиционирования постепенно повышают от 100 до 300 °С через три или четыре ступени. Время кондиционирования новой трубки составляет не менее 1 часа.

Итоговые параметры отбора проб воздуха рабочей зоны для определения толуола, м-, о- и п-ксилолов, бензола, этилбензола, стирола, этиленгликоля: воздух аспирируют через 2 сорбционные трубки, установленные параллельно в течение 5 мин с объемным расходом 100 см³/мин (0,5 дм³). Схема расположения набивки сорбента, а также направление отбора проб представлена на рисунке 1.

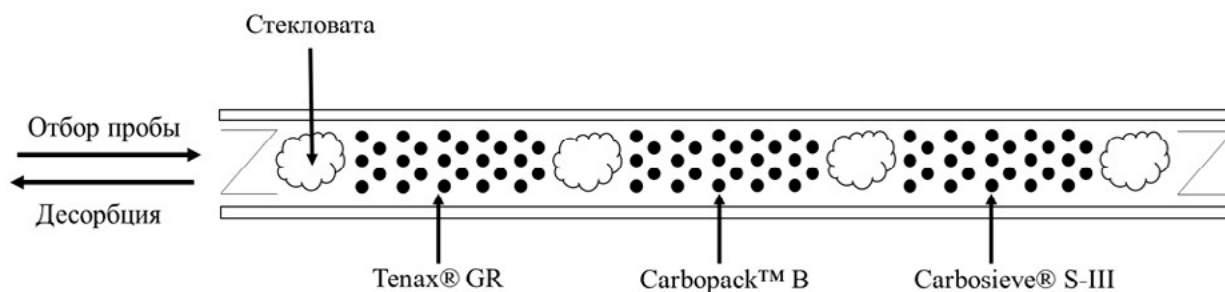
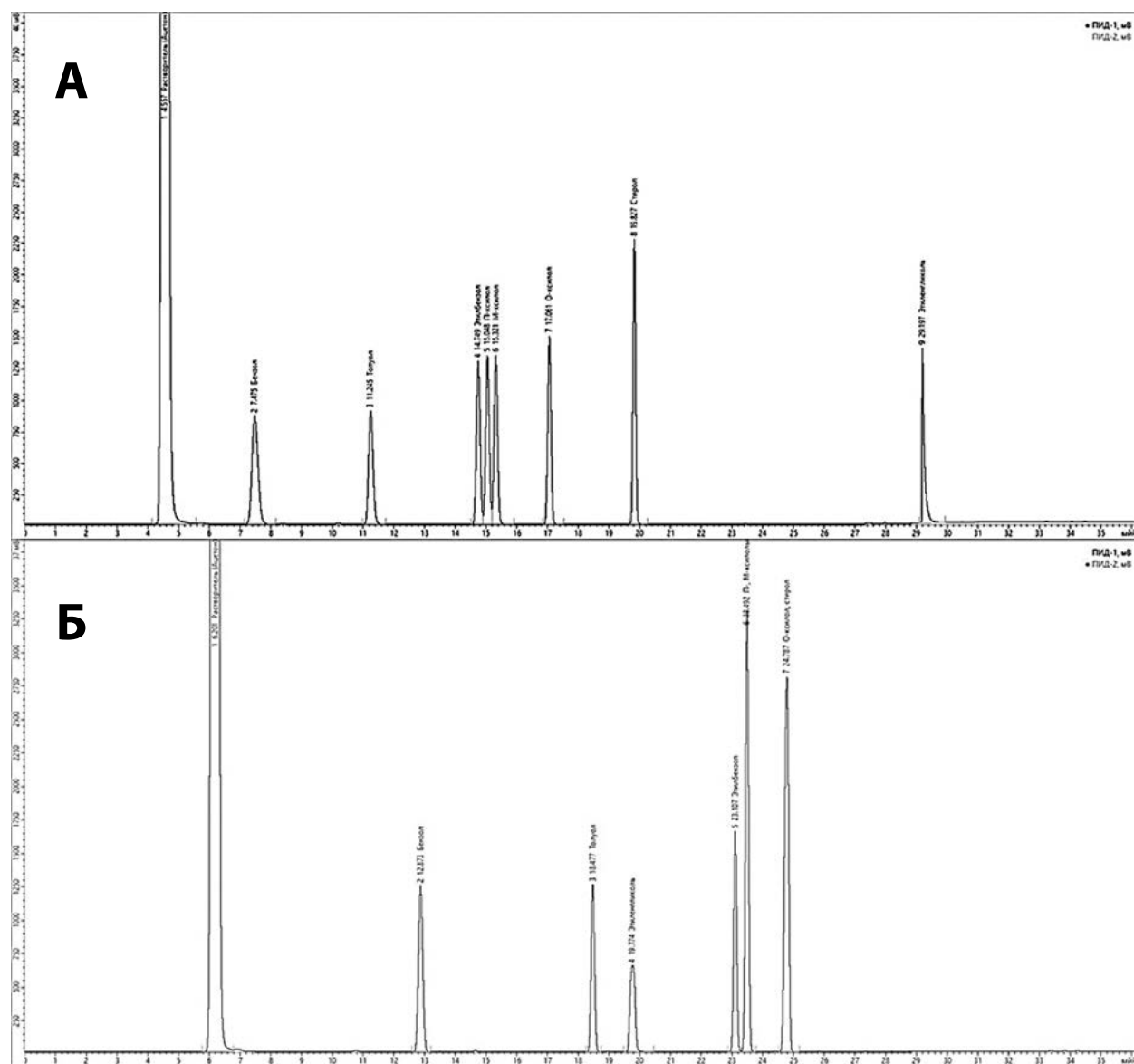


Рисунок 1 – Схематическое изображение отбора/десорбции проб воздуха

В качестве образцов для исследования использовали сорбционные трубки, приготовленные методом добавок чистых веществ толуола, м-, п- и о-ксилолов, бензола, этилбензола, стирола и этиленгликоля. Калибровка проводилась для целевых аналитов в виде жидких стандартов в ацетоне. Был выбран диапазон для толуола, м-, о-, п-ксилолов, этилбензола от 0,5 до 150,0 мкг, бензола от 0,5 до 15,0 мкг, стирола от 0,5 до 30 мкг, этиленгликоля от 0,5 до 10,0 мкг. Для этого с помощью устройства ввода (например,

устройство ввода в сорбционную трубку 214.5.885.023 производства ЗАО СКБ «Хроматэк», РФ) и микрошприца в сорбционную трубку, проткнув иглой стекловату, наносят 1 мм³ раствора (с определенным содержанием аналитов) на поверхность сорбента. Далее отдувают растворитель из сорбционной трубки в течение 2 мин с объемным расходом 100 см³/мин.

На рисунке 2 представлена хроматограмма исследуемых соединений. Результаты построенных калибровочных кривых, которые отображали зависимость между массой (мкг) и площадью пиков определяемых веществ, представлены в таблице 1.



А – кварцевая капиллярная колонка со слоем неподвижной жидкой фазы – карбовакс 20М толщиной 1,0 мкм (ZB-Wax)
 Б – кварцевая капиллярная колонка со слоем неподвижной жидкой фазы – 6% цианопропил-фенил – 94% диметилполисилоксан толщиной 3,0 мкм (DB-624)

Рисунок 2 – Пример хроматограммы модельного образца воздуха рабочей зоны с содержанием определяемых веществ 10 мкг

Таблица 1 – Результаты построенных калибровочных кривых

Определяемое соединение	Диапазон концентраций, мкг	Уравнение калибровки	Коэффициенты детерминации (R ²)	ПО, мкг	ПКО, мкг
Толуол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2158,3 \times x - 13,504$	0,996	0,155	0,464
	Св. 5,0 до 50,0 вкл.	$y = 1997,4 \times x + 84,329$	0,996		
	Св. 50,0 до 150,0 вкл.	$y = 2158,3 \times x - 13,504$	0,991		

Определяемое соединение	Диапазон концентраций, мкг	Уравнение калибровки	Коэффициенты детерминации (R^2)	ПО, мкг	ПКО, мкг
М-ксилол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2596,2 \times x - 342,32$	0,997	0,193	0,504
	Св. 5,0 до 50,0 вкл.	$y = 2439,9 \times x$	0,996		
	Св. 50,0 до 150,0 вкл.	$y = 2096,7 \times x + 15199$	0,989		
О-ксилол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2512,8 \times x - 179,25$	0,998	0,168	0,504
	Св. 5,0 до 50,0 вкл.	$y = 2377,1 \times x$	0,996		
	Св. 50,0 до 150,0 вкл.	$y = 2236,9 \times x$	0,987		
П-ксилол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2549,0 \times x - 196,95$	0,998	0,181	0,503
	Св. 5,0 до 50,0 вкл.	$y = 2405,3 \times x$	0,997		
	Св. 50,0 до 150,0 вкл.	$y = 2150,0 \times x + 10399$	0,988		
Этилбензол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2074,0 \times x$	0,998	0,120	0,350
	Св. 5,0 до 50,0 вкл.	$y = 1997,7 \times x$	0,997		
	Св. 50,0 до 150,0 вкл.	$y = 1788,0 \times x + 8799,8$	0,989		
Бензол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2061,8 \times x$	0,997	0,164	0,492
	Св. 5,0 до 15,0 вкл.	$y = 2018,3 \times x$	0,993		
Стирол	От 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 2533,3 \times x$	0,997	0,172	0,501
	Св. 5,0 до 30,0 вкл.	$y = 2464,7 \times x$	0,997		
Этиленгликоль	Св. 0,5 до 5,0 вкл.	$y = 394,03 \times x - 31,101$	0,997	0,151	0,454
	Св. 5 до 20 вкл.	$y = 439,91 \times x - 228,85$	0,991		

Калибровочные уравнения показали надежную линейность для каждого соединения и имели коэффициенты детерминации более 0,987. Предел обнаружения (далее – ПО) и предел количественного определения (далее – ПКО) каждого целевого анализатора, приведенные в таблице 1, находились в диапазоне от 0,120 до 0,193 мкг для ПО и от 0,350 до 0,504 мкг для ПКО соответственно. Эти результаты свидетельствуют о возможности использования данного способа для идентификации и количественного определения толуола, м-, о- и п-ксилолов, бензола, этилбензола, стирола и этиленгликоля при низких уровнях в воздухе рабочей зоны.

В данной работе представлен способ, который может быть использован для одновременного мониторинга толуола, м-, о- и п-ксилолов, бензола, этилбензола, стирола и этиленгликоля, присутствующих в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии с использованием термической десорбции. Предлагаемый способ включает сбор анализов на комбинированный сорбент на основе Tenax GR/Carbopack B/Carbosieve S-III с использованием автоматизированного оборудования. Этот способ исключает необходимость применения растворителей, поскольку не требует предварительной обработки пробы на протяжении всего анализа. Разработанный способ позволяет обнаруживать массовые концентрации анализов в воздухе рабочей зоны в следующих диапазонах: от 1,00 до 300 мг/м³ (толуол, м-, п-, о-ксилолы, этилбензол), от 1,00 до 30,0 мг/м³ (бензол), от 1,00 до 60,0 мг/м³ (стирол) и от 1,00 до 20,0 мг/м³ (этиленгликоль).

Литература

1. Chary, N. S. Determination of volatile organic compounds in drinking and environmental waters / N. S. Chary, A. R. Fernandez-Alba // Trends in Analytical Chemistry. – 2012. – Vol. 32. – P. 60–75. – DOI: 10.1016/j.trac.2011.08.011.
2. Spatiotemporal description of BTEX volatile organic compounds in a Middle Eastern megacity: Tehran Study of Exposure Prediction for Environmental Health Research (Tehran SEPEHR) / H. Amini, V. Hosseini, C. Schindler [et al.] // Environmental pollution. – 2017. – Vol. 226. – P. 219–229. – DOI: 10.1016/j.envpol.2017.04.027.
3. BTEX in the environment: An update on sources, fate, distribution, pretreatment, analysis, and removal techniques / B. Yu, Z. Yuan, Z. Yu, F. Xue-song // Chemical Engineering Journal. – 2022. – Vol. 435, Pt. 1. – Art. № 134825. – DOI: 10.1016/j.cej.2022.134825.
4. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций этиленгликоля и метанола в воздухе рабочей зоны : метод. указания МУ 3999-85 // Методические указания по измерению концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны : сб. метод. указаний. – М., 1986. – С. 317–321.
5. Методические указания на газохроматографическое определение бензола, толуола, этилбензола и ксилолов в атмосферном воздухе : метод. указания МУ 2613-82 / М-во здравоохранения СССР, Гл. санитарно-профилакт. упр. – М., 1982. – 6 с.

АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУПП ПОВЫШЕННОГО РИСКА СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ПО СВИНЦУ

Юркевич Е. С., к. м. н., ecoltox@rspch.by

Иода В. И., ecoltox@rspch.by

Ильюкова И. И., к. м. н., toxlab@mail.ru

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Свинец признан международным научным сообществом как один из наиболее опасных и приоритетных загрязнителей окружающей среды, представляющий глобальную угрозу здоровью населения [1]. Согласно Международной программе по химической безопасности Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) свинец отнесен к 10 опасным химическим веществам, вызывающим наибольшую озабоченность в области общественного здравоохранения и требующих неотложных действий со стороны государства по защите здоровья трудящихся, детей и женщин детородного возраста [1]. Проблема свинцовой интоксикации усугубляется тем, что свинец проникает через гематоэнцефалический барьер, безопасный порог его воздействия не установлен, но доказана прямая зависимость увеличения спектра и тяжести симптомов отравления от полученной дозы, а негативные эффекты проявляются даже при крайне низких уровнях экспозиции, ранее считавшихся допустимыми [2].

Особую опасность свинец представляет для детей раннего возраста и плода в перинатальном периоде, что связано с повышенной всасываемостью элемента в желудочно-кишечном тракте (в 4–5 раз выше, чем у взрослых) и высокой уязвимостью развивающейся нервной системы [2, 3]. Нейрокогнитивные последствия, такие как снижение коэффициента умственного развития, поведенческие изменения (снижение продолжительности и концентрации внимания, усиление антиобщественного поведения, ухудшение усвоения знаний), являются необратимыми. У взрослых хроническая экспозиция свинцом ассоциирована с развитием артериальной гипертензии, хронической болезни почек, репродуктивной дисфункции и иммунотоксичностью [3].

В Республике Беларусь основными источниками поступления свинца в объекты среды обитания (воздух, почву, воду) являются производство и переработка свинцовых батарей и производство свинецсодержащей лакокрасочной продукции. При этом в настоящее время в стране в качестве биологических маркеров воздействия производственной среды лишь фрагментарно определены отдельные показатели, контролируемые в биологических жидкостях. В частности, у работников, контактирующих на производстве со свинцом и его неорганическими и органическими соединениями (тетраэтилсвинец), определяют аминолевулиновую кислоту и свинец в суточной моче (Инструкция «О проведении обязательных и внеочередных медицинских осмотров работающих», утвержденная постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29 июля 2019 г. № 74). Таким образом, текущая система мониторинга воздействия свинца для работников производств является фрагментарной и не отвечает современным международным требованиям, сформулированным в Пармской декларации (2010 г.) и рекомендациях Европейской комиссии [4, 5], а отсутствие единой методологии биомониторинга человека (далее – БМЧ) затрудняет получение сопоставимых данных, оценку реальной экспозиции среди различных групп населения и, как следствие, разработку эффективных профилактических программ.

Целью промежуточного исследования, проводимого в рамках подготовки национальной системы БМЧ для определения экспозиции химических загрязнителей в организме, являлась разработка научно обоснованного алгоритма исследований для выявления среди населения групп с повышенным риском воздействия свинца на основе принципов БМЧ.

В основу разработки алгоритма положены методология системного подхода, принципы и рекомендации ВОЗ и Европейского союза (далее – ЕС) в области БМЧ [4, 5]. Проведен анализ современных литературных данных о токсикокинетике и токсикодинамике свинца, его влиянии на здоровье, и опыта проведения национальных программ БМЧ в странах ЕС (например, программы HBM4EU) [5].

В качестве планируемого объекта исследования определена пуповинная кровь, являющаяся релевантным биомаркером для оценки пренатальной экспозиции и прогнозирования рисков для здоровья новорожденного. Предмет исследования – уровень содержания свинца в данной биологической среде.

Разработанный алгоритм (рисунок 1) включает следующие ключевые этапы:

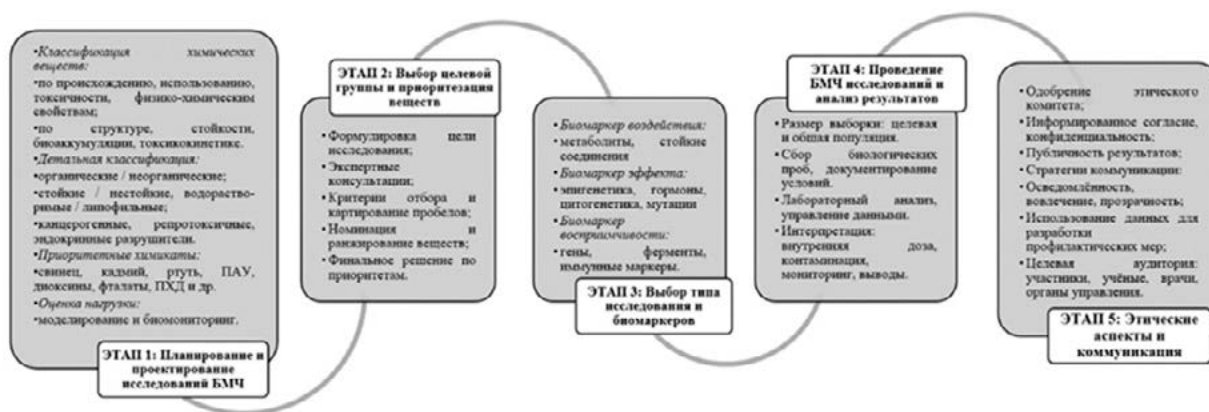


Рисунок 1 – Алгоритм исследований для выявления групп повышенного риска среди населения по свинцу

В рамках обсуждения результатов следует отметить, что разработанный алгоритм представляет собой комплексную программу, направленную на системное решение проблемы оценки экспозиции свинцом в Республике Беларусь. Его ключевым преимуществом является ориентация на наиболее чувствительную группу населения – плод и новорожденного, что позволяет оценить кумулятивный эффект воздействия на мать и спрогнозировать риски для здоровья будущих поколений.

Выбор пуповинной крови в качестве основного биомаркера является научно обоснованным, так как она напрямую отражает трансплацентарный перенос свинца и является интегральным показателем экспозиции плода в критический период развития [3]. Использование стандартизированных протоколов, соответствующих рекомендациям Европейской программы HBM4EU [5], обеспечит сопоставимость данных на международном уровне и их надежность.

Важнейшим аспектом алгоритма является его этическая составляющая. Работа с уязвимыми группами населения требует строгого соблюдения принципов биоэтики, включая добровольное информированное согласие и абсолютную конфиденциальность. Это не только защищает права участников, но и повышает доверие к программе и, как следствие, рекрутинговую активность.

Интеграция данных анкетирования с результатами лабораторных анализов позволит не просто констатировать факт повышенного содержания свинца, но и выявить ключевые источники экспозиции (например, проживание вблизи промышленных зон, определенные пищевые привычки, использование традиционной керамики и др.) для конкретных групп населения. Это переводит исследование из плоскости констатации в плоскость управления риском, предоставляя организациям здравоохранения и другим заинтересованным сторонам конкретные «мишени» для вмешательства.

Внедрение данного алгоритма станет первым шагом к созданию в Республике Беларусь национальной системы БМЧ, что полностью соответствует целям Пармской декларации и стратегическим задачам ВОЗ в области химической безопасности [4].

Таким образом, обоснована необходимость внедрения методов БМЧ для оценки экспозиции свинцом среди населения Республики Беларусь, в первую очередь среди беременных женщин и новорожденных.

Разработан комплексный алгоритм исследований, включающий этапы планирования, этического обеспечения, отбора проб, лабораторного анализа и интерпретации данных для выявления групп повышенного риска.

Ключевым биомаркером для оценки риска определена пуповинная кровь, а методологическая основа алгоритма базируется на рекомендациях ВОЗ и ЕС.

Внедрение алгоритма будет способствовать созданию национальной системы БМЧ, получению сопоставимых данных и разработке научно обоснованных мер по снижению риска для здоровья населения, ассоциированного с воздействием свинца.

Необходимо признать, что проблема воздействия свинца на здоровье населения, особенно его наиболее уязвимых групп, остается актуальной для Республики Беларусь. Отсутствие целостной системы БМЧ ограничивает возможности для доказательной оценки рисков и принятия адекватных управленческих решений.

Разработанный в данном исследовании алгоритм предоставляет научно обоснованный и методологически проработанный инструмент для идентификации групп повышенного риска и оценки экспозиции свинца среди населения. Его ключевыми элементами являются фокус на пренатальной экспозиции, использование современных биоаналитических методов, строгое соблюдение этических норм и комплексный подход к анализу данных.

Реализация предложенного алгоритма позволит получить репрезентативные данные, необходимые для разработки и внедрения целевых профилактических и гигиенических мероприятий, направленных на снижение воздействия свинца и сохранение здоровья настоящего и будущих поколений.

Литература

1. Всемирная ассамблея здравоохранения, 48 сессия (1995). Международная программа по химической безопасности: доклад Генерального директора о ходе работы // Всемир. орг. здравоохранения. – URL: <https://iris.who.int/bitstreams/34a1c479-4868-4d07-afb1-99d8b595f329/download> (date of access: 02.09.2025).
2. Lead poisoning // World Health Organization. – URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (date of access: 02.09.2025).
3. Integrated Science Assessment for Lead // U.S. Environmental Protection Agency. – URL: https://ordspub.epa.gov/ords/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=518908 (date of access: 03.09.2025).
4. Social and gender inequalities in environment and health: Fifth Ministerial Conference on Environment and Health: «Protecting children's health in a changing environment» : Parma, Italy, 10–12 March 2010 / World Health Org. – Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2010. – 19 p. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/19306c83-edfe-41f8-aab2-0fe255cb38e1/content> (date of access: 03.09.2025).
5. Policy Brief: Lead. European Human Biomonitoring Initiative // HBM4EU Consortium. – URL: https://www.hbm4eu.eu/wp-content/uploads/2022/07/HBM4EU_Policy-Brief-Lead.pdf (date of access: 04.09.2025).

Поступила 10.09.2025

МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. ТЕЗИСЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНСЕКТИЦИДА КЛАССА ДИАМИДОВ В МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУРАХ

Белицкая В. В., belitskaya.vv@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Россия занимает крупную долю мирового рынка по выращиванию масличных культур, которые в свою очередь служат сырьем для производства растительных масел. По данным на 2025 г. ожидается прирост общего объема масличных культур на 13 %. Для получения высоких показателей урожайности активно ведется борьба с насекомыми-вредителями, в том числе разрабатываются и синтезируются новые средства защиты растений с улучшенными характеристиками.

Одним из недавно появившихся на рынке пестицидов стал тетранилипрол – антраниловый диамидный инсектицид, который эффективно борется с чешуекрылыми, жестокрылыми и двукрылыми вредителями даже при низких дозировках. Пестицид активен на всех стадиях развития вредителей (яйцо, гусеница, имаго). Механизм действия заключается в воздействии на рианодиновые рецепторы, что приводит к массовому высвобождению ионов кальция за счет активации кальциевого канала на рецепторе. Нарушение кальциевого обмена приводит к гибели насекомого из-за неконтролируемого сокращения мышц и паралича. Благодаря уникальному действию диамидных инсектицидов (самые распространенные флубендиамид, хлорантранилипрол, циантранилипрол) не возникает перекрестная резистентность к пестицидам со схожими свойствами.

Вещество обладает умеренной стойкостью в окружающей среде (разлагается в почве со средним периодом полураспада 165 дней в поле и 86 – в лабораторных условиях). Значимым продуктом метаболической деградации тетранилипрола является BCS-CL73507-N-метил-хиназолинон (далее – BCS-CQ63359). Хотя по данным индийского исследования по определению тетранилипрола и его основного метаболита в томатах BCS-CQ63359 не был обнаружен ни в одном из анализируемых образцов. Однако поведение определяемых веществ в различных матрицах может быть разным.

Содержание тетранилипрола в продукции не имеет законодательно утвержденного безопасного уровня. Это дает основания считать нижний предел количественного определения вещества в растительной продукции равным 0,01 мг/кг, что отражено в документах Кодекс Алиментариус и Европейского союза.

Целью данного исследования являлась валидация метода определения остаточных количеств тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 в зеленой массе и зерне кукурузы, семенах масличных культур (соя, рапс, подсолнечник), растительном масле. Метод основан на применении высокоэффективной жидкостной хроматографии на обращенной фазе в сочетании с масс-спектрометрией.

В качестве проб зеленой массы и зерна кукурузы, семян масличных культур (соя, рапс, подсолнечник) были использованы контрольные образцы, предоставленные для выполнения исследования по динамике остаточных количеств в рамках регистрационных испытаний. Растительное масло масличных культур было приготовлено в день анализа.

Наличие большого содержания масла в ценных частях растения масличной культуры потребовало использования жирорастворяющего экстрагента, а именно ацетонитрила. Использование чистого ацетонитрила увеличило степень извлечения в среднем на 20 % в отличие от смеси ацетонитрил – вода. Применение на стадии очистки смеси сорбентов с добавлением графитизированной сажи ухудшило результат (часть искомых веществ адсорбировалось сажей). А вот «вымораживание» в качестве дополнительной стадии очистки помогло освободить пробы от лишнего жира и увеличило степень извлечения до 90–95 %.

Применение ацетонитрила при извлечении тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 из образцов зеленой массы кукурузы не дало удовлетворительного извлечения. Был проанализирован выход

пестицидов после экстракции из метанола (растворимость 2,9 г/л), дихлорметана (растворимость 5,3 г/л) и этилацетата (растворимость 6,4 г/л). Удовлетворительный процент извлечения тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 показал дихлорметан (полнота экстракции > 80 %).

Нижний предел количественного определения метода – 0,01 мг/кг. Полная валидация метода для семян масличных культур и растительного масла выполнена на типичных представителях групп данной продукции – семенах подсолнечника и подсолнечном масле. Полнота извлечения, установленная по внесениям тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 в четырех точках в диапазоне определяемых концентраций, составила для всех матриц 81–96 % (тетранилипрол) и для всех матриц – 90–95 % (метаболит BCS-CQ63359), среднее квадратичное отклонение повторяемости варьируется в диапазоне 7,1–9,4 % (тетранилипрол) и 7,0–9,8 % (метаболит BCS-CQ63359).

Метод апробирован на натуральных образцах растительной продукции подсолнечника и рапса, отобранной для измерения динамики остаточных количеств действующего вещества и метаболита при применении пестицида на основе тетранилипрола в период вегетации культур.

Поступила 18.09.2025

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДИАМИДНОГО ИНСЕКТИЦИДА ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛА В КОФЕ

Гречина М. С., mgsea@mail.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

По сравнению с 2024 г. объем поставок кофе в Российскую Федерацию в текущем году вырос на 28 %. Основным объектом импорта является зеленое кофейное зерно, которое используется как сырье для обжарки и производства готовой продукции. Сохранение тенденции к постоянно возрастающему спросу на кофе стимулирует страны-производители к поиску мер для сохранения урожаев, в частности, с применением новых химических средств защиты.

Антраниловые диамиды – это относительно новый класс химических инсектицидов, действие которых основано на стимулировании высвобождения внутриклеточных запасов Ca^{2+} посредством активации рианодиновых рецепторов. В этой химической группе хлорантранилипрол выделяется как инсектицид широкого спектра действия, активный против двукрылых, жесткокрылых, полужесткокрылых, чешуекрылых и бахромчатых насекомых.

Мировые исследования по изучению инсектицидного потенциала хлорантранилипрола против *Hypothenemus hampei* (так называемого «кофейного сверлильщика») показали, что действующее вещество оказывает летальное и сублетальное воздействие на особи и, таким образом, способно контролировать популяции насекомого и снизить ущерб. *Hypothenemus hampei* является самым вредоносным насекомым-вредителем плодов и зерен кофейного дерева в Америке. Насекомое родом из Африки, но распространилось более чем в 60 стран мира в результате завоза зараженных семян. Поскольку насекомое завершает весь свой жизненный цикл внутри семян кофейных ягод, борьба с ним затруднена. Высокая степень заражения и быстрое распространение этого вредителя на кофейных плантациях делает необходимым применение инсектицидов. Хлорантранилипрол вошел в число тех пестицидов, которые применяют в комплексных программах борьбы с данным вредителем на кофейных культурах для сохранения урожая.

Для контроля поступающего в страну импортного кофе необходима методика, обеспечивающая определение хлорантранилипрола с учетом его гигиенического норматива в бобах кофе 0,3 мг/кг, что и явилось целью этой работы. Разработка методики определения хлорантранилипрола проводилась методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемной масс-спектрометрией с применением системы Agilent 1290 Infinity LC/Agilent Triple Quad 6460 с ионизацией электроспреем.

Прямое определение диамидных инсектицидов из матриц является не простой задачей для химика-аналитика из-за их следовых количеств и наличия матричного эффекта. Чаще всего определение аналита проводится после его превращения в основной метаболит путем дериватизации (для метода газовой хроматографии с электронозахватным детектором) или после применения нескольких последовательных очисток экстракта, в частности, перераспределения в системе несмешивающихся растворителей и на колонке с флоризилом (для метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с ультрафиолетовым

детектированием). Трудности также представляет определение вещества в сложной матрице. Зеленые кофейные зерна содержат большое количество сахаров, органических кислот, танинов, пигментов, жирных кислот и кофеина, что всегда затрудняет анализ.

При оценке матричного эффекта проводили сравнение хроматограмм, полученных при анализе градуировочных растворов хлорантранилипрола, приготовленных в растворителе и на основе экстрактов исследуемой матрицы. Обнаруженный существенный матричный эффект (более чем 50 %) привел к необходимости использования матричной градуировки.

Для построения матричной градуировки готовили 5 растворов со значениями концентраций аналита 0,005; 0,01; 0,02; 0,05 и 0,1 мкг/см³. Вносили аликвоты раствора действующего вещества в навески «чистого» образца кофе и проводили все стадии пробоподготовки. Градуировочный график, построенный в диапазоне концентраций 0,005–0,1 мкг/см³, имел линейную зависимость с коэффициентом корреляции более 0,999. Соотношение сигнал/шум на уровне предела количественного определения (0,01 мг/кг) составило 100 : 1.

Подготовка проб кофе на содержание хлорантранилипрола была упрощена по сравнению с применяемыми манипуляциями в предшествующих методиках определения. Использование матричной градуировки позволило апробировать универсальную технологию QuEChERS с готовыми наборами солей и сорбентов, что позволило удобно и быстро провести стадии экстракции и очистки. При экстракции применяли готовые наборы солей с цитратным буфером, расфасованные в пакетики по 6,5 г для удобства внесения в образец массой 5 г. В качестве экстрагента использовали ацетонитрил объемом 10 мл на одну пробу. Очистка аликвотных количеств экстракта проводилась в пробирках на 2 мл с готовой навеской необходимых сорбентов – 150 мг магния сернокислого и 25 мг смеси первичных и вторичных аминов (далее – PSA). Сорбент PSA помогает удалять из матриц органические кислоты, жирные кислоты и углеводы.

Для идентификации вещества были оптимизированы параметры масс-спектрометрического детектора и определены индивидуальные для данного аналита масс-переходы. Для иона-прекурсора с отношением масса/заряд 482,0 выбраны ионы-продукты с отношением масса/заряд 284,2 для количественного расчета и 112,1 как подтверждающий в режиме мониторинга множественных реакций.

Хроматографическая система была представлена жидкостным хроматографом с колонкой ZORBAX Eclipse Plus C18 длиной 50 мм, диаметром 2,1 мм и зернением 1,8 мкм. Хорошо интегрируемые симметричные пики хлорантранилипрола получены при прохождении через колонку пробы в подвижной фазе, состоящей из 0,1 %-го раствора муравьиной кислоты в воде и 0,1 %-го раствора муравьиной кислоты в ацетонитриле при соотношении компонентов 45 : 55 и скорости подачи растворителя 0,4 см³/мин.

Внедренный подход для подготовки проб позволил получить приемлемую степень извлечения действующего вещества из исследуемых модельных проб кофе, подготовленных с внесением аналита на пяти уровнях (0,01; 0,02; 0,04; 0,1 и 10,0 мг/кг), где последний уровень с учетом разбавления пробы в 50 раз. Степень извлечения хлорантранилипрола и оцененное стандартное отклонение промежуточной прецизионности для всего массива измерений составили соответственно 83 и 6,2 %. Благодаря подобранным параметрам хроматографирования и идентификации удалось достигнуть предел количественного определения 0,01 мг/кг, что с большим запасом обеспечивает разработанный гигиенический норматив для данного вещества в бобах кофе.

Все исследовательские материалы положены в основу методики: «Определение остаточных количеств хлорантранилипрола в бобах кофе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» для дальнейшего применения при контроле импортируемой продукции.

Новая методика утверждена в установленном порядке по разделу 4.1. Методы контроля. Химические факторы (МУК 4.1.4079-24), включена в государственный реестр Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений под номером ФР.1.31.2025.50523 и дополнила официальные методы аналитического контроля остаточных количеств пестицидов.

Поступила 10.09.2025

ОЦЕНКА МИКРОБНОГО СТАТУСА ОБЪЕКТОВ ВНУТРИБОЛЬНИЧНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ 2–4 КЛАССОВ ЧИСТОТЫ

Емельянова О. А., к. б. н., *micro_sanitary@rcheph.by*,
Дудчик Н. В., д. б. н., профессор, *micro_sanitary@rcheph.by*,
Долгина Н. А., к. б. н., *rspch@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Оценка микробиоты объектов лечебно-профилактических учреждений и последующее исследование фенотипических признаков изолятов патогенных, условно-патогенных бактерий является важным этапом идентификации опасности в рамках концепции оценки риска внутрибольничных инфекций, ассоциированных с контаминацией объектов внутрибольничной среды.

Цель работы – изучить качественный и количественный состав микробиоты объектов в помещениях 2–4 классов чистоты организаций здравоохранения.

Проведены исследования микробного статуса 67 объектов внутрибольничной среды организаций здравоохранения г. Минска по качественным и количественным показателям. Отбор смывов проводили с оборудования, мебели, инвентаря, спецодежды и рук персонала с последующим обогащением и высевом на питательные среды. Определение видовой принадлежности изолятов выполняли с использованием автоматического микробиологического анализатора VITEK 2 compact (bioMérieux, Франция).

По результатам исследования микробной контаминации установлено, что условно-патогенные микроорганизмы были широко представлены в изученных объектах внутрибольничной среды. При этом уровень микробной контаминации и состав условно-патогенной микробиоты зависел от специфических свойств объектов: возможных источников контаминации, наличия характерных условий, благоприятных для роста и развития отдельных видов микроорганизмов, антропогенной нагрузки (например, интенсивность загрязнения, использование адекватных методов обеззараживания). Наибольшая контаминация микроорганизмами наблюдалась во время и после работы на поверхностях предметов, контактирующих с кожными покровами человека, таких как кушетки, стол, ручка двери, инструментарий, халаты и костюмы медицинские (12–182 КОЕ / 100 см²). На руках персонала до обработки уровень микробной контаминации составил не более 20 КОЕ, после обработки дезинфицирующим средством – 0 КОЕ. При идентификации выделенных микроорганизмов подтверждено наличие условно-патогенных микроорганизмов семейства Enterobacteriaceae, был отмечен рост плесневых и дрожжеподобных грибов. Бактерии *Pseudomonas aeruginosa* в исследованных пробах не выявлены. Наиболее распространенными контаминантами объектов внутрибольничной среды являлись бактерии рода *Staphylococcus*. По результатам определения видовой принадлежности выделенные изоляты принадлежали к видам *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. hominis*, *S. lentus* и *S. warneri*.

Поступила 29.09.2025

СКРИНИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЛИФОСАТА В ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ивашкевич Л. С., к. т. н., *chf@rspch.by*,
Полянских Е. И., к. х. н., *chf@rspch.by*,
Белышева Л. Л., *chf@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Глифосат (N-(фосфонометил)-глицин, $C_3H_8NO_5P$) является самым продаваемым агрохимикатом в мире. Глифосат представляет собой широкодиапазонный неизбирательный гербицид, используемый для борьбы с однолетними и многолетними сорняками при выращивании сельскохозяйственных культур, а также для десикации с целью ускоренного подсушивания растений перед уборкой урожая. Широкое использование

гербицидных препаратов на основе глифосата увеличивает риск присутствия остаточных количеств данного соединения в пищевой продукции растительного происхождения.

В соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» остаточное количество глифосата в зерне хлебных злаков не должно превышать 3 мг/кг, в зерне кукурузы – 0,3 мг/кг, в бобах сои и семенах подсолнечника – 0,15 мг/кг. В США установлено допустимое содержание остатков глифосата на уровне 30 мг/кг для зерна и 8 мг/кг для сушеного гороха. В Европейском союзе (далее – ЕС) максимально допустимые уровни остаточного содержания – 10 мг/кг для сушеной чечевицы, сушеного гороха и пшеницы и на уровне 20 мг/кг для овса. В то же время в ЕС в большинстве свежих растительных продуктов содержание глифосата не должно превышать 0,1 мг/кг.

В марте 2015 г. Международное агентство по изучению рака Всемирной организации здравоохранения классифицировало глифосат как «вероятно канцерогенный для человека» (категория 2A). Некоторые исследования показывают корреляцию между воздействием гербицидов на основе глифосата и неходжкинской лимфомой у людей, другие исследования свидетельствуют о возникновении рака у лабораторных животных от воздействия данного соединения. В настоящее время продолжаются работы по оценке рисков, связанных с широкомасштабным использованием глифосата и контаминацией им продовольственного сырья.

Целью работы являлось проведение скринингового исследования содержания глифосата в зерновой продукции, представленной в розничной торговле Республики Беларусь.

Объектами исследования являлись булгур, мука обдирная, мука овсяная, гречневая крупа, зерновые хлопья, рис, чечевица, горох из магазинов г. Минска.

В качестве метода исследований использовался метод иммуноферментного анализа (далее – ИФА), который является наиболее распространенным скрининговым методом определения токсикантов в различных объектах. К преимуществам данного метода относятся невысокая стоимость, экспрессность, простота пробоподготовки и проведения анализа по сравнению с хроматографическими методами анализа.

Исследования проводились с использованием набора для иммуноферментного анализа Eurofins Abraxis Glyphosate ELISA (Gold Standard Diagnostics, Великобритания). Концентрацию аналита определяли спектрофотометрически с использованием фотометра универсального Ф 300ТП (Россия).

Тест представляет собой прямой конкурентный ИФА, основанный на распознавании глифосата поликлональными антителами. Предел количественного определения метода составляет 5 мкг/кг продукта.

Проведенные исследования показали, что в образцах овсяной крупы, гречневой крупы, риса глифосат обнаружен не был. В образцах булгура, зерновых хлопьев и гороха глифосат содержался в незначительных количествах: 6,9; 5,2 и 35,4 мкг/кг соответственно. В то же время относительно высокое содержание глифосата было обнаружено в муке обдирной – 230 мкг/кг и чечевице – 850 мкг/кг.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в ряде зерновых продуктов, присутствующих на рынке Республики Беларусь, содержится глифосат, что обуславливает необходимость в проведении дальнейших скрининговых исследований.

Поступила 11.09.2025

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА ИЗ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ

Кузнецова Н. С., к. б. н., доцент, kns2702@yandex.ru,

Риккер Ю. О., yrikker@mail.ru,

Кобылкин М. В., к. т. н., доцент, mikhail.kobylkin@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет», г. Чита, Российская Федерация

Природные цеолитовые туфы, включая месторождения, расположенные на территории России, представляют значительный интерес благодаря своим уникальным свойствам, характерным для каркасных алюмосиликатов. Эти минералы обладают высокой активностью в процессах ионного обмена, адсорбции и катализа, что позволяет применять их в различных областях.

Использование природных цеолитов распространено в системах водоочистки, осветления напитков, таких как вина, соки, в пивоваренной промышленности. Они являются компонентами биологически активных добавок, например, препарата «Литовит», обладающих антиоксидантными, антимикробными свойствами и способствующих стимуляции иммунной системы организма. Цеолиты находят применение

в медицинских устройствах (аппараты гемодиализа), используются в качестве носителей лекарств, используются для лечения болезней желудочно-кишечного тракта, обменных нарушений и ран у сельскохозяйственных животных, а также вносятся в почву в виде удобрений.

Однако некоторые исследования указывают на потенциальные риски, связанные с использованием нативных цеолитов, включая их возможное канцерогенное, мутагенное действие и нефротоксичность, особенно при наличии частиц в наноразмерном диапазоне. Ученые предполагают, что основной причиной этих эффектов является присутствие сорбированных примесей различного происхождения, таких как тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды. Исходя из этого, возникает необходимость очистки цеолитсодержащих пород от возможных токсикантов и дальнейших исследований, направленных на объективную оценку воздействия этих минералов на здоровье человека и животных.

Цель работы – изучение возможности удаления бенз(а)пирена из природных цеолитов с помощью различных экстрагентов.

Объектами исследования являлись цеолиты Шивиртуйского месторождения Забайкальского края клиноптилолит-монтмориллонитовой природы. Пробоподготовка включала измельчение, промывание, высушивание образцов в сушильном шкафу, проведение ситового анализа и отбор фракции $r = 0,5-1,0$ мм. Удаление бенз(а)пирена (далее – БП) проводили термическим (прокаливание в течение 2 ч при 400°C) и химическим (H_2SO_4 2М, толуол) способами, выбор которых был основан на литературных данных. Уровень БП в соответствии с МУК 4.1.1273-03 регистрировали на высокоэффективном жидкостном хроматографе LC-20 Prominence с флуориметрическим детектором RF-10AXL (Япония, Shimadzu, программа «Мультихром» версии 3.0, Российская Федерация). Обработка результатов осуществлялась в Microsoft Excel 2021.

Результаты эксперимента показали, что природный цеолит содержит БП в количестве 0,0058 мкг/кг. Обработка шивиртуйских цеолитов серной кислотой продемонстрировала наилучшие показатели по удалению бенз(а)пирена, снижая его количество на 86,7 % относительно начального уровня. Термическое воздействие уменьшает концентрацию углеводорода на 78,6 %, применение толуола – на 41,4 %. Полученные результаты согласуются с имеющимися данными, согласно которым наиболее эффективная экстракция бенз(а)пирена (более 95 %) достигается при значениях pH среды от 2,5 до 5,3.

Таким образом, проведенное исследование установило наличие вещества первого класса опасности в цеолитсодержащих пробах. Установленные данные подчеркивают необходимость обязательного контроля содержания полициклических ароматических углеводородов и других потенциально опасных веществ в природных цеолитах и их обязательной предварительной подготовки перед использованием в медицине, фармакологии, животноводстве.

Поступила 28.08.2025

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАСТИ АККРЕДИТАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕЙ ИСПЫТАНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Куриленко Ю. В., gkurilenko@octava.info,

Стерликов А. В., asterlikov@mail.ru

Общество с ограниченной ответственностью «НТЦ Цифровые приборы», г. Москва, Российская Федерация

В Российской Федерации и Республике Беларусь испытательные лаборатории (далее – ИЛ) аккредитуются в Национальной системе аккредитации в соответствии с требованиями законодательства на выполнение испытаний, исследований и измерений. При этом специалисты аккредитуемых лиц не всегда понимают различия между этими видами работ. Эти различия могут оказывать влияние на построение области аккредитации (далее – ОА) ИЛ и оценку выполняемых ею работ со стороны заказчиков и контролирующих инстанций.

Испытание – это процесс проверки характеристик или работоспособности объекта в заданных условиях, в том числе с целью подтверждения соответствия требованиям.

Исследование – это процесс изучения объекта или явления с целью получения новых знаний, выявления закономерностей, в том числе с целью установления соответствия нормативным требованиям.

Измерение – это процесс определения количественных значений физических величин с использованием средств измерений (далее – СИ) и статистической обработки. Измерения могут являться частью испытаний или исследований, но не наоборот.

Порядок проведения испытаний и исследований физических факторов неионизирующей природы может быть изложен в стандартах, методических указаниях по контролю (далее – МУК) и рекомендациях, других подобных документах. В них изложены необходимые условия проведения испытаний (исследований), разъяснения положений нормативных документов и др., а также ссылка на методику измерений (далее – МИ).

При формировании ОА в графу «Диапазон определения» (Российская Федерация) или «Наименование характеристики (показатель, параметры)» (Республика Беларусь) должны быть включены значения в соответствии с заявленным методом испытаний (исследований). Для виброакустических факторов такие значения в существующих методах, как правило, отсутствуют и должны быть определены по результатам внедрения (верификации методов). Ситуация формально упрощается при использовании аттестованных МИ или методик прямых измерений. Однако при этом также возможны проблемы.

Рассмотрим пример измерений «коммунальной» вибрации, создаваемой движением трамваев, приведенный в МУК 4.3.3221-14 «Инструментальный контроль и оценка вибрации в жилых и общественных зданиях». В этом примере на периоде наблюдений в ночное время (23:00–7:00) в 480 мин. выполнено 5 измерений эквивалентного скорректированного уровня виброускорения с результатами 79,0; 78,0; 76,5; 76,8; 74,6 и 78,8 дБ (относительно 10^{-6} м/с²). Среднее значение виброускорения в серии измерений равно 77,3 дБ. В период контроля ожидается 16 вибрационных событий. Суммарное время воздействия вибрации составляет 80 мин. Эквивалентный скорректированный уровень виброускорения на периоде контроля равен: $77,3 \text{ дБ} - 10 \lg(80 \text{ мин} / 480 \text{ мин}) = 69,5 \text{ дБ}$.

В тексте МУК 4.3.3221-14 указано, что нижний предел измерений применяемого виброметра составляет 60 дБ (относительно 10^{-6} м/с²). Очевидно, что на основании этого ИЛ указывает в ОА это значение. На первый взгляд все логично. Однако необходимо отметить, что для обеспечения столь высокого разрешения необходимо использовать вибродатчики с очень низким уровнем собственного шума и соответственно со значительно более высокой стоимостью.

В то же время анализ данного примера показывает, что на самом деле для измерений уровней вибрации в диапазоне от 74 до 79 дБ совсем не обязательно иметь СИ с нижней границей 60 дБ. Достаточно прибора с нижним пределом измерений около 70 дБ. Однако в таком случае недостаточно указать в ОА только МИ, приведенную в эксплуатационной документации СИ. Эта МИ применяется только для определения текущих уровней виброускорения в контрольной точке. Для определения эквивалентных уровней виброускорения на периоде контроля следует указывать соответствующий нормативный документ на методы исследования (МУК, ГОСТ и др.), а в качестве нижней границы диапазона определения контролируемого параметра выбрать уровень, соответствующий минимальному количеству событий (одно событие на периоде контроля): $77,3 \text{ дБ} - 10 \lg(5 \text{ мин} / 480 \text{ мин}) = 57,5 \approx 58 \text{ дБ}$.

Для ИЛ в Республике Беларусь вышеуказанные параметры могут быть приведены в графе «Наименование характеристики (показатель, параметры)».

Обращаем внимание, что полученное значение ниже наименьшего гигиенического норматива для коммунальной вибрации (62 дБ относительно 10^{-6} м/с²). То есть отсутствует необходимость в применении дорогостоящих датчиков виброускорения с очень высоким разрешением.

Данный пример наглядно показывает, что грамотное обоснование диапазонов определения исследуемых параметров на основе внедрения методов испытания (исследования) позволяет корректно использовать СИ общего назначения и получить заметный экономический эффект.

Поступила 11.09.2025

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И СКРИНИНГОВЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ КОНСЕРВАНТОВ ОРТО-ФЕНИЛФЕНОЛА И ДИФЕНИЛА ВО ФРУКТАХ НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Полянских Е. И., к. х. н., chf@rspch.by,
Федорова Т. А., chf@rspch.by,
Андреевская Е. В., chf@rspch.by,
Ивашкевич Л. С., chf@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь консерванты орто-фенилфенол (далее – ОФФ) и дифенил (далее – ДФ) разрешены к использованию для поверхностной обработки цитрусовых. Безопасный уровень их применения регламентирован требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (далее – ТР ТС 029/2012), в соответствии с которыми содержание консервантов в цитрусовых не должно превышать 12 мг/кг для ОФФ и 70 мг/кг для ДФ. В то же время из-за отсутствия метрологически аттестованной методики измерений контроль за содержанием данных консервантов в пищевой продукции в республике не проводится.

Целью исследования явилась разработка методики измерений массовой доли консервантов ОФФ и ДФ во фруктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением флуоресцентного детектирования (далее – ВЭЖХ-ФЛД) и проведение скрининговых исследований фруктов, поступающих на рынок Республики Беларусь, на содержание указанных консервантов.

В результате проведенных исследований разработана методика измерений массовых долей ОФФ и ДФ во фруктах методом ВЭЖХ-ФЛД. Принцип метода основан на экстракции ОФФ и ДФ из фруктов при помощи ацетонитрила, центрифугировании, очистке экстракта путем его последовательного пропускания через картриджи для твердофазной экстракции, содержащие анионообменные и катионообменные группы, и последующем анализе подготовленных проб методом ВЭЖХ-ФЛД. Массовые доли ОФФ и ДФ в пищевом продукте рассчитываются с помощью градуировочных зависимостей площадей пиков от массовых концентраций ОФФ и ДФ, построенных с использованием пяти градуировочных растворов, в пересчете на объем экстракта и массу навески пробы. Диапазон определяемых значений массовых долей ОФФ составляет от 0,50 до 50,00 мг/кг и ДФ от 5,00 до 200,00 мг/кг. Разработанная методика АМИ.МН 0190-2024 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Массовые доли орто-фенилфенола и дифенила во фруктах. Методика измерений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием» прошла метрологическую аттестацию в установленном порядке и внедрена в деятельность аккредитованных лабораторий, осуществляющих контроль за безопасностью пищевой продукции.

С использованием разработанной методики измерений проведены скрининговые исследования 100 образцов фруктов. Из 59 исследованных цитрусовых фруктов ОФФ обнаружили в 19 образцах. Содержание данного консерванта в цитрусовых варьировалось от 0,18 до 5,07 мг/кг. При этом исследовались как цедра фрукта, так и фрукт целиком. Содержание ОФФ в цедре было в 1,5–3,5 раза выше по сравнению с содержанием консерванта в целом фрукте (цедра + мякоть). Полученные значения не превысили предельно допустимый уровень содержания ОФФ в цитрусовых фруктах (14 мг/кг), установленный в ТР ТС 029/2012. Данный консервант не был обнаружен в других видах проанализированных фруктов в пределах нижней границы диапазона измерений методики, которая составила для ОФФ 0,50 мг/кг. Консервант дифенил был обнаружен в одном образце из всех проанализированных фруктов. Его содержание в цедре лимона составило 5,32 мг/кг, что также ниже предельно допустимой концентрации данного консерванта (70 мг/кг), установленного в ТР ТС 029/2012. Нижняя граница диапазона измерений для ДФ составляет 5,00 мг/кг.

Внедрение разработанной методики измерений в практику учреждений государственного санитарно-го надзора позволит проводить контроль за содержанием указанных консервантов и тем самым защитить население от употребления опасной пищевой продукции.

Поступила 11.09.2025

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АМИНОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Салимова А. Д., salimova.ad@fncg.ru

Институт дезинфектологии Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Российская Федерация

Соединения, содержащие аминогруппу, широко распространены как в природе, так и в промышленности (А. Llor, 2010; S. Sentellas et al, 2016). Наиболее значимыми примерами аминов являются аминокислоты, триэтиламин, анилины, первичные, вторичные, третичные, а также четвертичные амины. Их определение представляет собой сложную аналитическую задачу ввиду разнообразия структур, физико-химических свойств и сложности матриц проб.

Биогенные амины, такие как путресцин, кадаверин, гистамин и тирамин, образуются в результате микробиологического декарбоксилирования аминокислот. Биогенные амины содержатся в ферментированных продуктах, а также в продуктах с высоким содержанием белка. Хотя многие биогенные амины, включая гистамин и путресцин, необходимы для многих основных функций человека и животных, потребление продуктов, содержащих большое количество этих аминов, может иметь токсикологические последствия (M. Pawul-Gruba et al., 2022).

Существующие методы прямого определения аминов часто непригодны для анализа многокомпонентных смесей и сложных матриц из-за высокого предела обнаружения, низкой селективности, отсутствия хромофорных групп у аминов, а также сложности разделения аминов от других веществ.

Необходимо изучить процесс дериватизации аминов с дериватизационным агентом, а также разработать высокочувствительный и селективный метод определения широкого спектра аминов в сложных матрицах (например, пищевые продукты, объекты окружающей среды) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Прямое хроматографическое определение аминов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии имеет значительные трудности, обусловленные химическими свойствами аналитов. Большинство аминов не обладают хромофорными группами, а также не проявляют природной флуоресценции, что исключает возможность их детектирования с помощью ультрафиолетового и флуоресцентного детекторов.

В связи с этим была разработана методика предварительной дериватизации аминов с последующим хроматографическим анализом. Анализируемыми аминами являлись: бутиламин, циклогексиламин, N,N-бис(3-аминопропил)додециламин. Среди биогенных аминов были выбраны: гистамин, тирамин, путресцин и кадаверин. В качестве дериватизирующего реагента использовали хлорид *n*-толуолсульфонила (тозилхлорид), обеспечивающий введение хромофорных групп в молекулы целевых соединений.

Для каждого исследуемого амина оптимизировали условия проведения тозилирования: мольное соотношение реагентов, температура, время реакции, pH среды. Процедура синтеза заключалась в следующем: к раствору амина добавляли тозилхлорид (2 эквивалента) и триэтиламин (2 эквивалента). Реакционную смесь перемешивали на магнитной мешалке в течение 15 мин при комнатной температуре. Очистку продуктов проводили методом тройной экстракции в системе дихлорметан – вода с использованием делительной воронки. Органическую фазу отделяли, сушили над безводным сульфатом натрия и концентрировали с помощью роторного испарителя. Выход производных для всех исследуемых аминов составил свыше 97 %. Структура полученных соединений была подтверждена методом спектроскопии ядерного магнитного резонанса.

Разделение и количественное определение производных аминов проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием. В качестве неподвижной фазы использовали аналитическую колонку Acclaim C8 (4,6 × 150 мм, 5 мкм). В качестве подвижной фазы использовали систему ацетонитрил (элюент А) – вода (элюент В) в градиентном режиме элюирования: 0–1 мин 60 % В, 1–6,0 мин линейный градиент от 60 % до 28 % В; 6,0–10,0 мин 28–30 % В, 10,0–15 мин линейный градиент от 28 % до 93 %. Анализ проводили со скоростью потока 0,8 мл/мин. Температура термостата колонки составляла 35 °С. Объем вводимой пробы 8 мкл. Детектирование проводили при длинах волн 210–250 нм.

Метрологические характеристики предложенного метода свидетельствуют о его пригодности для определения остаточных количеств аминов в рабочих растворах дезинфицирующих средств, пищевых продуктах, а также в объектах окружающей среды. Метод характеризуется высокой чувствительностью, селективностью и воспроизводимостью. Предел обнаружения предложенного метода для путресцина составляет 0,0420 мг/дм³, для кадаверина – 0,0251 мг/дм³, для гистамина – 0,0231 мг/дм³, для тирамина – 0,0199 мг/дм³,

для бутиламина – 0,0333 мг/дм³, для циклогексиламина – 0,0332 мг/дм³, а также для N,N-бис(3-аминопропил) додециламина – 0,326 мг/дм³.

Поступила 11.09.2025

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФЛУДИОКСОНИЛА В МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Соболев Д. Н., sobolev.dn@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Рост мирового населения и увеличение спроса на продовольствие требуют интенсификации сельского хозяйства, что неизбежно ведет к расширению применения пестицидов. Среди них особое место занимают фунгициды, обеспечивающие защиту культурных растений от патогенных грибов. Одним из представителей таких веществ является флудиоксонил – несистемный фунгицид из класса фенилпирролов, обладающий широким спектром действия и низкой подвижностью в почве, разработанный швейцарской компанией Novartis (ныне Syngenta Crop Protection GmbH). Флудиоксонил, имеет химическое название 4-(2,2-дифтор-1,3-бензодиоксол-4-ил)пиррол-3-карбонитрил. Флудиоксонил – контактный фунгицид, ингибирующий фосфорилирование митоген-активируемой протеинкиназы/гистидинкиназы при передаче сигнала проникновения патогенных грибов, что приводит к увеличению содержания многоатомных спиртов, таких как глицерин, в грибе, тем самым ингибируя прорастание конидий, удлинение ростковой трубки и рост мицелия, что в конечном итоге приводит к гибели патогена.

Однако широкое применение пестицидов требует строгого контроля их остаточных количеств в пищевой продукции. В настоящее время в Российской Федерации для определения флудиоксонила используются традиционные методы высокоэффективной жидкостной хроматографии, которые, несмотря на свою надежность, отличаются высокой ресурсоемкостью. В связи с этим актуальной задачей является разработка и валидация более эффективных методик, основанных на современных хромато-масс-спектрометрических подходах. Современные требования к безопасности пищевой продукции делают необходимым контроль пестицидов не только в исходном сельскохозяйственном сырье, но и в продуктах его переработки. Особое внимание следует уделять маслосодержащим культурам, так как липофильные свойства многих пестицидов могут приводить к их концентрированию в масляной фазе. Жиры и масла незаменимы в повседневной жизни, но могут содержать остатки пестицидов, представляющие угрозу для здоровья человека, что делает разработку точных оценок риска для питания крайне важной. Флудиоксонил, обладая умеренной липофильностью ($\log P = 4,12$), потенциально может накапливаться в растительных маслах.

Целью настоящего исследования являлась апробация метода определения остаточных количеств флудиоксонила в образцах зерна и масла масличных культур.

Объектами исследования были образцы четырех видов масличных культур, возделываемых на территории Российской Федерации: рапс, соя, кукуруза, лен, а также пробы приготовленного из этих образцов растительного масла. Использовались реактивы высокой чистоты: аналитический стандарт флудиоксонила фирмы Dr. Ehrenstorfer (регистрационный номер CAS 131341-86-1, чистота 99,7 %, Великобритания), ацетонитрил (UHPLC supergradient grade, Индия) и смеси для экстракции VetExQ (IL-5650-5156, Россия), предназначенные для удаления полярных органических кислот, сахаров и липидов из образцов, содержащих жиры, и парафины. При пробоподготовке использованы вихревой встряхиватель IKA VORTEX (Германия) и высокоскоростная центрифуга Gyrozen 1580R (Корея) с фиксированным угловым ротором и охлаждаемой камерой.

Для количественных измерений в диапазоне измерений от 0,01 до 0,1 мг/кг приготовлены растворы аналитического стандарта в ацетонитриле и построена градуировочная прямая – по оси абсцисс отражена концентрация флудиоксонила, а по оси ординат – площадь пика. Для извлечения аналита из исследуемых матриц (зерно, масло) гомогенизированную навеску помещали в центрифужную пробирку на 50 см³, добавляли деионизированную воду (общая масса пробы 10 г) и встряхивали с применением аппарата для встряхивания в течение 15 мин. После пробу заливали 10 см³ ацетонитрила и снова встряхивали. Затем к смеси добавляли керамический гомогенизатор и смесь солей для экстракции (4 г сернокислого магния, 1 г хлористого натрия, 1 г натрия лимоннокислого трехзамещенного и 0,5 г натрия лимоннокислого двухзамещенного 1,5-водного) и вручную встряхивали в течение 1 мин. После экстракции пробу центрифугировали

в течение 5 мин со скоростью 8000 об/мин³, 5 см³ экстракта (верхний слой в пробирке после центрифугирования) переносили в центрифужную пробирку на 15 см³, содержащую смесь сорбентов (150 мг сорбента для твердофазной экстракции на основе первичного-вторичного амина, 900 мг магния серноокислого и 150 мг твердофазного сорбента на основе октадецилсилана) и встряхивали в течение 1 мин. Пробу центрифугировали в течение 5 мин со скоростью 8000 об/мин³, отбирали надосадочный раствор, фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,22 мкм.

После описанных выше процедур экстракции и очистки образцы были проанализированы, идентификацию и количественное определение проводили с использованием газового хромато-масс-спектрометра Agilent 5977/7890 (США), снабженного капиллярной кварцевой колонкой Zebtron ZB-5ms (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм, США). Хроматографические параметры использованного аналитического метода: температура детектора: квадруполь – 150 °С, источника – 230 °С, переходной камеры – 280 °С. Температура испарителя – 280 °С. Температура термостата колонки программированная. Начальная температура – 150 °С, выдержка 1 мин, нагрев колонки со скоростью 40 градусов в минуту до температуры 170 °С, нагрев колонки со скоростью 10 градусов в минуту до температуры 240 °С, выдержка 5 мин. Газ-носитель – гелий (99,99 %). Скорость потока в колонке: 1,0 см³/мин; давление – 13,3 psi. Средняя линейная скорость – 38,051 см/сек. Объем вводимой пробы – 1 мм³, ориентировочное время выхода – 16,2 мин.

При масс-спектрометрическом детектировании аналита использован режим мониторинга выбранных ионов. Ион с отношением масса-заряд 248 использован для количественных расчетов метода, ионы 127 и 182 использовались для качественного подтверждения по соотношению ионов.

Для подтверждения надежности использованного метода были проанализированы на содержание флудиоксонила образцы рапса, сои, кукурузы и льна, выращенные на территории Российской Федерации, а также образцы свежеприготовленного масла. Результаты показали, что флудиоксонил не был обнаружен ни в одном из этих образцов. Для проверки возможности использования метода абсолютной калибровки на растворителе был оценен эффект влияния матрицы на величину отклика аналита. Полученные результаты демонстрируют, что эффекты матрицы не имеют существенного значения. Кроме того, методом добавок была оценена степень извлечения аналита из исследуемых образцов – по 5 образцов на нижнем и верхнем пределах определения (0,01 и 0,1 мг/кг) для каждой репрезентативной матрицы. Были рассчитаны показатели степени извлечения и стандартного отклонения образцов с внесением – полученная средняя степень извлечения в процентах (зерно/масло) по культурам: рапс 82,3/77,5; соя 89,1/73,2; кукуруза 91,4/74,7; лен 86,8/72,7.

Анализ полученных данных показал, что метод позволяет получить надежные результаты, соответствующие международным требованиям к аналитическому контролю пестицидов.

Влияние переработки сельскохозяйственной продукции на итоговое содержание остаточных количеств может зависеть от физико-химических свойств пестицидов. Предложенный метод оказался полезным для рутинного анализа благодаря своей скорости и простоте выполнения, использование хромато-масс-спектрометрической системы обеспечивает высокую чувствительность и воспроизводимость с достаточно низким пределом определения.

Поступила 18.09.2025

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ОДНОВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛА И АЦЕТАМИПРИДА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ И СМЫВАХ С КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ОПЕРАТОРОВ

Степанова Н. А., stepanova.na@fncg.ru,
Ковалев С. С., Kovalev.SS@fncg.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Использование инсектицидов в сельском хозяйстве является важной частью агротехнических мероприятий, направленных на защиту сельскохозяйственных культур от насекомых вредителей. Инсектициды помогают контролировать численность вредителей, которые могут существенно снизить урожайность и качество продукции. В практике сельского хозяйства инсектициды могут применяться как в чистом виде, так и в составе смесей.

Использование комбинаций этих химических соединений в препаратах снижает норму расхода действующего вещества, повышая при этом общую эффективность. Целью нашей работы являлась оценка эффективности применения смеси ацетамиприда и хлорантранилипрола при равном соотношении данных компонентов во время проведения штангового опрыскивания парового поля, а также оптимизация метода их количественного определения.

В настоящее время существуют методы определения для каждого инсектицида в воздушной среде и смывов с кожных покровов операторов путем применения высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектором, обеспечивающие требуемые нижние пределы количественного измерения.

В рамках данного исследования был проведен отбор проб воздушной среды и смывов с кожных покровов операторов при совместном присутствии действующих веществ. Пробы воздуха рабочей зоны отбирались в зоне дыхания работающих с пестицидами, атмосферный воздух на расстоянии 300 м от участка обработки препаратом, до и после работы проведены смывы со стандартных участков кожи оператора (лицо, шея, руки, грудь, голень).

В связи с этим возникла идея создания единого метода определения ацетамиприда и хлорантранилипрола, учитывающая предоставленные условия отбора проб и установленные нижние пределы количественного определения данных инсектицидов.

Этапы оптимизации метода включали подбор соответствующих компонентов подвижной фазы, режима элюирования, выбора оптимальной длины волны детектирования.

В ходе проведения исследовательской работы были выявлены несколько факторов, влияющих на процесс оптимизации совместного метода. Важным этапом адаптации метода являлся подбор органического растворителя для проведения экстракции аналитов из образцов воздушной среды. Опытным путем было доказано, что применение ацетонитрила обеспечило более высокую степень извлечения обоих действующих веществ, чем использование этанола. Также была подобрана оптимальная длина волны детектирования 248 нм и соотношение компонентов подвижной фазы. Большое внимание было уделено подбору условий хроматографирования. Изократический режим элюирования с использованием смеси ацетонитрила и воды в соотношении (8 : 2) привел к выходу пиков действующих веществ вместе с неудерживаемыми соединениями, в соотношении (4 : 6) произошла потеря формы пика хлорантранилипрола (размывание). В итоге применение градиентного режима привело к оптимальному разделению и формированию четких пиков действующих веществ. Также экспериментально было показано, что использование чистого ацетонитрила, а не водно-органической смеси растворителей для растворения проб воздушной среды и смывов с кожных покровов операторов положительно сказалось на полноте извлечения вещества и составило 2 см³.

Оптимизированный метод был валидирован для проб атмосферного воздуха и смывов с кожных покровов работающих, полнота извлечения из данных матриц составила для ацетамиприда 98,7 и 93,1 %, для хлорантранилипрола – 107,8 и 109 % соответственно. Нижний предел количественного определения анализируемых действующих веществ составил для проб воздуха рабочей зоны 0,05 мг/м³ при аспирации 10 дм³ воздуха и 0,002 мг/м³ для проб атмосферного воздуха при аспирации 90 дм³ воздуха. Достигнутые пределы существенно ниже рекомендуемых величин ориентировочного безопасного уровня воздействия. Нижний предел количественного определения в смывах составил 0,2 мкг.

В результате выполненных исследований по определению экспозиционных уровней действующих веществ в воздушной среде, а также в смывах с кожных покровов работающих, при штанговом опрыскивании парового поля, установлено, что их содержание существенно ниже предела количественного определения.

Поступила 18.09.2025

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТУЙОНА В ТАБАЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ АМИ.МГ 0013-2024

*Тимофеева О. Н., chf@rspch.by,
Полянских Е. И., к. х. н., chf@rspch.by,
Белышева Л. Л., chf@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Эфирные масла таких растений, как полынь, шалфей, туя, можжевельник, пижма, тимьян, розмарин, содержащих туйон, потенциально могут содержаться в различных табачных изделиях, в частности жидкостях для «электронных сигарет» (парогенераторов, вапорайзеров, вейпов, электронных систем доставки никотина), изделиях из нагреваемого табака.

Однако в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» (далее – ТР ТС 035/2014) туйон не допускается использовать в качестве ингредиента при производстве табачной продукции. Для контроля за содержанием туйона в табачных изделиях необходима метрологически аттестованная методика измерений.

Нами разработана методика «АМИ.МГ 0013-2024. Массовая концентрация туйона в табачной продукции. Методика измерений методом газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием». Методика прошла метрологическую аттестацию (свидетельство № 010/2024 об аттестации АМИ от 05.12.2024).

Принцип метода, лежащий в основе АМИ.МГ 0013-2024, базируется на проведении экстракции туйона из табачной продукции смесью метанол : вода (3 : 7). Из водно-метанольной фазы туйон экстрагируют дихлорметаном и проводят очистку методом твердофазной экстракции на картриджах C18 объемом 3 см³. Газохроматографический анализ проводят с использованием газового хроматографа, оборудованного пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой с полярной жидкой фазой DB-FFAP (длина 60 м; диаметр 0,53 мм; толщина пленки жидкой фазы 1,0 мкм). Газ-носитель – водород. Анализ проводят при программировании температуры термостата колонки от 65 °С до 190 °С. При анализе табака и никотиновых паучей количественный расчет проводят методом внутреннего стандарта с использованием метилдеканоата в качестве внутреннего стандарта, при анализе жидкостей для электронных сигарет – методом абсолютной градуировки.

Используя разработанную методику измерений, проведены скрининговые исследования 50 образцов табачной продукции (27 образцов сигарет, в том числе 17 образцов сигарет с ароматизированными капсулами; 4 образца нагревательного табака (стики); 5 образцов никотиновых паучей; 14 образцов жидкостей для электронных сигарет), представленных в торговой сети Республики Беларусь.

На хроматограммах большинства исследованных образцов табачной продукции (46 образцов) не обнаружены пики α - и β -изомеров туйона. 4 образца сигарет содержали α -изомер туйона в количествах менее нижней границы установленного диапазона измерений методики – 0,4 мг / 100 г; β -изомер туйона в указанных образцах не был обнаружен.

Таким образом, установлено, что проанализированные образцы табачной продукции, поступающей на рынок Республики Беларусь, не содержали туйон и соответствовали требованиям ТР ТС 035/2014.

Внедрение указанной методики в практику учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, позволит количественно определять содержание туйона в табачной продукции, эффективно контролировать содержание туйона в производимой в Республике Беларусь и импортной продукции на соответствие требованиям ТР ТС 035/2014.

Поступила 11.09.2025

ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. СТАТЬИ

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ КЛАССА А

*Балакаева А. В., к. б. н., balakaeva.AV@fncg.ru,
Скопин А. Ю., к. м. н., доцент, skopin.ayu@fncg.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Актualным вопросом санитарно-эпидемиологического благополучия населения является обеспечение безопасности при обращении с отходами, в особенности – в медицинских организациях.

Федеральный закон от 08.08.2024 № 306-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – 306-ФЗ) внес ряд изменений в следующие Федеральные законы: от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (далее – 89-ФЗ); от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (далее – 323-ФЗ), решив ряд накопившихся проблем и определив «дорожную карту» обращения с медицинскими отходами (далее – МО) различного класса опасности.

Целью исследования являлось проведение анализа законодательства Российской Федерации по обращению с МО класса А.

«Дорожная карта» обращения с МО в результате нововведений [1]:

МО класса А, подобные твердым коммунальным отходам (далее – ТКО), передаются региональному оператору (далее – РО) по обращению с ТКО;

МО класса Б обеззараживаются своими силами либо передаются на обеззараживание/обезвреживание другим лицам (при этом создается перечень организаций, оказывающих соответствующие услуги);

МО класса В – в обязательном порядке обеззараживаются физическими методами, затем транспортируются и обезвреживаются (организациями из перечня, аналогично отходам класса Б);

МО класса Г по определенному Правительством Российской Федерации перечню передаются ФГУП «Федеральный экологический оператор». Остальные передаются аналогично МО класса Б с учетом токсикологической опасности (необходимость обеззараживания определяется санитарными правилами);

МО класса Д направляются национальному оператору по обращению с радиоактивными отходами.

Согласно 323-ФЗ и «Критериям разделения МО на классы по степени их эпидемиологической, токсикологической, радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 04.07.2012 № 681: класс А – эпидемиологически безопасные отходы, приближенные по составу к ТКО.

МО класса А, подобные ТКО, включены в сферу влияния природоохранного законодательства. Однако при анализе существующего положения дел можно сделать вывод о разночтениях в представлениях о том, каким видится обращение с МО класса А, и двоякое понимание приведенных 306-ФЗ формулировок и их практического исполнения.

В соответствии с подпунктом 3 пункта 3 статьи 2 306-ФЗ: «МО класса А передаются <...> РО по обращению с ТКО, которые обеспечивают обращение с ними в соответствии с требованиями, установленными 89-ФЗ в отношении ТКО. К указанным отходам не относятся МО классов Б и В после обеззараживания».

В соответствии со статьей 1 89-ФЗ под ТКО понимаются отходы, «образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, эпидемиологически безопасные МО, приближенные по составу к ТКО».

Согласно 89-ФЗ, перечень видов отходов производства и потребления, находящихся в обращении в Российской Федерации и систематизированных по совокупности классификационных признаков: происхождению, условиям образования (принадлежности к определенному производству, технологии), химическому и (или) компонентному составу, агрегатному состоянию и физической форме, установлен Федеральным классификационным каталогом отходов (далее – ФККО), утвержденным приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242.

При анализе формулировок законодательства, разъяснительных писем Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (далее – Минприроды России) и запросов медицинских организаций возникают следующие вопросы, которые могут быть истолкованы неоднозначно и приводить к спорным ситуациям:

1. Чьей обязанностью является паспортизация отходов класса А? В письмах Минприроды России (от 14.07.2025 № 25–47/29 127, от 09.06.2025 № 25-47/24024) интерпретация соответствующей формулировки 306-ФЗ такова, что это обязанность образователя отходов, что противоречит вышеуказанному определению подпункта 3 пункта 3 статьи 2 306-ФЗ.

2. С какого конкретно момента МО класса А начинают рассматриваться в качестве ТКО? Позиция согласно письму Минприроды России от 09.06.2025 № 25-47/24024: «с момента передачи таких отходов, а именно складирования в месте (площадке) накопления ТКО, на данные отходы распространяются требования 89-ФЗ и они регулируются как ТКО». Однако письма от 14.07.2025 № 25-47/29127 и от 14.05.2025 № 25-47/19851 Минприроды России представляют позицию, согласно которой МО класса А необходимо трактовать как ТКО сразу после образования и соответственно обращаться с ними с учетом соблюдения всех подзаконных положений природоохранного законодательства.

3. Все ли МО класса А считаются ТКО (либо: есть ли у медицинских организаций отходы класса А, не относящиеся к ТКО по определению 89-ФЗ)? В случае наличия у организации других специфических отходов, не попадающих под приведенное выше определение ТКО, возникает необходимость их передачи по отдельному договору сторонней организации, а также оформления и исчисления платы за негативное воздействие. Однако это противоречит вышеприведенной формулировке подпункта 3 пункта 3 статьи 2 306-ФЗ о передаче отходов класса А региональному оператору по обращению с отходами.

4. Каким предполагается видеть видовой состав МО класса А в соответствии с кодами ФККО? Будет ли весь объем отходов дифференцирован по различным кодам ФККО или использоваться один объединяющий код, например: 7 33 100 01 72 4: «отход мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)». Представляется, что на практике в этот код могут быть включены все отходы, аналогичные отходам производства и потребления, что ухудшит их дифференцирование и может затруднить дальнейшую сортировку и утилизацию.

5. Готовы ли мощности региональных операторов по обращению с отходами к дополнительным объемам?

Выявленные «спорные» вопросы по обращению с МО класса А изложены в таблице 1.

Таблица 1 – Вопросы, касающиеся обращения с медицинскими отходами класса А, имеющие различное понимание

№	Краткая суть вопроса	Основные участники, формирующие позицию по вопросу	Актуальность вопроса с гигиенических позиций
1	Обязанность по паспортизации МО класса А	Вопрос общего нормирования	Практическая деятельность медицинских организаций и РО
2	Момент начала интерпретирования МО класса А в качестве ТКО	Вопрос общего нормирования	
3	Наличие у медицинских организаций отходов класса А, не относящиеся к ТКО по определению 89-ФЗ	РО / медицинские организации; вопрос общего нормирования	Правильное дифференцирование поможет дальнейшему обращению с отходами (сортировке и пр.)
4	Видовой состав отходов класса А	РО / медицинские организации	
5	Соотношение объемов МО класса А, образующихся у медицинских организаций и направляемых РО и мощностей РО	РО / медицинские организации	Соответствие объемов обеспечит своевременный вывоз и экологическую безопасность

Вышеизложенные вопросы выявляют проблематику не только общего нормирования медицинских отходов, но и различной трактовки законодательных формулировок как исполнительными органами власти, так и медицинскими организациями. При этом письма федеральных органов исполнительной власти не являются нормативными правовыми актами [2], в связи с чем приведенные в статье и находящиеся в свободном доступе письма Минприроды России с разъяснением вопросов применения нормативных правовых актов не содержат правовых норм и не направлены на установление, изменение или отмену правовых норм, являясь экспертной позицией Минприроды России.

Таким образом, единого взгляда по обращению с МО класса А в настоящее время не имеется. Какую позицию по вышеприведенным вопросам займут сами «образователи» МО – медицинские организации, а также РО различных регионов, и будут ли возникать споры, аналогичные зафиксированным ранее [3], до вступления в силу 306-ФЗ – покажет время.

Литература

1. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федер. закон от 08 авг. 2024 г. № 306-ФЗ // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 15.07.2025).
2. Об утверждении Правил подготовки нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти и их государственной регистрации : постановление Правительства Рос. Федерации от 13 авг. 1997 г. № 1009 : в ред. 15 нояб. 2024 г. № 1557 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 10.08.2025).
3. Изменения законодательства в области обращения с медицинскими отходами / А. В. Балакаева, А. Ю. Скопин, О. О. Синицына, Н. В. Русаков // Гигиена и санитария. – 2025. – Т. 104, № 5. – С. 544–553.

Поступила 30.09.2025

О ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМАТИВА «ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ И БЕЗВРЕДНОСТИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА»

Бардашов Ю. С., gigkom@mzcge.by,
Субботина Е. Н., fizlab@mzcge.by,
Гурский В. В., mzcge@cge.by

Учреждение здравоохранения «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Могилев, Республика Беларусь

В статье рассматривается осуществление государственного санитарного надзора за соблюдением пользователями допустимых значений показателей безопасности и безвредности шумового воздействия на человека при проектировании и строительстве объектов на территории г. Могилева и Могилевского района.

Урбанизация, экологические проблемы, стресс и другие факторы оказывают значительное влияние на здоровье горожан. Шум – источник вредного физического воздействия на здоровье населения, неразлучный спутник городского общества. Необходимость нормирования и надзора за соблюдением акустического комфорта при строительстве объектов обоснована:

- ростом количества личного автотранспорта;
- уплотнением застройки населенного пункта;
- ростом объектов промышленной инфраструктуры.

Данные тенденции характерны для г. Могилева. В связи с этим государственный санитарный надзор УЗ «МЗЦГЭ» по вопросу соблюдения допустимых уровней шума направлен на разработку и реализацию мероприятий на всех этапах проектирования, строительства и ввода объектов в эксплуатацию.

При рассмотрении и подготовке санитарно-гигиенического заключения по градостроительному проекту «Генеральный план г. Могилева» (2023 год) учреждением здравоохранения «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии» (далее – УЗ «МЗЦГЭ») сделаны замечания:

- о недостаточной проработке мероприятий по снижению уровней вредного химического и физического воздействия автотранспорта;
- об отсутствии шумовой оценки на территории лечебных учреждений, рекреационных зон.

По итогу рассмотрения в генеральный план внесены предложения по оптимизации светофорного регулирования дорожного движения с применением принципов автоматизированного, координированного и гибкого регулирования, строительства на улицах в необходимых случаях экранирующих зданий, в помещениях которых допускаются уровни звука более 50 дБА, и домов с повышенной шумозащитой; развитие городского велосипедного движения, перераспределение, сокращение пассажиропотоков путем функционального зонирования городских территорий; по включению контрольных точек для расчета шума и загрязнения воздуха территорий лечебных учреждений, рекреационных зон.

На сегодняшний день генеральный план находится в стадии доработки.

При рассмотрении и подготовке санитарно-гигиенического заключения по градостроительному проекту «Схема развития городского пассажирского транспорта и магистрально-уличной сети города Могилева» (2023 год), по результатам оценки расчетов прогнозируемого уровня шума проектируемых и существующих объектов шумового воздействия выполнено следующее:

- установлена необходимость разработки основных мероприятий по защите окружающей среды от вредных воздействий транспортных средств в проектах специального и детального планирования на последующих стадиях проектирования;

- предложены мероприятия по снижению уровней воздействия транспортных средств в условиях сложившейся застройки города и с учетом перспективы ее развития: формирование радиально-кольцевой структуры магистральных улиц, включая строительство мостов и путепроводов, строительство дублеров магистральных улиц, увеличение доли электротранспорта в структуре городского пассажирского транспорта, пропуск транзитных автомобилепотоков и основных потоков грузового транспорта в обход центра города и жилой застройки, реконструкция участков транспортной сети с нарушениями дорожного покрытия;

- указаны особые условия реализации проектных решений: необходимость подтверждения расчетных параметров физического воздействия и выбросов загрязняющих веществ, предусмотренных проектной документацией, на территории жилой застройки, границах санитарно-защитных зон, санитарных разрывов данными лабораторных исследований (испытаний) на стадии ввода объектов в эксплуатацию.

При рассмотрении детальных планов застройки кварталов и районов г. Могилева и Могилевского района (пер. Карасёва, ул. Подгорная, ул. Праздничная, ул. Вильчицкая, Заречная, д. Николаевка 2, М. Боровка) по результатам оценки факторов физического воздействия источники физического воздействия в значении, превышающих гигиенические нормативы, с учетом шумозащитных мероприятий на планируемой территории не установлены, что свидетельствует об учете требований генерального плана, установленных гигиенических нормативов. В то же время во избежание просчетов в случаях размещения объектов планируемой застройки вблизи существующих объектов шумового воздействия расчетные данные, как правило, подтверждаются лабораторно-инструментальными исследованиями. Так, при проектировании детального плана многоквартирной жилой застройки «Красавик» в аг. Полыковичи Могилевского района вблизи существующей промышленной зоны по ул. Крупской в г. Могилеве шумозащитные мероприятия разработаны на основании серии натурных замеров уровней шума.

Выдача разрешительной документации на проектирование и строительство объектов социальной, инженерной, транспортной инфраструктуры УЗ «МЗЦГЭ» осуществляется с включением требований о разработке мероприятий по исключению ухудшения условий проживания населения по показателям, имеющим гигиенические нормативы, также проводится информирование территориальных органов Министерства архитектуры и строительства на заседаниях земельной комиссии о результатах мониторинга шумового загрязнения населенных пунктов.

По результатам рассмотрения проектной документации и обследования объектов строительства с аналитическим (лабораторным) контролем на предмет соблюдения установленных гигиенических нормативов выявлены факты нарушения: несоблюдение минимальных санитарных разрывов от проектируемых автопарковок («Благоустройство дворовой территории в районе жилых домов № 2, 8 по ул. Орловского в г. Могилеве»), расчетные данные проведены без учета значений гигиенического норматива («Строительство путепровода-дублера ул. Якубовского – Загородное шоссе в г. Могилеве»), недостаточная эффективность шумозащитного экрана («Микрорайон жилой застройки в границах улиц: Крупской, Стасова, Гришина, Калужской в г. Могилеве»).

Корректировкой проектной документации с реализацией проектных решений установлено экранирование учреждения образования «Ясли-сад № 45» (рисунок 1); проведение дополнительного экранирования территории учреждения образования «Ясли-сад № 63» (рисунок 2), проведение дополнительного защитного озеленения («Микрорайон жилой застройки в границах улиц: Крупской, Стасова, Гришина, Калужской в г. Могилеве») (рисунок 3).



Рисунок 1 – Экранирование учреждения дошкольного образования «Ясли-сад № 45»



Рисунок 2 – Дополнительное экранирование учреждения дошкольного образования «Ясли-сад № 63»



Рисунок 3 – Проведение дополнительного защитного озеленения «Микрорайон жилой застройки в границах улиц Крупской, Стасова, Гришина, Калужской в г. Могилеве»

Проводимый государственный санитарный надзор на каждом этапе проектирования и строительства объектов позволяет обеспечить создание акустического комфорта для проживающего населения путем рассмотрения градостроительных проектов, проектной документации, обследования объектов с проведением лабораторных измерений на предмет соблюдения гигиенического норматива «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека», а также при взаимодействии с субъектами и органами местного самоуправления по вопросам шумовой защиты жилой территории.

Поступила 15.09.2025

«ПРОСТАЯ» УПАКОВКА КАК ЧАСТЬ МНОГОСЕКТОРАЛЬНОГО ПОДХОДА К БОРЬБЕ ПРОТИВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТАБАКА И НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

Бартман О. В., ooz@rcheph.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время управление факторами риска развития неинфекционных заболеваний является важным аспектом их профилактики. Статьей 45 Конституции Республики Беларусь гражданам Республики Беларусь гарантируется право на охрану здоровья, которое обеспечивается среди прочих и мерами по оздоровлению окружающей среды. Вместе с тем в данной статье отмечено, что граждане заботятся о сохранении собственного здоровья [1].

Курение является одним из лидирующих факторов риска развития неинфекционных заболеваний, способствует созданию неблагоприятной для здоровья окружающей среды.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) в структуре смертности от болезней органов дыхания 37,2 % причин связаны с табакокурением, наибольший вклад в смертность от онкологических заболеваний вносит табакокурение (18,3 %) среди лиц 15–49 лет.

Курение матери как при беременности (в 2,25 раза), так и после (в 2 раза) повышает вероятность синдрома внезапной детской смерти. В связи с этим представляется важным продвижение дальнейших мер, способствующих снижению распространенности потребления табачной и никотинсодержащей продукции. Одной из таких эффективных мер является обезличенная «простая» упаковка.

Целью исследования являлось изучение открытых источников информации по оценке требований к «простой» упаковке и влияние использования «простой» упаковки табачных изделий на распространенность курения.

При подготовке статьи использованы результаты научных исследований, находящиеся в свободном доступе в интернет-источниках, акты законодательства стран мира.

«Простая» (стандартизованная, унифицированная) упаковка – черно-белая или с двумя другими цветами упаковка, на которой не допускается размещение рекламной и иной стимулирующей потребление табака информации, включая логотипы (за исключением торгового наименования и наименования изделия, изображенных стандартным (установленным) цветом и гарнитурой).

Принятые на сегодняшний день в странах Европейского союза законы о «простой» упаковке стандартизируют или запрещают конкретные элементы упаковки и продукции. Целесообразность стандартизации или запрета этих элементов в законе, а не в нормативных актах, зависит от обстоятельств, существующих в юрисдикции.

Элементы упаковки, подлежащие стандартизации: цвет внешней и внутренней поверхности упаковки; отделка цвета внешних и внутренних поверхностей упаковки; внешний вид названия бренда и любого суббренда (шрифт, стиль, размер шрифта, расположение, цвета); название фирмы или компании, контактные данные и страна-производитель; материалы и клеи; форма и размер упаковки; тип крышки и способ ее открытия; подкладки упаковки; обертки; штрихкоды; предупреждения о вреде для здоровья (текст и графические элементы, размер и расположение на упаковке, сроки использования и чередование); как и где должны быть наклеены налоговые марки.

В некоторых странах законы налагают общий запрет на использование на упаковке или самих табачных изделиях любых элементов, не разрешенных законом. Такое общее положение устраняет неопределенность в тех случаях, когда речь идет о свойствах, прямо не оговоренных законом о «простой» упаковке, и ограничивает возможности производителей по использованию рекламных атрибутов в обход закона. К таким элементам относятся: элементы, украшающие упаковку; вставки и вкладыши; отверстия; запахи и звуки; элементы, которые после розничной продажи меняют свои свойства (например: краска, проявляющаяся с течением времени; панели со соскабливаемыми изображениями; съемные вкладыши); элементы, нарушающие требования к нейтральности и однородности упаковочных единиц; использование других коммуникационных технологий как части упаковки.

В некоторых юрисдикциях нормативные акты о «простой» упаковке стандартизуют внешний вид самих табачных изделий. Элементы, которые могут стандартизироваться, перечислены ниже.

Для сигарет: цвет и отделка картонных пачек; цвет фильтров и насадок; внешний вид названий любых брендов и суббрендов (стиль шрифта, размер шрифта, расположение, цвет); любые буквенно-цифровые коды.

Для сигар: сигарная лента; внешний вид названий любых брендов и суббрендов на сигарах (стиль шрифта, размер шрифта, расположение, цвет).

Для самокрутного табака: цвет и брендинг на бумаге для скручивания; клейкая лента.

Для табачных изделий для использования с устройством (например, табачные стики, вставляемые в устройство для нагревания табака): цвет фильтров и насадок; цвет и отделка картонной упаковки; вентиляционные отверстия не должны образовывать никакие слова, изображения или дизайн.

«Простая» упаковка позволяет как предотвратить стимулирование потребления табака, так и повышает эффективность предупреждений о вреде для здоровья, размещаемых на упаковках табачных и никотинсодержащих изделий, поскольку они становятся более заметны.

Согласно проведенным исследованиям, унифицированная упаковка определенно помогает снизить распространенность курения.

В настоящее время существует значительный массив эмпирических данных, подтверждающих эффективность внедрения «простой» упаковки.

В 2017 году опубликован южнокорейский обзор, обобщающий результаты 51 научного исследования. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что унифицированная упаковка помогает снизить распространенность курения [2].

Первой в мире страной, внедрившей «простую» упаковку, стала Австралия в 2012 г. Распространенность курения в Австралии до введения стандартизированной «простой» упаковки в 2012 г. составляла 19,4 %, а через 34 месяца после введения оценивалась в 17,2 %. За вычетом эффектов принятия других антитабачных мер и трендовой составляющей, по данным Австралийского института здравоохранения и социальной защиты, переход на унифицированную упаковку в Австралии способствовал сокращению числа курящих на 118 000 человек в течение 34 месяцев [3].

В 2023 г. распространенность курения среди взрослых в Австралии снизилась до 10 %, что является одним из самых низких показателей среди развитых стран [4].

В Великобритании «простая» упаковка вводилась поэтапно с мая 2016 г. по май 2017 г. Данные официальной статистики также показывают снижение распространенности курения среди населения в Соединенном Королевстве – в 2015 г. в Великобритании курило 17,2 % населения старше 18 лет, в 2016 г. – 15,8 %, в 2017 г. – 15,1 %, в 2018 г. – 14,7 % (снижение распространенности курения на 2,5 % за 3 года).

В ближайшем к Евразийскому экономическому союзу (далее – ЕАЭС) крупнейшем интеграционном объединении – Европейском союзе (далее – ЕС) государства-члены постепенно переходят на использование «простой» упаковки (согласно пункту 53 Директивы 2014/40/EU государства-члены ЕС наделены правом по введению «простой» упаковки на национальном уровне).

Данные также говорят о беспрецедентном снижении распространенности курения во Франции в 2017 г. на фоне введения «простой» упаковки. Согласно данным опроса населения 18–75 лет в период с января по июль 2017 г., проведенного органами Общественного здравоохранения Франции, распространенность ежедневного курения снизилась с 29,4 % в 2016 г. до 26,9 % в 2017 г., т. е. на 2,5 %. К 2023 г. распространенность ежедневного курения во Франции продолжает снижаться и в 2023 году составила 23,1 %.

В целях противодействия внедрению «простой» упаковки табачные компании во всех странах используют довод о росте нелегальной продукции на рынке. Однако информация о росте незаконной торговли табачными изделиями после введения «простой» упаковки не находит подтверждения в независимых исследованиях.

Рамочная конвенция Всемирной организации здравоохранения по борьбе против табака (далее – РКБТ ВОЗ) обязывает Стороны принимать эффективные меры в отношении упаковки и маркировки табачных изделий (Статья 11) и ввести всеобъемлющий запрет (или ограничения) на рекламу и стимулирование продаж табачных изделий и спонсорскую деятельность табачных компаний (Статья 13).

Республика Беларусь, являясь Стороной РКБТ ВОЗ, взяла на себя обязательства по продвижению основных стратегий РКБТ ВОЗ, в т. ч. в части совершенствования требований к упаковке и маркировке табачной и иной никотинсодержащей продукции, основанных на рекомендациях ВОЗ, мотивирующих к отказу от потребления табака и иной никотинсодержащей продукции, а также направленных на предотвращение использования упаковки в качестве средства продвижения указанной продукции.

В Руководящих принципах осуществления статей 11 и 13 РКБТ ВОЗ Сторонам рекомендовано рассмотреть возможность принятия требований к «простой» упаковке табачной продукции. При этом введение «простой» упаковки рекомендуется осуществлять в рамках комплексного подхода к борьбе против табака, включающего размещение крупных графических предупреждений о вреде для здоровья и полный запрет на рекламу, стимулирование продаж и спонсорство.

Пунктом 15 Руководящих принципов Статьи 13 (Реклама, стимулирование продажи и спонсорство табачных изделий) РКБТ ВОЗ отмечено, что «Упаковка является важным элементом рекламы и стимулирования продажи. Табачная упаковка и характеристики изделия используются различными способами для привлечения внимания потребителей, пропаганды изделий, распространения и пропаганды индивидуальности

фирменной марки, например, с помощью логотипов, цветов, шрифтов, рисунков, форм и материалов на пачках и в составе пачек, или же на отдельных сигаретах или других табачных изделиях».

Согласно пункту 46 Руководящих принципов по осуществлению Статьи 11 (Упаковка и маркировка табачных изделий) РКБТ ВОЗ «Сторонам следует рассмотреть возможность принятия мер для ограничения или запрета размещения на упаковке логотипов, цветов фирменных изображений или пропагандистской информации, за исключением торгового наименования и наименования изделия, изображенных стандартным цветом и гарнитурой («простая» упаковка). Это может повысить заметность и эффективность предупреждений и сообщений о вреде для здоровья, предотвратить отвлечение внимания от таких сообщений и не дать возможности использовать такие методы промышленного дизайна в отношении упаковки, которые могут создать впечатление, что некоторые изделия являются менее вредными, чем другие».

Важным аспектом данной меры является то, что «простая» упаковка эффективно предотвращает начало курения, особенно среди детей и молодежи, поскольку на упаковке отсутствуют элементы, стимулирующие потребление табака (например, изображения бабочек, закрытых или раскрывшихся бутонов цветов, которые размещаются с целью привлечения внимания девочек-подростков и женщин).

В настоящее время «простая» упаковка успешно применяется более чем в 25 развитых странах мира (перечислены по хронологии введения): Австралия, Франция, Великобритания, Норвегия, Ирландия, Новая Зеландия, Таиланд, Уругвай, Саудовская Аравия, Словения, Турция, Израиль, Канада, Сингапур, Бельгия, Нидерланды, Дания, Гернси, Венгрия, Джерси, Финляндия, Маврикий, Мьянма, Оман, Грузия.

Согласно опубликованным докладам ВОЗ, благодаря запрету на использование рекламных элементов в оформлении пачки стандартизированная «простая» упаковка позволяет снизить привлекательность табачной продукции, минимизировать применение упаковки в качестве формы рекламы и стимулирования продаж, ослабить возможности для введения потребителей в заблуждение, поскольку на пачках нет информации о том, что некоторые марки сигарет менее вредны, чем другие, а также позволяет повысить действенность предупреждений о вреде для здоровья, поскольку они становятся более заметны.

Имеющиеся в открытых источниках данные свидетельствуют о снижении распространенности курения в странах, применяющих требования в отношении «простой» (унифицированной) потребительской упаковки, подтверждая эффективность внедрения данной меры [5].

На данном этапе страны-члены ЕАЭС рассматривают возможность внесения изменений в Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 035/2014 «Технический регламент на табачную продукцию» с целью введения стандартизированной «простой» упаковки табачных изделий, а также способствовать установлению таких требований к упаковке никотинсодержащей продукции в рамках разработки проекта технического регламента ЕАЭС «Технический регламент на никотинсодержащую и безникотиновую продукцию» в целях предотвращения использования потребительской упаковки для стимулирования потребления табака и снижения распространенности потребления табачных и никотинсодержащих изделий.

Литература

1. Конституция Республики Беларусь : с изм. и доп., принятыми на респ. референдумах 24 нояб. 1996 г., 17 окт. 2004 г. и 27 февр. 2022 г. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2024. – 109 с.
2. Tobacco packaging design for reducing tobacco use / A. McNeill, S. Gravelly, S. C. Hitchman [et al.] // Cochrane Database of Systematic Reviews. – 2017. – Vol. 4, iss. 4. – Art. № CD011244. – DOI: 10.1002/14651858.CD011244.pub2.
3. Post-Implementation Review: Tobacco Plain Packaging 2016 / Australian Government. Department of Health. – Canberra : Australian Government, 2016. – 58 p. – URL: <https://oia.pmc.gov.au/sites/default/files/posts/2016/02/Tobacco-Plain-Packaging-PIR.pdf> (date of access: 12.09.2025).
4. National Drug Strategy Household Survey 2022–2023 : [database] // Australian Institute of Health and Welfare. – URL: <https://www.aihw.gov.au/reports/illicit-use-of-drugs/national-drug-strategy-household-survey/data> (date of access: 12.09.2025).
5. Key findings from the Health of Canadians report, 2024 // Statistics Canada. – URL: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/250305/dq250305a-eng.htm> (date of access: 12.09.2025).

Поступила 15.09.2025

РЕАЛИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА «ЗДОРОВЫЕ ГОРОДА И ПОСЕЛКИ» НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ТОРГМАШ» ЧЕРЕЗ СОЗДАНИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ

*Бондарь Е. И., viola@gigienabar.by,
Анискевич О. Р., viola@gigienabar.by*

Государственное учреждение «Барановичский зональный центр гигиены и эпидемиологии»,
г. Барановичи, Республика Беларусь

Сохранение жизни и здоровья населения является приоритетным направлением государственной политики. В соответствии с Государственной программой «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы благодаря проведению профилактических мероприятий запланировано снижение до 1,4 % риска неблагоприятных последствий (случаев заболеваний, смерти), обусловленных воздействием факторов среды обитания человека [1].

В выбранном направлении достижение успеха возможно при условии согласованных межведомственных действий, направленных на улучшение здоровья и качества жизни населения в городах. Одним из наиболее эффективных инструментов налаживания таких связей является проект «Здоровые города» (далее – Проект) [2].

В г. Барановичи подпрограмма 2 «Профилактика и контроль неинфекционных заболеваний» Государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы ставит задачу снизить влияние факторов риска неинфекционных заболеваний за счет создания единой профилактической среды, которая включает в себя реализацию ряда пунктов регионального комплекса мероприятий. В рамках развития национальной сети «Здоровые города и поселки» (в соответствии с пунктом Комплекса мероприятий) разработан и утвержден 29.12.2023 «План мероприятий по реализации Программы деятельности национальной сети «Здоровые города и поселки» на территории города Барановичи на 2024–2025 годы», который включает раздел по созданию здоровьесберегающей среды на предприятиях г. Барановичи.

С целью оценки достигнутых результатов реализации разработанного и внедренного комплекса мероприятий по профилактике заболеваний, несчастных случаев на производстве среди работающих на ОАО «Торгмаш» проведен анализ и оценка мероприятий, касающихся различных аспектов охраны здоровья работающих, и их влияние на конечные целевые показатели Проекта.

Администрацией предприятия уделяется большое внимание реализации мероприятий в рамках Проекта.

Основные направления при реализации Проекта:

- улучшение условий труда на рабочих местах, создание условий для улучшения здоровья работников, повышение их работоспособности, продуктивности с применением различных форм материального стимулирования лиц, отдающих предпочтение здоровому образу жизни;

- снижение уровня поведенческих факторов риска развития неинфекционных заболеваний с акцентом на молодежь;

- мероприятия, направленные на снижение потребления табачной и никотинсодержащей продукции, алкогольной, слабоалкогольной продукции;

- мероприятия, направленные на обеспечение здоровым питанием и повышение информированности о рациональном питании;

- мероприятия, направленные на повышение физической активности, создание для всех работающих условий для занятий физической культурой и спортом.

На предприятии проводятся обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в процессе трудовой деятельности) медицинские осмотры согласно действующему законодательству. Разработан график проведения медицинских осмотров и в назначенные дни медицинские работники, в том числе узкие специалисты, на здравпункте предприятия проводят обследование работников. С целью укрепления и поддержания здоровья работников с 2020 года ежегодно на всех работников ОАО «Торгмаш» оформляется страховая медицинская программа, кроме того, страховая компания обеспечивает профилактические осмотры и вакцинацию персонала предприятия.

С 01.01.2024 года коллективным договором предусмотрены нормы (отдельная глава посвящена медобслуживанию, организации отдыха и санаторно-курортного лечения работников и членов их семей), направленные на создание условий для прохождения диспансеризации работниками, для сопровождения

детей в возрасте до 18 лет для прохождения медицинского профилактического осмотра с сохранением среднего заработка.

По результатам обработки данных по заболеваемости (согласно листкам нетрудоспособности) установлено: средний многолетний темп прироста общей заболеваемости за период 2019–2024 гг. характеризуется тенденцией к росту +11,8 %, что стало следствием углубленного изучения здоровья работающих в ходе реализации страховых программ и диспансеризации и, соответственно, позволило своевременно сформировать индивидуальные программы лечения и профилактики. Основной вклад в общую заболеваемость за анализируемый период вносили болезни органов дыхания, что во многом связано с пандемией коронавирусной инфекции COVID-19.

Средний темп снижения болезней органов пищеварения составил 4,7 %, при этом в 2023 г. отмечается выраженное снижение заболеваемости по сравнению с показателем предыдущего года на 52,7 %, что связано с качественным питанием, организованным на предприятии, в том числе с внедрением в меню с 2022 г. новых диетических блюд.

Качественное питание – один из главных факторов здоровья коллектива, его эффективной работоспособности.

На предприятии ежедневно работает столовая, имеется два обеденных зала на 120 мест, оборудованы 2 комнаты приема пищи в литейном и сборочном цехах, которые оснащены в соответствии с установленными требованиями (современная мебель, холодильник, умывальник, микроволновая печь).

В меню столовой включены различные диетические блюда (супы, салаты, гарниры, мясные и рыбные). Для приготовления блюд в столовой используют пароконвектомат. Пища получается полезной и здоровой, так как приготовлена с минимальным количеством жира или вовсе без него.

Для уточнения направлений по дальнейшей реализации проекта «Здоровые города и поселки» в сентябре 2024 г. сотрудниками ГУ «Барановичский зональный центр гигиены и эпидемиологии» проведен анкетный опрос работников ОАО «Торгмаш». В опросе принял участие 301 человек, большинство – мужчины (58 %), женщины – 42 %, возраст опрошенных – от 18 до 69 лет.

Каждый второй (55 %) опрошенный работник употребляет овощи и фрукты каждый день, каждый третий (34 %) – 2–3 раза в неделю, 9 % – несколько раз в месяц и 2 % – не употребляют вообще.

Большинство опрошенных работников активно проводят свой досуг 1–2 раза в неделю (49 %), ежедневно занимаются спортом (не менее 30 минут) – 27 %, 24 % указали на то, что спортом не занимаются.

Больше половины опрошенных респондентов (70 %) отметили, что они не курят, 17 % – курят постоянно, 4 % – курят от случая к случаю, 9 % – курили, но бросили.

С учетом полученных данных по результатам диспансеризации и медицинских осмотров, анкетного опроса руководством предприятия определены три основных направления по улучшению показателей здоровья коллектива: реализация индивидуальной и коллективной консультативной работы с работниками предприятия; создание здоровьесберегающей среды; повышение мотивации на ведение здорового образа жизни.

На предприятии функционирует собственный здравпункт, в который на постоянной основе приглашаются узкие специалисты для проведения консультаций, а также функционирует «Школа гипертоника» для работников с высоким риском возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, которым дважды в год выделяются бесплатно необходимые лекарства.

Программа индивидуальной работы с работниками с повышенным артериальным давлением (далее – АД) включает в себя проведение занятий по темам: что надо знать об артериальной гипертензии (обучают правильно измерять АД); здоровое питание при артериальной гипертензии; физическая активность и здоровье; стресс и артериальная гипертензия; медикаментозное лечение артериальной гипертензии. При посещении первого занятия врач-терапевт обучает работника самостоятельному ведению профиля АД. 1 раз в 2 недели (при необходимости – чаще) для корректировки лечения врач-терапевт проводит осмотр и оценку профиля АД. Для лечения на бесплатной основе проводит выписку медикаментов.

С целью создания здоровьесберегающей среды на ОАО «Торгмаш» проводится целенаправленная работа по внедрению прогрессивной технологии, что приводит к замене ручного труда машинами, исключению воздействия вредных и опасных факторов производства.

С 2016 г. случаи производственного травматизма отсутствуют.

Количество рабочих мест во вредных условиях труда с 2019 по 2023 г. уменьшилось на 22 %.

Все работники предприятия обеспечены в полном объеме спецодеждой, спецобувью, средствами индивидуальной защиты (далее – СИЗ). Качество СИЗ контролируется комиссией предприятия при поступлении. Целенаправленно ведется работа по улучшению условий труда и быта, развитию социальной сферы и сохранению социального пакета. Предприятие обеспечено в соответствии с установленными нормами санитарно-бытовыми помещениями, которые оснащены необходимыми средствами и устройствами. Решен

вопрос по обеспечению всех работников питьевой водой, благоустраивается территория, создаются места для отдыха в обеденный и технические перерывы.

На предприятии организовано проведение ежедневной производственной гимнастики. Для работающих посменно производственная гимнастика проводится согласно приказу директора в регламентированные перерывы.

Поддержка спорта и пропаганда здорового образа жизни – одно из приоритетных направлений социальной политики предприятия. Следует отметить, что на предприятии создаются все условия для полноценного труда и отдыха как работников, так и членов их семей. Услугами спортивных и тренажерных залов, бассейнов с оплатой 50 % стоимости билетов пользуются не только заводчане, но и члены их семей. Для любителей заниматься мини-футболом и волейболом предоставлялась возможность играть на открытых стадионах подшефных школ. Помимо этого, работники предприятия в течение года посещают спортивный комплекс «Атлант» (24 % от общей численности трудящихся).

Согласно календарному плану ежегодно спортсмены предприятия принимают участие в Городской круглогодичной спартакиаде среди предприятий и организаций г. Барановичи по следующим видам спорта: шашки, шахматы, волейбол, бадминтон, гиревой спорт, велоспорт, легкая атлетика, настольный теннис, плавание, дартс, стрельба из пневматической винтовки.

Для информированности трудящихся используются такие формы, как единые дни информирования, встречи с трудовым коллективом, производственно-экономическое информирование. Каждый третий четверг месяца проводятся встречи информационно-пропагандистских групп с коллективом. Фельдшерами здравпункта организуются консультативные встречи с персоналом предприятия по вопросам, соответствующим тематике республиканских единых дней здоровья, в том числе по формированию здорового питания, отказа от потребления табака, алкоголя, психопрофилактика.

С 2007 года осуществляется выпуск информационного листка «Торгмашевец». Издаются спецвыпуски по тематикам здоровья, безопасности. В информационном листке «Торгмашевец» в рубрике «Мы – за здоровье» периодически освещаются проблемы табакокурения, алкоголизма, онкологических заболеваний.

Таким образом, при реализации государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки» комплекс мер по охране здоровья персонала на предприятии ОАО «Торгмаш» позволил достичь снижения количества рабочих мест во вредных условиях труда, за последние 5 лет произошло снижение заболеваний органов пищеварения, случаи травматизма не регистрируются, увеличился уровень информирования работающих в формировании здорового образа жизни.

Литература

1. О Государственной программе «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 19 янв. 2021 г. № 28 : в ред. от 18 дек. 2024 г. № 965 // *іlex* : информ. правовая система (дата обращения: 12.08.2025).
2. Об опыте создания «профиля здоровья города» в международном проекте «Здоровые города» / Е. Л. Жиленко, Н. И. Гомерова, М. А. Захарова [и др.] // *Вестн. Рос. акад. мед. наук.* – 2012. – Т. 67, № 5. – С. 38–42.

Поступила 25.08.2025

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВОДИМЫХ ПРОТИВОКЛЕЩЕВЫХ ОБРАБОТОК В ЛАНДШАФТНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Г. ГРОДНО

Гранковская Т. А., *tagran@rambler.ru*

Государственное учреждение «Гродненский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Гродно, Республика Беларусь

Акарицидные обработки (влажная дезинсекция территорий инсектоакарицидными препаратами), проводимые в природных городских ландшафтах наряду с благоустройством территорий, являются основной необходимой мерой неспецифической (экспозиционной) профилактики, направленной на снижение численности популяции иксодовых клещей.

Территория Беларуси является юго-западной границей распространения *Ixodes persulcatus* (Schulze, 1930) и центром ареала *Ixodes ricinus* (Linnaeus, 1758). В результате интенсивной антропогенной трансформации природных комплексов на фоне климатических флуктуаций в последние десятилетия происходят

изменения границ обитания, численности иксодовых клещей и проявления эпидемиологической активности природных очагов клещевого вирусного энцефалита и болезни Лайма [1, 2]. В настоящее время доказано, что клещи многих видов передают возбудителей этих болезней нескольким последующим своим поколениям, способствуя сохранению инвазии в природе [3].

Переносчиками природно-очаговых зоонозных заболеваний (клещевого вирусного энцефалита, болезни Лайма, моноцитарного эрлихиоза человека, гранулоцитарного анаплазмоза человека) на территории Гродненского региона являются иксодовые клещи: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus* (Fabricius, 1794). Иксодовые клещи, являясь облигатными кровососущими членистоногими, нападают на человека в природных биотопах, наиболее часто в смешанных, лиственных и хвойных лесах с хорошо развитым травянистым и кустарниковым ярусом и травянистой подстилкой; в местах старых и новых просек и вырубок, по берегам водоемов, дорог, в местах с валежником и поросших высокой травой. Под воздействием различных абиотических и биотических факторов распространение прокормителей клещей и самих членистоногих во всех лесорастительных подзонах, мозаичность их пространственного распространения, способность к адаптации в условиях окружающей среды делают их неуязвимыми даже в условиях такой радикальной трансформации экосистем, как урбанизация. Вспышки некоторых трансмиссивных болезней находятся в прямой зависимости от численности основных переносчиков в природе [4].

В соответствии с требованиями Санитарных норм и правил «Требования к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на профилактику заболеваний, передаваемых иксодовыми клещами», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 07.12.2012 № 192, при выявлении в ходе энтомологического обследования численности иксодовых клещей 0,5 и выше экземпляров на флаго/км дополнительно к благоустройству и очистке территории должны проводиться акарицидные обработки.

Рекогносцировочные обследования территорий г. Гродно проводятся с целью определения видовой принадлежности, выявления заселенных территорий и численности иксодовых в рамках энтомологического слежения в течение всего сезона активности иксодовых клещей ежедекадно (с марта по ноябрь) [5]. На обследуемых участках г. Гродно клещей собирали по стандартной методике – «на энтомологический флаг» (т. е. на отрез (60 см ´ 100 см) однотонной светлой вафельной ткани, протаскивая развернутый флаг по растительности перед собой или сбоку, проводя осмотр флага через каждые 20 шагов). Показателем численности является среднее количество экземпляров клещей на 1 флаго/км маршрута.

Доминирующим видом в сборах с растительности при рекогносцировочных обследованиях на территории г. Гродно является *I. ricinus* – в 85 %. Клещи обнаруживались во всех лесных массивах (урочище Пышки, урочище Лососно, урочище Форт, лесопарке Румлево и др.), пустырях, парках и лесопарках, в зонах отдыха, расположенных в лесных массивах, находящихся на территории г. Гродно набережных рек Неман и Лососянка. За последние 5 лет самый высокий показатель численности иксодовых клещей в пик активности в лесных массивах, расположенных на территории г. Гродно, наблюдался в 2021 г. и составлял 9,85 экземпляра на флаго/км. Наименьший в 2019 г. – 6,5 экземпляра на флаго/км. Превышение численности клещей выше нормируемого является объективным показателем для проведения акарицидных (противоклещевых) обработок на данных территориях.

Большинство зон отдыха населения города расположены или прилегают к лесным массивам, берегам водоемов, не подлежащим обязательной противоклещевой обработке. На этих территориях в сезон активности клещей сохраняется высокий уровень численности иксодид (от 3,5 до 35,0 экземпляров на флаго/км) и существует вероятность их пассивного и активного заноса на обработанные территории с животными-прокормителями (грызунами, млекопитающими, птицами).

В результате:

- деятельности человека (активное использование территорий лесных массивов при сборе грибов, ягод, неорганизованного отдыха, выгула домашних животных) население достаточно много и часто оставляет после себя остатки пищевых продуктов, увеличивая доступную кормовую базу прокормителям клещей, и тем самым увеличивая их численность в лесопарках на городских территориях и их окрестностях;

- уменьшения зообарьера вокруг населенных пунктов за счет сокращения количества сельскохозяйственных животных формируется дефицит прокормителей иксодид, что приводит к увеличению возможности контакта с ними человека за счет увеличения антропогенной нагрузки;

- увеличения сезона активности клещей до 9,5 месяца (с 2019 по 2024 г. наименьший – 8 месяцев был в 2022 г., наибольший – 9,5 месяца в 2024 г.).

Кроме того, остаточное действие используемого препарата сохраняется на обрабатываемой территории в течение 1–1,5 месяца, что делает обоснованным проведение акарицидных обработок в эпидсезон как минимум двукратно: перед весенним (май – июнь) и осенним (август – сентябрь) пиком активности этих членистоногих.

Противоклещевые обработки на территории г. Гродно проводятся в два этапа перед весенним (май – июнь) и осенним (август – сентябрь) сезонными активностями иксодид.

Контроль эффективности проводимых мероприятий и анализ полученных результатов подтвердил их целесообразность и положительный эффект. Проведенные обработки позволяют добиться значительного снижения численности популяции переносчиков клещевых инфекций и снижения числа лиц, обратившихся в организации здравоохранения по поводу присасывания клещей на данных территориях. Так, например, после проведения акарицидных обработок в зонах отдыха г. Гродно (урочище Лососно, лесопарке «Румлево», урочище Пышки тропа «Здоровье», озеро Юбилейное и др.) численность клещей не превышала нормируемый показатель 0,5 экземпляра на флаго/км, при котором проводится обработка. А в большинстве случаев численность клещей в зонах отдыха в течение эпидсезона после обработки по данным проведенных контрольных энтомологических обследований и с учетом остаточного действия применяемых препаратов составляла 0 экземпляров на флаго/км. Не регистрировались обращения граждан в организации здравоохранения с укусами клещей с обработанных территорий.

Следует отметить, что зоны отдыха г. Гродно (урочище Лососно, лесопарк «Румлево», урочище Пышки тропа «Здоровье», озеро Юбилейное, урочище Форт и др.) расположены на территории лесных массивов, не подлежащих обязательной акарицидной обработке, имеют высокую рекреационную и антропогенную нагрузку. Активно используются населением для неорганизованного отдыха, выгула домашних животных, не отделены от лесных массивов границами. Наличие мышевидных грызунов, оседлых птиц, являющихся мощным фактором в поддержании численности иксодовых клещей, перелетных птиц, как возможных переносчиков клещей в другие районы и на обработанные территории. Сохраняется постоянный как пассивный, так и активный занос переносчиков клещевых инфекций на обработанные территории в течение всего сезона, что подтверждается данными энтомологического слежения. На обрабатываемых территориях при энтомологическом обследовании не обнаруживаются места гнездования (выплода) клещей. Вместе с тем единичные находки клещей представлены, как правило, нимфами различных возрастов и имаго.

Таким образом, проведение благоустройства и акарицидных обработок, как неспецифическая профилактика клещевых инфекций на территории города, позволяет на протяжении ряда лет снижать показатель численности иксодовых клещей на данных территориях в эпидемический сезон (ниже нормируемого), предотвращает присасывание клещей-переносчиков к людям, исключает массовое обращение граждан в организации здравоохранения с укусами клещей на данных территориях. Обработка не отменяет специфическую профилактику клещевого энцефалита, но может эффективно ее дополнять; для болезни Лайма и других связанных с клещами инфекций, от которых отсутствуют вакцины, значение проведения акарицидных обработок, особенно в очагах, значительно возрастает. Также необходимо учитывать при проведении противоклещевых мероприятий и оценке их значимости для здравоохранения и ветеринарной медицины, что возбудители болезней животных и человека связаны с двумя видами широко распространенных пастбищных иксодовых клещей (*Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*).

Литература

1. Беспятова, Л. А. Особенности проявления природных очагов клещевых инфекций на территории Карелии и Беларуси / Л. А. Беспятова, Е. И. Бычкова, М. М. Якович, С. В. Бугмырин // Природные ресурсы. – 2018. – № 1. – С. 86–91.
2. Филиппова, Н. А. Иксодовые клещи подсемейства *Ixodinae* / Н. А. Филиппова ; редкол.: О. А. Скарлато (гл. ред.). – Л. : Наука, 1977. – 409 с. – (Серия «Фауна СССР. Паукообразные»; Т. 4 ; вып. 4).
3. Арахноэнтомозные болезни животных : монография / А. И. Ятусевич, В. М. Каплич, И. А. Ятусевич ; под ред. А. И. Ятусевич. – Витебск : Витеб. ордена «Знак Почета» гос. акад. ветеринар. медицины, 2019. – 304 с.
4. Успенская, И. Г. Иксодовые клещи, их медико-ветеринарное значение / И. Г. Успенская, Ю. Н. Коновалов ; Акад. наук Молд. ССР, Ин-т зоологии. – Кишинев : Штиинца, 1974. – 28 с.
5. Об утверждении алгоритма проведения биологических наблюдений в природных биотопах за акарофауной, имеющей медицинское значение : приказ М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 13 февр. 2018 г. № 118 // Брагинский районный исполнительный комитет. – URL: <https://bragin.gov.by/uploads/files/Algoritm.pdf> (дата обращения: 02.09.2025).

Поступила 03.09.2025

ПРОЕКТ «МОГИЛЕВ – ЗДОРОВЫЙ ГОРОД» – КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

Гурский В. В., mzcge@cge.by,
Мотовилова С. Г., mogilev-zdorov@yandex.by,
Петрашевич С. Л., mogilev-zdorov@yandex.by

Учреждение здравоохранения «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Могилев, Республика Беларусь

В условиях современного общества вопросы улучшения качества жизни и здоровья населения становятся приоритетными. Урбанизация, экологические проблемы, стресс и другие факторы оказывают значительное влияние на здоровье горожан. В связи с этим разработка и реализация комплексных программ и проектов, направленных на формирование здорового образа жизни, развитие социальной инфраструктуры и создание благоприятных условий для проживания приобретают особую актуальность.

Проект «Могилев – здоровый город» является примером такого комплексного подхода к решению задач по улучшению качества жизни и здоровья населения (логотип проекта представлен на рисунке 1). Он представляет собой масштабную инициативу, направленную на создание условий для формирования здорового образа жизни среди жителей г. Могилева.



Рисунок 1 – Логотип проекта

Основными целями проекта являются:

- повышение уровня информированности населения о важности здорового образа жизни;
- развитие инфраструктуры для занятий физической культурой и спортом;
- создание условий для активного отдыха и досуга;
- формирование культуры здорового питания;
- профилактика заболеваний и укрепление здоровья.

Для достижения поставленных целей в рамках проекта проводятся спортивные и оздоровительные мероприятия, организуются лекции и семинары по здоровому образу жизни и т. д. Кроме того, проект способствует развитию социальной инфраструктуры, включая строительство спортивных объектов, парков и зон отдыха, а также улучшению экологической ситуации в городе.

Проект «Могилев – здоровый город» имеет важное значение для повышения качества жизни и здоровья населения, а также для формирования устойчивого развития города.

Положительная динамика по основным направлениям проекта:

1. Формирование здорового образа жизни:

- зафиксировано снижение численности лиц, употребляющих наркотики и состоящих на учете в наркодиспансере. Данный факт свидетельствует о положительных результатах работы в области профилактики наркозависимости и реабилитации зависимых лиц (рисунок 2);

- зафиксировано снижение уровня потребления алкоголя. Указанная положительная динамика связывается с проведением информационных кампаний, направленных на популяризацию здорового образа жизни, демонстрирующих преимущества активного и трезвого образа жизни, а также мер по ограничению доступности алкоголя (рисунок 2);



Рисунок 2 – Формирование здорового образа жизни (2022–2024 гг.)

Пример вышеуказанного мероприятия представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Старт велосезона

- уменьшение числа лиц с избыточным потреблением добавленной соли и сахара. Среди горожан, по результатам мониторинга поведенческих факторов риска, за период с 2021 г. отмечено снижение суточного потребления добавленной соли с 7,1 до 6,3 г и добавленного сахара с 18,4 до 17,6 г, что способствует улучшению здоровья населения и снижению риска развития хронических заболеваний;

- увеличение суточного потребления овощей и фруктов с 314 г в 2023 г. до 330 г в 2024 г., что свидетельствует о повышении осведомленности населения о важности сбалансированного питания.

2. Развитие физической активности:

- посещаемость физкультурно-спортивных сооружений в учреждениях образования города составляет 100 %. Это свидетельствует об их активной эксплуатации и способствует систематическому повышению уровня физической активности учащихся;

- стабильный рост удельного веса дворовых территорий, оборудованных комплексными спортивными площадками, создает дополнительные возможности для занятий спортом и физической активности среди жителей города (рисунок 4);

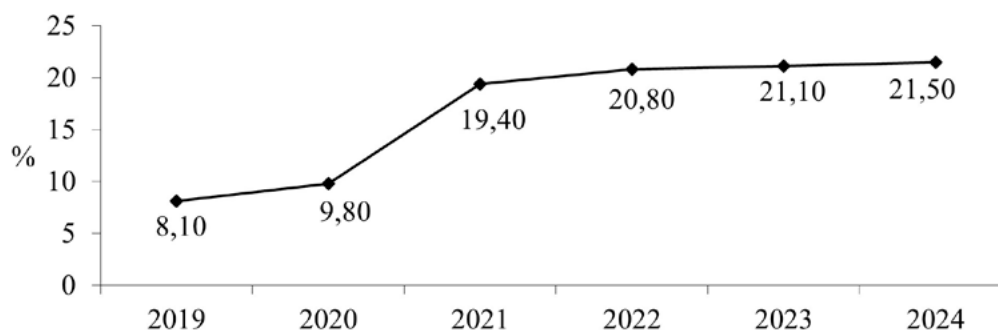


Рисунок 4 – Удельный вес дворовых (внутриквартальных) территорий, оборудованных комплексными спортивными площадками (сооружениями) (2019–2024 гг.)

- особое внимание уделяется строительству объектов социальной инфраструктуры и созданию доступных рекреационных зон для отдыха и занятий спортом, что способствует созданию благоприятной среды для ведения здорового образа жизни и занятий физической культурой.

3. Развитие велосипедного движения:

- за период 2022–2024 гг. протяженность велодорожек в городе увеличена более чем на 15 км, что обеспечивает дополнительные возможности для безопасного и комфортного передвижения на велосипедах по городу;

- обустроено 55 новых велопарковок, что способствует развитию велосипедной инфраструктуры и популяризации использования велосипеда как средства передвижения;

- разработаны и размещены на сайте горисполкома и на наружных рекламных конструкциях 16 веломаршрутов, чтобы жители города могли планировать свои поездки на велосипедах и выбирать оптимальные маршруты.

4. Улучшение транспортной инфраструктуры:

- для улучшения транспортной доступности в городе и снижения нагрузки на существующие в городе дороги в 2024 г. начато строительство внутригородской кольцевой автодороги класса «А». Общая протяженность шестиполосной дороги составит 3,6 км. Она пройдет от перекрестка ул. Королева и пр. Мира через частный сектор, обогнет автовокзал и территорию завода «Строммашина», возле политехнического колледжа пройдет над ул. Первомайской, пересечет магистральные железнодорожные пути, проляжет вдоль путей со стороны частного сектора ул. 1-й Железнодорожной, ул. Орловского и выйдет к перекрестку пр. Мира и ул. Якубовского. Все основные места пересечения улиц будут выполнены в кольцевом исполнении. Внутригородская кольцевая магистраль примет на себя значительную часть транспортной нагрузки, позволив направить поток автотранспорта в обход центра г. Могилева. Это приведет к снижению уровня шума и загрязнения воздуха в жилых районах, что положительно скажется на здоровье жителей;

- завершилось строительство 3-й очереди дороги – дублера Минского шоссе, что также способствует улучшению транспортной ситуации в городе;

- во всех городских автобусах, троллейбусах и маршрутках установлена система спутникового GPS/GLONASS-мониторинга транспорта – это позволяет отслеживать движение общественного транспорта в реальном времени и оптимизировать транспортные потоки. Данное оснащение способствует сокращению времени в пути и снижению стресса, связанного с транспортными заторами. Это может улучшить психоэмоциональное состояние жителей и снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний;

- для упрощения процесса оплаты проезда и удобства пассажиров запущена система оплаты проезда в общественном транспорте по QR-коду через мобильное приложение «Оплати», в троллейбусах внедрены валидаторы для оплаты банковской картой. Данное техническое новшество может стимулировать использование населением общественного транспорта, что, в свою очередь, может снизить количество личных автомобилей на дорогах и улучшить экологическую ситуацию в городе.

5. Наблюдается устойчивая тенденция по нескольким социально-экономическим показателям:

- уровень безработицы значительно снижается и находится на низком уровне – в 2024 г. он составлял 0,1 %, в 2022 г. – 0,23 %, тогда как в 2019 г. этот показатель достигал 1,1 %;

- отмечается уменьшение удельного веса учреждений дошкольного и общего среднего образования, работающих в условиях переукомплектованности, с 11 % в 2022 г. до 8,7 % в 2024 г.;

- существенно вырос удельный вес детей и подростков, получающих оздоровление в загородных стационарных оздоровительных учреждениях с 20 % в 2022 г. до 34,6 % в 2024 г.

6. Развитие социальной инфраструктуры:

- внедряются автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии для бытовых абонентов, что способствует более эффективному использованию ресурсов и снижению энергопотерь. Экономия энергоресурсов, в свою очередь, стимулирует снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, что положительно сказывается на состоянии окружающей среды и здоровье населения;

- для обеспечения доступа жителям города к современным средствам связи и коммуникации, город находится в зоне уверенного приема основных операторов сотовой связи. Это повышает качество жизни, улучшает доступ к информации и услугам, а также способствует снижению чувства изоляции у некоторых групп населения. Кроме того, устойчивый прием сигнала способствует уменьшению экономического неравенства, поскольку доступ к информации и возможность связи становятся более равноправными для всех;

- централизованные системы тепло- и водоснабжения, а также канализация являются ключевыми факторами, обеспечивающими комфортные условия проживания и способствующими созданию благоприятной среды для жизни и здоровья жителей города. В г. Могилеве функционирует объединенная централизованная система хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения низкого давления, которая обеспечивает многостороннее питание от семи подземных водозаборов. Чистая вода предотвращает

распространение инфекционных и паразитарных заболеваний, которые могут быть вызваны употреблением загрязненной воды. Эффективная система водоснабжения и канализации способствуют снижению риска возникновения эпидемий, связанных с загрязнением воды и распространением патогенных микроорганизмов. Это особенно важно в условиях городской среды, где высока плотность населения.

7. Озеленение и благоустройство города:

- регулярно проводятся акции по наведению порядка на земле. Порядок наводится как на центральных улицах города, так и в дворовых территориях, а также в промышленных зонах, скверах, парках и зонах отдыха;

- для улучшения экологической ситуации в городе и создания более комфортных условий для жизни активно проводится озеленение города;

- активно развиваются места, предназначенные для отдыха, релаксации и проведения свободного времени. В качестве городской зоны отдыха Печерский лесопарк существует с начала прошлого столетия. В 2021 г. получил статус заказника местного значения. Обследованием территории лесопарка занимались ученые из ГНПО «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам». В процессе работы ученые разработали научное и технико-экономическое обоснование объявления заказника местного значения «Печерский». Также городской парк «Подпиколье» стал настоящим «зеленым сердцем города», где размещено много локаций для различных видов отдыха.

8. Динамика улучшения городской среды:

- в г. Могилеве действует система контроля над уровнями загрязнения атмосферного воздуха - 6 стационарных пунктов наблюдения. Проводится постоянное наблюдение за 21 загрязнителем, на каждом посту – за 9–13 загрязнителями. Определение проводится путем мониторинга уровней загрязнения воздуха. Измеряются концентрации различных загрязнителей, и на основе этих данных вычисляется общий уровень загрязнения. Так, отмечено снижение загрязненности атмосферного воздуха с 0,3 мг/м³ в 2023 г. до 0,22 мг/м³ в 2024 г., что свидетельствует об улучшении качества воздуха в г. Могилеве и снижении концентрации загрязняющих веществ;

- отмечено увеличение степени переработки отходов на 9 % (с 32% в 2022 г. до 41 % в 2024 г.), что помогает сократить количество мусора, который попадает на свалки и в окружающую среду. Это, в свою очередь, снижает загрязнение почвы, воды и воздуха, а также уменьшает количество вредных выбросов в атмосферу. Продвижение переработки отходов способствует повышению экологической осведомленности среди жителей города. Данные меры будут способствовать изменению поведения и привычек в отношении обращения с отходами, что способствует дальнейшему улучшению экологической ситуации;

- отмечено увеличение удельного веса площади пешеходных зон с 16,9 % в 2022 г. до 20,5 % в 2024 г. Рост доли городских территорий, предназначенных для пешеходов, способствует улучшению качества городской среды и снижению автомобильного трафика. Люди, которые раньше могли бы воспользоваться автомобилем, теперь могут предпочесть пешие прогулки или общественный транспорт. Также снижение автомобильного трафика приводит к уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу. Это способствует улучшению экологической ситуации в городе и снижению негативного воздействия на окружающую среду;

- в городе активно внедряется раздельный сбор мусора как на дворовых контейнерных площадках, так и посредством установки урн для раздельного сбора мусора на улицах города (рисунок 5).



Рисунок 5 – Урна для раздельного сбора мусора

Для того чтобы оценить результаты, выявить проблемы и слабые места, установлены критерии эффективности реализации государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки» на территории г. Могилева. Всего для оценки эффективности реализации проекта «Могилев – здоровый город» установлен 41 критерий. По итогам 2024 г. положительная динамика отмечена по 25 критериям, что составило 63,4 % от всех показателей эффективности реализации проекта. Это свидетельствует о значительном прогрессе в формировании здорового образа жизни и улучшении качества городской среды в г. Могилеве.

Проект «Могилев – здоровый город» представляет собой пример комплексного подхода к улучшению качества жизни населения. Этот проект является тщательно продуманной системой мер, направленных на формирование здорового образа жизни, развитие физической активности, улучшение транспортной и социальной инфраструктуры, а также создание благоприятных условий для проживания горожан.

Проект «Могилев – здоровый город» демонстрирует, что комплексный подход к развитию городской среды может привести к значительным улучшениям качества жизни населения и может служить примером для других городов, стремящихся к созданию более здоровых и комфортных условий для своих жителей.

Поступила 08.09.2025

КОРПОРАТИВНАЯ ПРОГРАММА МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РАБОТАЮЩИХ КАК ОСНОВА УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ТРУДОВОГО КОЛЛЕКТИВА

Зеленко А. В., к. м. н., prof@rspch.by,

Синякова О. К., siniakovaok@mail.ru

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Современные компании все чаще рассматривают здоровье работников не просто как социальную ответственность, а как стратегический ресурс, напрямую влияющий на прибыль. Опыт крупных компаний в различных отраслях производства показал, что инвестиции в медицину для персонала окупаются повышением производительности труда, снижением трудопотерь и укреплением репутации работодателя. Выгоды от реализации профилактических программ на рабочем месте для работодателя могут быть как экономическими (возврат инвестиций в программу за счет сокращения сроков временной нетрудоспособности и затрат на лечение, а также снижения текучести кадров), так и имиджевыми (повышение доверия к компании на рынке, имидж социально ответственного работодателя) [1].

Корпоративные программы укрепления здоровья являются элементом системы охраны здоровья работающих и включают расширенный перечень задач по управлению здоровьем работающих, помимо профилактики профессиональных и профессионально связанных заболеваний и травм, что находится в компетенции мер по охране труда.

Говоря о корпоративных программах сохранения здоровья, в первую очередь вспоминаются программы добровольного медицинского страхования, оплачиваемые работодателем. Однако многие компании в современных условиях идут дальше и предлагают не только стандартную страховку, но и комплексные системы заботы о здоровье и благополучии сотрудников.

Следует отметить, что на первое место на предприятиях с вредными и опасными условиями труда ставятся мероприятия по охране и безопасности труда, проведение периодических медицинских осмотров. При этом следует отметить, что на здоровье работников влияют как факторы риска, связанные с рабочими процессами, так и общепопуляционные и индивидуальные риски. Недостаточно внимания уделяется воздействию на поведенческие факторы риска хронических неинфекционных заболеваний в плане их профилактики и коррекции, а также мотивирование работников к ведению здорового образа жизни [2, 3].

Установлено, что достижению целей по сохранению и укреплению здоровья работающих в наибольшей степени способствует среда на предприятии или в организации, поддерживающая культуру здоровья и содействующая формированию здорового стиля жизни работающих. Программы, меняющие поведение работников, направлены на отказ от вредных привычек, изменение пищевого поведения, увеличение физической активности, борьбу со стрессом и профессиональным выгоранием. Реализация таких программ обычно осуществляется посредством комплексного подхода. При этом воздействия могут иметь

как персональный, так и коллективный характер. К первым относятся индивидуальное консультирование, предоставление талонов на питание или льготных абонементов в фитнес-клуб, использование системы контрактов, стимулирующих изменение поведения работников, вознаграждение за отказ от табака, бесплатное предоставление антиникотиновых средств и др. Вторые подразумевают введение запрета курения на территории организации, снижение стоимости здоровых блюд в корпоративной столовой и т. п. Многие эксперты сходятся во мнении, что подобный комплексный стратегический подход, направленный на укрепление здоровья и изменение поведения работников, является полезным как для работников, так и для компании [4].

Рабочее место является оптимальной организационной моделью внедрения программ, направленных на профилактику как инфекционных, так и в большей мере хронических неинфекционных заболеваний (далее – ХНИЗ), которые являются лидирующими причинами смертности и инвалидизации трудоспособного населения. По данным Всемирной организации здравоохранения, ХНИЗ, прежде всего болезни системы кровообращения (далее – БСК), сахарный диабет 2 типа, онкологические заболевания, хронические бронхолегочные заболевания, в развитых странах являются причиной $\frac{2}{3}$ случаев преждевременной смерти населения в трудоспособном возрасте.

Ущерб от ХНИЗ в значительной степени обусловлен высокой распространенностью факторов риска. Хорошо известно, что основными поведенческими факторами риска возникновения ХНИЗ являются курение, нерациональное питание, недостаточная физическая активность, психоэмоциональное напряжение и чрезмерное употребление алкоголя. Не меньшую роль играют также метаболические факторы риска – повышенное артериальное давление, избыточная масса тела, повышенный уровень холестерина и глюкозы в крови. При наличии одного или нескольких факторов риска у лиц трудоспособного возраста повышен риск раннего развития ХНИЗ, что ведет к росту временной нетрудоспособности и снижению производительности труда.

Корпоративные программы укрепления здоровья, ориентированные на модификацию поведенческих факторов риска, при условии их достаточной продолжительности приводят к улучшению показателей здоровья работников и являются экономически целесообразными для работодателя [5].

Целью настоящей работы является разработка и пилотирование пакета инструментов для планирования и внедрения на предприятии корпоративной программы медицинского обслуживания работающих, нацеленной на профилактику БСК.

Клинической лабораторией профилактической медицины научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» предложена корпоративная программа медицинского обслуживания работающих «Сердечно-сосудистая профилактика» (далее – корпоративная программа), направленная на раннюю диагностику БСК и выявление факторов риска БСК в организованных трудовых коллективах.

Актуальность создания подобной корпоративной программы обусловлена сложившейся ситуацией по заболеваемости и смертности как в Республике Беларусь, так и в Европейском регионе, при которой БСК являются основной причиной смертности трудоспособного населения, а также одной из ведущих причин нетрудоспособности. Модификация факторов риска, о которых говорилось выше, приводит к снижению сердечно-сосудистой смертности и заболеваемости, особенно у пациентов группы высокого риска.

Реализация данной корпоративной программы преследует основную цель – профилактика развития БСК и их осложнений, снижение трудопотерь.

Задачи корпоративной программы:

выявление и комплексная оценка персонифицированных факторов риска БСК;

проведение клинических, инструментальных, лабораторных обследований для выявления БСК на доклинической либо ранней клинической стадии, а также оценки развития имеющихся БСК;

формирование системы мероприятий по модификации и минимизации выявленных факторов риска;

формирование рекомендаций по лечению выявленных/имеющихся БСК;

формирование рекомендаций по профилактике БСК и здоровому образу жизни.

Программа включает следующие медицинские услуги:

консультация врача-кардиолога (первичная, повторная);

оценка состояния сердечно-сосудистой системы с использованием методов функциональной диагностики – ЭКГ в 12 отведениях без функциональных проб, суточное мониторирование ЭКГ – холтеровское мониторирование (далее – ХМ), суточное мониторирование артериального давления (далее – СМАД);

оценка наличия структурной патологии сердца и сосудов с использованием методов ультразвуковой диагностики (далее – УЗИ) – УЗИ сердца, брахиоцефальных артерий (далее – БЦА), артерий верхних и нижних конечностей.

Инструментальному исследованию предшествует опрос пациента, в процессе которого выясняются семейный анамнез (наличие у ближайших родственников болезней системы кровообращения, сахарного диабета, онкологических заболеваний), данные о перенесенных заболеваниях, травмах и операциях, наличии хронических заболеваний, сведения о постоянно принимаемых препаратах, табакокурении, уровне физической активности.

Полный объем обследования для каждого пациента устанавливается врачом-кардиологом во время первичной консультации.

Имеющиеся возможности и научный потенциал клинической лаборатории профилактической медицины позволяют включить в корпоративную программу инновационные методы диагностики доклинических изменений в состоянии здоровья человека, объединенные в пакет услуг «Паспорт здоровья», предполагающий проведение следующих исследований:

определение жесткости сосудистой стенки, проходимости периферических сосудов методом объемной сфигмографии с целью выявления начальных признаков патологии сосудов на доклинической стадии;

определение массы тела, состава организма в процентном отношении (вода, жир, костная и мышечная масса), метаболического возраста биоимпедансным методом;

определение адаптационных возможностей организма, вегетативной и центральной регуляции, оценка энергетических ресурсов организма, психофизического состояния с применением программно-аппаратного комплекса, работа которого основана на оценке вариабельности сердечного ритма.

Использование перечисленных исследований существенно повышает диагностическую значимость корпоративной программы в плане выявления факторов риска БСК.

Предложен следующий алгоритм реализации корпоративной программы:

1. Проведение пациенту ЭКГ, объемной сфигмографии, биоимпедансометрии, оценки функционального состояния организма, расшифровка результатов.
2. Первичная консультация врача-кардиолога, оценка результатов проведенных исследований.
3. Проведение одного из функциональных исследований – ХМ, или СМАД, или СМАД и ХМ – по показаниям по назначению врача-кардиолога, с последующей расшифровкой результатов.
4. Проведение УЗИ сердца, УЗИ БЦА, УЗИ артерий верхних или нижних конечностей – по показаниям (с учетом пола, возраста пациента, факта курения) по назначению врача-кардиолога.
5. Повторная консультация врача-кардиолога с целью оценки результатов проведенных исследований, формирования плана лечения, выработки комплекса рекомендаций по профилактике БСК и их осложнений.
6. Формирование пакета персонализированных рекомендаций по формированию здорового образа жизни.

С целью минимизации времени обследования, оптимизации выполнения мероприятий корпоративной программы все перечисленные этапы (за исключением УЗИ) предложено выполнить на площадях нанимателя (при условии предоставления отдельного кабинета для работы).

По окончании обследования:

каждый пациент получает пакет, содержащий результаты проведенных исследований, блок рекомендаций по профилактике БСК и их осложнений, лечению, формированию здорового образа жизни;

нанимателю представляется отчет о проведенной работе с предложением блока методических рекомендаций по организации трудового процесса, режиму труда и отдыха, направленных на снижение заболеваемости БСК на предприятии.

Пилотное внедрение данной корпоративной программы на базе одного из предприятий газоснабжающей отрасли, в ходе которого обследование прошли 45 работников, показало ее высокую диагностическую и практическую эффективность, что позволило:

определить сердечно-сосудистые риски у работников;

сформировать группу риска по развитию неблагоприятных сердечно-сосудистых событий;

предложить работникам комплекс индивидуальных здоровьесберегающих мероприятий, направленный на снижение риска развития или прогрессирования БСК с достижением определенных целевых уровней по таким показателям, как масса тела, артериальное давление, уровень содержания в крови холестерина низкой плотности и глюкозы, а также рекомендации по формированию и развитию навыков здорового образа жизни, прежде всего в части организации физической активности, оптимального питания, режима сна, менеджмента стресса;

представить нанимателю отчет, содержащий оценку всех этапов исследования, распространенности факторов риска БСК у обследованных работников, предложение рамочных мероприятий, способствующих формированию на предприятии здоровьесберегающей среды.

Литература

1. Корпоративные программы укрепления здоровья работников – обзор зарубежных публикаций / М. В. Попович, А. В. Маньшина, А. В. Концевая, О. М. Драпкина // Профилактическая медицина. – 2020. – Т. 23, № 3. – С. 156–161.
2. Корпоративная программа благополучия сотрудников компании / О. В. Арнаутов, С. В. Арутюнов, А. Л. Гапоненко, М. Н. Гапоненко // Государственная служба. – 2023. – Т. 25, № 3. – С. 67–76.
3. Андропова, О. В. Health management: модный тренд или перспективные инвестиции? Обзор корпоративных программ укрепления здоровья / О. В. Андропова // Клиницист. – 2020. – Т. 14, № 3–4. – С. 29–35.
4. Гречушкина, Н. А. Корпоративная культура здоровья и оздоровительные практики, направленные на изменение поведения работников / Н. А. Гречушкина // Здоровье мегаполиса. – 2022. – Т. 3, № 3. – С. 58–66.
5. Разработка пакета инструментов планирования и внедрения корпоративных программ укрепления здоровья в организованных коллективах / А. В. Концевая, А. А. Анциферова, Е. С. Иванова, О. М. Драпкина // Экология человека. – 2021. – №7. – С. 58–64.

Поступила 15.09.2025

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНСОЛЯЦИИ: ОБЗОР ПОДХОДОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Карпук Л. И., *ts@rspch.by*,
Спурзяш А. Ч., *com_gig@rcheph.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Городское планирование – важнейший фактор обеспечения здоровья и благополучия в городах и регионах, на которые оказывает влияние множество факторов, включая окружающую среду. Планирование играет ключевую роль в профилактике заболеваний, поскольку градостроительная политика влияет на качество городского пространства. Решения в области планирования могут как создавать или усугублять основные риски для здоровья населения, так и способствовать формированию более здоровой среды, образа жизни и созданию здоровых городов и населенных пунктов.

Одним из важнейших факторов, играющих существенную роль в обеспечении безопасности светоклиматической среды в помещениях и поддержании здоровья человека, является инсоляция.

Еще древнеримский архитектор Витрувий говорил: «В квартирах, куда редко заглядывает солнце, часто бывает врач». Русский гигиенист Ф. Ф. Эрисман в начале XX века отмечал: «Отсутствие солнечного света в жилищах действует весьма пагубно на здоровье человека...» [1].

С медицинской точки зрения естественное освещение имеет важное значение для здоровья человека: оно активизирует обмен веществ в организме, способствует кровообращению, повышает работоспособность, активизирует нервную систему, оказывает бактерицидное и тепловое воздействие. Солнечный свет играет первостепенную роль в регуляции важнейших функций организма: влияет на процессы кроветворения, синтез витамина D, работу желез внутренней секреции, репродуктивные функции человека, оказывает благоприятное воздействие на иммунную систему. Прямые солнечные лучи способствуют оздоровлению внутренней среды помещений жилых и общественных зданий и оказывают бактерицидный эффект, солнечные лучи – природный «антибиотик». Санирующим эффектом воздействия на бактерии, вирусы и патогенную микрофлору (споры грибов, плесени) обладает присутствующее в спектре солнечного света ультрафиолетовое излучение [2].

Кроме бактерицидного эффекта солнечной радиации, благоприятным фактором для организма человека является психофизиологическая роль солнечного света, которая обеспечивается в т. ч. соблюдением норм инсоляции. Психологи вывели закономерность: от количества получаемого человеком света зависит так называемый «коэффициент счастья», поскольку свет – эффективный природный антидепрессант [2].

Научные исследования, на основании которых были разработаны нормативные требования по инсоляции, проводились в конце 50-х – начале 60-х годов прошлого века. Так, широко известны экспериментальные исследования российских ученых Института общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина (Н. М. Данциг, М. М. Миславская, А. П. Забалуева, В. К. Беликова) по исследованиям антирахитического действия и бактерицидной эффективности ультрафиолетовых солнечных лучей.

При исследовании изучалось воздействие солнечной радиации на стафилококк и кишечную палочку, как два наиболее распространенных микроорганизма в жилых помещениях. По результатам исследований были разработаны первые отечественные нормы по инсоляции помещений, в которых утверждена эпидемиологически безопасная непрерывная продолжительность инсоляции помещений, равная 3 часам.

Представляют интерес микробиологические исследования по применению ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды, проведенные российскими учеными (В. К. Беликова (Институт общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина), К. А. Лукомская (Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена)), которые исследовали дозы УФ-облучения для инактивации стафилококка, кишечной палочки, а также представителей родов *Sarcina*, *Bacillus*, *Micrococcus*, спор плесневых грибов, актиномицетов на рабочих поверхностях и в воздухе помещений организаций здравоохранения, общественного питания и торговли [1].

Вместе с тем изучение бактерицидного действия солнечного излучения не является основным при обосновании подходов к нормированию инсоляции. В настоящее время исследования о влиянии инсоляции концентрируются на других аспектах: влияние на гормональный фон, умственную и физическую работоспособность, сопротивляемость к инфекциям и иным заболеваниям, эмоциональное состояние и т. д.

Так, учеными Новосибирского научно-исследовательского института гигиены проводилось изучение мирового опыта и международной практики нормирования естественной освещенности в образовательных организациях, по результатам чего установлено, что работа без естественного света оказывает влияние на гормональный фон, концентрацию внимания, показатели роста и заболеваемости детей.

Специалистами Гарвардской медицинской школы установлено, что чем меньше солнца получают дети, тем тяжелее течение бронхиальной астмы. Кроме того, солнечные лучи стимулируют продукцию эндорфинов, которые поднимают настроение и положительно влияют на эмоциональное состояние. Дефицит природной солнечной радиации (в связи с климатическими условиями, возрастом, различными заболеваниями, вынужденным длительным пребыванием в замкнутых помещениях) пагубно влияет на общее самочувствие человека, его нервно-психический тонус, снижает умственную и физическую работоспособность, сопротивляемость к инфекционным и другим заболеваниям, усиливает риск переломов и других поражений опорно-двигательного аппарата, замедляет выздоровление и восстановительные процессы [2].

В Швеции в 1992 г. проводились исследования о влиянии естественного освещения на здоровье, поведение и уровень кортизола (гормон стресса) у детей. Были выявлены выраженные корреляции между количеством дневного света и поведением школьников, их общительностью и концентрацией внимания. Ученые пришли к выводу, что работа в классах без естественного света может нарушить основной гормональный фон, повлиять на способность детей концентрировать внимание, взаимодействовать друг с другом, а также в конечном итоге оказывать влияние на показатели роста и число пропусков по заболеваемости, что свидетельствует о значимости естественного освещения и недопустимости его дефицита [3].

Влияние естественного освещения на успеваемость школьников долгие годы было предметом интереса в США. Исследование роли естественного освещения было проведено в 3 разных округах штатов Калифорния, Колорадо, Вашингтон в 90-е годы прошлого столетия. Была установлена статистически достоверная прямая связь (достоверность 99 %) между успеваемостью и качеством дневного освещения [3].

Недавние исследования Национального центра анализа биозащиты и контрмер, входящего в состав Национального института биозащиты Баттелля Министерства внутренней безопасности США, показали инактивирующее влияние солнечного излучения на коронавирус SARS-CoV-2, что подчеркивает важность влияния солнечного облучения и необходимость ограничения плотности застройки городов, чтобы они не стали средой для распространения существующих и новых вирусных и бактериальных инфекций [4].

Ученые из Индии и Индонезии изучали взаимосвязь естественного освещения с возникновением инфекционных заболеваний. Так, индонезийский ученый С. Р. Рахаю с соавторами обнаружили, что у людей, подвергавшихся воздействию солнечного света дома (округ Семаранг, Индонезия), на 94 % меньше вероятность заболеть туберкулезом, чем у тех, у кого его не было. Индийские ученые А. Кумар и др. наблюдали повышенный риск проказы (95 %), связанный с недостаточным воздействием естественного освещения. Снижение естественного освещения помещений также связывали с регистрацией различного рода травм и риском возникновения депрессивных состояний. В своих исследованиях, проводимых в восьми европейских городах, посвященных взаимосвязи естественного освещения и возникновению травм, депрессий, ученые М. Дж. Браун, Д. Э. Джейкобс показали, что люди с вероятностью в 95 % сообщали о недостаточном естественном освещении в домах [5].

Представляют интерес данные Всемирной организации здравоохранения о влиянии инсоляции на здоровье населения: результаты исследований Иллинойского университета (США) с использованием актиграфии показали, что офисные работники, получающие больше света на рабочем месте, имели лучшее качество сна, большую физическую активность и психическое благополучие, лучшее качество жизни и настроение [3].

Большинство людей в развитых странах, особенно в период эпидемического подъема проводят около 80–90 % времени жизни внутри помещений, в том числе около 60 % – внутри личных квартир и домов, при этом наиболее чувствительные группы населения (пожилые люди, дети, инвалиды и беременные женщины) находятся дома больше времени, чем остальное население. В связи с чем данные исследования являются особенно важными из-за постоянного пребывания населения в домашних условиях и подчеркивают важность солнечного облучения и необходимость ограничения плотности застройки городов.

В Российской Федерации нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений жилых и общественных зданий устанавливается дифференцированно в зависимости от функционального назначения помещений, географической широты: с не менее 1,5 часа в день для южной зоны, не менее 2 часов – для центральной, до не менее 2,5 часа в день – для северной, что подтвердили экспериментальные измерения инсоляции и уровней естественной освещенности в многоэтажных многоквартирных домах различной этажности в условиях плотной городской застройки с целью оценки инсоляционного режима, которые проводились учеными Уральского государственного медицинского университета г. Екатеринбурга.

Исследования к. м. н. С. Г. Фокина (2003 г., г. Москва) показали, что при увеличении плотности застройки увеличивается количество квартир с недостаточностью инсоляции (менее 1,5 часа), что свидетельствует о том, что плотность застройки и продолжительность инсоляции взаимосвязаны.

В Республике Беларусь минимальное время непрерывной инсоляции помещений жилых и общественных зданий в 2008 году сократилось с 2,5 до 2 часов и регламентировано гигиеническим нормативом «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий», утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 № 37.

Таким образом, научная обоснованность гигиенического значения инсоляции подтверждена международными подходами и зарубежными исследованиями.

Практическому здравоохранению необходимо продолжить контроль за соблюдением требований инсоляции в рамках осуществления предупредительного санитарного надзора на территории страны.

Литература

1. Куриянов, В. Н. К исследованию инсоляции жилых помещений / В. Н. Куриянов, Ф. Р. Халикова // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 477–482.
2. Тимофеева, С. С. Инсоляция как фактор судебных разбирательств / С. С. Тимофеева, О. М. Кустов // Вестник ИргТУ. – 2015. – Т. 99, № 4. – С. 105–110.
3. Гигиеническое нормирование естественного освещения: проблемы, задачи, международный опыт (обзорная статья) / И. И. Новикова, Н. А. Зубцовская, М. А. Лобкис, Г. П. Ивлева // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020. – № 3. – С. 10–15.
4. Simulated Sunlight Rapidly Inactivates SARS-CoV-2 on Surfaces / S. Ratnesar-Shumate, G. Williams, B. Green [et al.] // The Journal of Infectious Diseases. – 2020. – Vol. 222, iss. 2. – P. 214–222. – DOI: 10.1093/infdis/jiaa274.
5. Osibona, O. Lighting in the Home and Health: A Systematic Review / O. Osibona, B. D. Solomon, D. Fecht // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18, iss. 2. – Art. № 609. – DOI: 10.3390/ijerph18020609.

Поступила 23.09.2025

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ КАМПАНИИ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА

Кириленко Е. С., katharine.ageeva@mail.ru

Учреждение здравоохранения «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Могилев, Республика Беларусь

Инсулиннезависимый сахарный диабет входит в группу лидирующих в мире по уровню заболеваемости хроническими неинфекционными заболеваниями, занимая 4-е место после болезней системы кровообращения, онкологических и хронических респираторных заболеваний. Неблагоприятная тенденция к росту заболеваемости наблюдается как глобально, так и локально на территории Республики Беларусь. Так, в 2021 г. с сахарным диабетом 2-го типа жили около 506 млн человек по всему миру, что на 290,5 %

больше по сравнению с 1990 г. [1]. В Беларуси рост числа абсолютных случаев инсулиннезависимого диабета составил 416,77 % (в период с 1993 по 2021 г.) [2].

Мультифакториальность и значимая зависимость сахарного диабета 2-го типа от модифицируемых факторов риска обуславливает эффективность превентивных мер, направленных на коррекцию образа жизни. Так, по данным Американской диабетической ассоциации, интенсивное влияние на поведение, связанное со здоровьем, может снизить риск возникновения диабета 2-го типа на 58 % в течение 3 лет [3]. Одной из форм проведения превентивной работы с населением является информационная кампания, позволяющая повысить осведомленность граждан о заболевании и связанных с ним рисках, способах его профилактики, побуждающая целевую аудиторию к принятию желаемых установок и поведения.

Первым этапом разработки информационной кампании по профилактике сахарного диабета 2-го типа является анализ эпидемиологической ситуации на основе данных статистической отчетности (форма 1-заболеваемость). При проведении анализа за период 2020–2024 гг. были определены среднемноголетние уровни общей и первичной заболеваемости: $(5415,2 \pm 176,7) \text{ ‰}_{\text{0000}}$ и $(381,17 \pm 28,30) \text{ ‰}_{\text{0000}}$ соответственно. Анализ динамики как общей, так и первичной заболеваемости в целом на территории области выявил статистически значимые тенденции к росту. Динамика описывалась следующими уравнениями линейной регрессии: $y_{\text{общ.}} = 214,43x + 4771,9$; коэффициент детерминации: 0,92 (t-критерий Стьюдента составил 24,2 при $p < 0,001$) и $y_{\text{перв.}} = 35,452x + 274,82$; коэффициент детерминации: 0,98 (t-критерий Стьюдента составил 14,7 при $p < 0,001$) соответственно. Среди районных центров наименьшие уровни первичной заболеваемости регистрировались в Глусском районе (среднемноголетний уровень составил $(276,4 \pm 43,41) \text{ ‰}_{\text{0000}}$), наибольшие – в Славгородском (среднемноголетний уровень составил $(672,42 \pm 103,63) \text{ ‰}_{\text{0000}}$). Следовательно, при планировании мероприятий необходимо учесть, что на территории Славгородского района важно организовать наиболее высокий охват населения.

Далее проводится анализ целевой аудитории. Среди населения в целом в первую очередь необходимо вовлечь в информационную кампанию группы риска – лиц 30–60 лет с избыточным весом, ожирением, преддиабетом, женщин с гестационным диабетом в анамнезе. Среди барьеров для большинства сегментов целевой аудитории можно выделить недостаток времени на введение здоровых привычек в рутину, представление о здоровом питании как о диете с жесткими ограничениями, недостаток системной поддержки, скептицизм к результативности изменения поведения, низкий уровень мотивации при отсутствии симптомов заболевания, для женщин – дефицит поддержки. Мотиваторами целевой аудитории могут быть снижение усталости, шанс «поймать болезнь рано», доступность, поддержка коллег и семьи, забота о детях и будущем, желание привлекательно выглядеть. В качестве каналов коммуникации необходимо комбинировать цифровые, медицинские, общественные и социальные каналы, адаптируя сообщения под особенности целевой аудитории. Такой подход повышает охват, мотивацию и эффективность профилактических программ. Например, для трудоспособного населения, занятого в экономике, актуально использование возможности организации корпоративных соревнований по шагам, освещение позитивных примеров изменения поведения, связанного со здоровьем, оформление информационно-образовательными материалами не только информационных стендов, но и мест общего пользования, в том числе комнат приема пищи. Сообщениями для целевой аудитории могут быть: «10 000 шагов в день – больше энергии!», «Он смог похудеть на 5 кг – сможешь и ты!», «Сделай перерыв: 10 минут ходьбы – минус усталость, плюс сила!», «Ты работаешь для семьи – подумай о здоровье, чтобы быть рядом дольше».

Следующим этапом разработки является планирование мероприятий. Подбор форматов для различных сообщений: лекции, тренинги, консультации, информационно-образовательные материалы, видео-контент, челленджи с определением ответственных за организацию, а также ресурсов.

Перед началом реализации кампании необходимо провести социологическое исследование первичных установок и уровня знаний. В целях таргетизации мероприятий может разрабатываться анкета по теме сахарного диабета 2-го типа на основе модели убеждений о здоровье. Она позволяет выявлять, как население оценивает свой риск заболеть (уязвимость), насколько серьезно воспринимает диабет и его осложнения, что считает полезным в профилактике (выгоды), что мешает менять поведение (барьеры), какие «сигналы» способны подтолкнуть к действию (совет врача, пример коллеги, акции) и уверенность в своих силах изменить привычки (самоэффективность). Анализ ответов позволяет сегментировать аудиторию, понять ее реальные мотиваторы и препятствия, а значит – адаптировать сообщения, выбрать правильные каналы коммуникации и форматы, делать акцент на нужных темах (например, осложнения или простые шаги профилактики). В результате кампания перестает быть общей и становится практико-ориентированной: информация подается так, чтобы реально менять поведение и снижать риски развития инсулиннезависимого сахарного диабета. В ходе проведения информационной кампании следует отслеживать охват (число участников, просмотров, охваченных организаций) и собирать первичную обратную связь для оперативной корректировки стратегии. Завершая весь комплекс мероприятий целесообразно вновь провести анкетирование с последующим анализом по типу «до – после» для оценки эффективности проведенной информационно-образовательной работы.

С целью изучения пищевых привычек трудоспособного населения Могилевской области было проведено социологическое исследование ($n = 1029$). Более $2/3$ респондентов потребляют пищевые продукты чаще 3 раз в день, но лишь 18 % строго соблюдают режим, а $2/3$ предпочитают основные приемы пищи во второй половине дня. Обязательный завтрак есть только у половины опрошенных, причем чаще он ограничивается кофе и бутербродом (39,4 %), тогда как полноценные блюда встречаются реже. В рационе населения выявлен дефицит молочных продуктов: ежедневно их употребляют лишь 21,1 % жителей, а мясо присутствует у каждого третьего, рыба и морепродукты – всего у 1,1 %. Потребление соли превышает рекомендуемую норму (6,8 г в сутки при рекомендуемых < 5 г), при этом мужчины употребляют ее больше женщин, а суточное потребление сахара составляет 16,4 г (18,5 г у мужчин и 14,1 г у женщин). Овощи и фрукты летом потребляются в среднем на уровне 424 г, а в осенне-зимний период снижаются до 320 г, что едва соответствует минимальным рекомендациям (400–500 г в сутки). Особую тревогу вызывает низкий контроль за калорийностью: лишь около 10 % жителей следят за дневным рационом, менее трети считают свое питание здоровым и рациональным.

Все это указывает на необходимость усиленной информационно-образовательной работы, направленной на обучение принципам рационального питания как неотъемлемого компонента профилактики сахарного диабета 2-го типа. Однако при планировании информационной кампании немаловажно применять междисциплинарный подход: опираться на особенности эпидемиологического процесса на различных территориях (для определения объема мероприятий, целевого охвата) и использовать в работе социологическое исследование на основе модели убеждений о здоровье в целях достижения высокой эффективности превентивных мер.

Литература

1. Global burden and risk factors of type 2 diabetes mellitus from 1990 to 2021, with forecasts to 2050 / Q. Huang, Y. Li, M. Yu [et al.] // *Frontiers in Endocrinology*. – 2025. – Vol. 16. – Art. № 1538143. – DOI: 10.3389/fendo.2025.1538143.
2. Современное состояние эндокринологической службы Республики Беларусь / О. Б. Салко, А. В. Солнцева, А. П. Шепелькевич [и др.] // *Рецепт*. – 2023. – Т. 26, № 5. – С. 515–533.
3. Addendum. 3. Prevention or Delay of Type 2 Diabetes and Associated Comorbidities: Standards of Care in Diabetes-2023 / N. A. ElSayed, G. Aleppo, V. R. Aroda [et al.] // *Diabetes Care*. – 2023. – Vol. 46, Suppl. 1. – P. S41–S48.

Поступила 15.09.2025

САМООЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УЧРЕЖДЕНИЙ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Кравченко С. А., *SKravchenko@gmlodge.by*,

¹Янченкова Е. М., *yanchenkova@gmlodge.by*,

¹Огородников С. В., *ogorodnikov@gmlodge.by*,

¹Вихарева О. Ф., *vihareva@gmlodge.by*,

²Ключенович В. И., к. м. н., доцент, *ooz_monitoring@rcheph.by*

¹Государственное учреждение «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Гомель, Республика Беларусь;

²Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время функционирование санитарно-эпидемиологической службы позволяет решать задачи по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения: включает профилактику инфекционных и неинфекционных заболеваний, контроль за безопасностью среды обитания, гигиеническое воспитание и образование населения, а также проведение санитарного надзора и экспертиз. Все это потребовало разработки информационных систем организаций санитарно-эпидемиологической службы областных и территориальных уровней, которые могли бы собирать и анализировать большие объемы данных. По мере развития цифровых решений актуальным является проведение оценки текущего состояния информационных систем (далее – ИС) организаций санитарно-эпидемиологической службы, чтобы эти модели могли эффективно адаптироваться к внедрению новых, современных аналитических моделей, созданных на основе современных цифровых технологий, работать и приносить пользу [1].

Целью исследования являлось обобщение опыта ГУ «Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – Гомельский областной ЦГЭиОЗ) по самооценке текущего состояния ИС (комплекса оборудования, программного обеспечения и сетевых компонентов, обеспечивающих реализацию информационных технологий, систем управления базами данных и персоналом и др.) внутри организации в преемственности с зональными и районными (городскими) центрами гигиены и эпидемиологии (далее – территориальные ЦГЭ); проведение проблемного анализа состояния ИС для определения направлений дальнейшего развития информационной инфраструктуры санэпидслужбы области на основе внедрения современных цифровых технологий.

Объектом исследований являлась организационно-техническая документация, начиная с этапов проектирования (постановка задач, технические требования, технико-экономические обоснования) и построения ИС в 90-х годах, а также эксплуатационно-техническая документация функционирования ИС в сформировавшемся к 2025 году технологическом варианте, включая заметки служб телекоммуникаций и обработки информации, размещенные в используемых учетных документах.

Предмет исследования составил проблемный анализ системы информационного взаимодействия между областными центрами гигиены и эпидемиологии (далее – ЦГЭ) и территориальными ЦГЭ, а также с организациями здравоохранения, включал оценку потоков данных, форматов обмена информацией и каналов связи для обеспечения непрерывного мониторинга и контроля за санитарно-эпидемиологической обстановкой и состоянием здоровья населения на всех уровнях.

Работа проведена в рамках выполнения п. 6.3 решения Республиканского санитарно-эпидемиологического совета при Главном государственном санитарном враче Республики Беларусь № 5 от 06.12.2024, в соответствии с которым создана рабочая группа экспертов, которую составили заместитель главного врача, заведующий отделением социально-гигиенического мониторинга (далее – СГМ), руководитель службы автоматизированных систем управления, специалист по сопровождению программных продуктов, администратор сетей и инженер-электроник Гомельского областного ЦГЭиОЗ.

В работе использован описательно-оценочный метод исследования.

Были изучены состав информационной системы (далее – ИС), программное обеспечение, управление оборудованием и персоналом, автоматизированные рабочие места (далее – АРМ), базы данных, система электронного документооборота.

Так, в Гомельском областном ЦГЭиОЗ структурные элементы ИС размещены на площадях комплекса, состоящего из трех зданий (административного и лабораторного корпусов, а также корпуса физико-химических и радиологических исследований).

Парк оборудования составил 298 единиц персональных компьютеров (включая ноутбуки), 6 единиц серверного оборудования, 2 027 единиц сетевого оборудования, 36 источников бесперебойного питания, 124 единицы принтеров и multifunctional устройств.

Комплекс телекоммуникационных средств представлен локальной сетью, широкополосным интернетом, беспроводной интернет-сетью Wi-Fi. Связь между районными (городскими, зональными) центрами осуществляется с помощью интернет-технологий с использованием FTP-сервера (File Transfer Protocol).

Общая схема ИС Гомельского областного ЦГЭиОЗ в едином информационном поле с территориальными ЦГЭ представлена на рисунке 1.

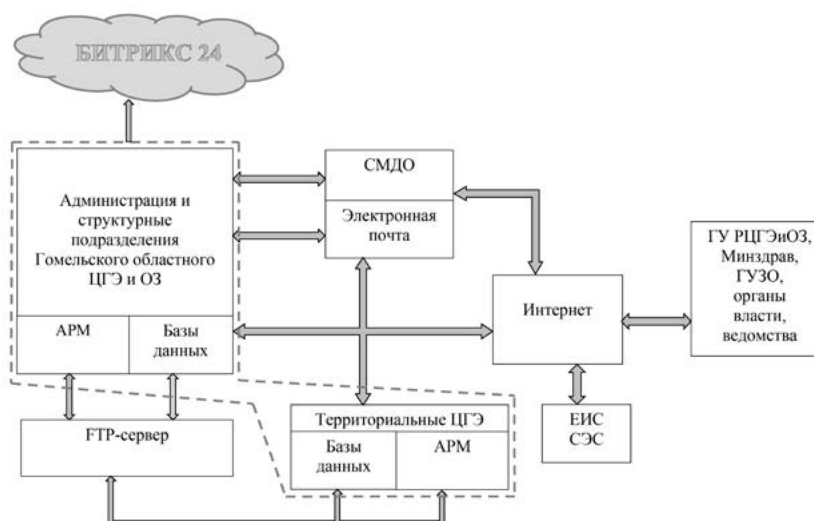


Рисунок 1 – Схема ИС Гомельской санэпидслужбы в комплексе с электронным документооборотом

Проведенный анализ сроков эксплуатации компьютерной техники показал, что по состоянию на 2024 год в Гомельском областном ЦГЭиОЗ со сроком более 10 лет эксплуатируется 150 (почти 50 % при среднем по области 41 %) персональных компьютеров и 6 серверов.

Оценена степень автоматизации ИС по критерию обеспеченности информационной инфраструктуры автоматизированными рабочими местами. В то же время исследования показали, что потенциал готовности учреждения областного уровня к применению современных информационных технологий во многом определяется способностью самостоятельно разрабатывать АРМ для решения конкретных производственных задач. Так, в Гомельском областном ЦГЭиОЗ функционируют 40 АРМ, при этом 27 из них обеспечены программными продуктами собственной разработки, которые охватывают лабораторные и оперативные структурные подразделения, а также включают пакет так называемых обеспечивающих программ.

Разработанные АРМ включают в себя программы, реализованные на языке программирования Microsoft Visual FoxPro версии 8.0 под управлением операционной системы Microsoft Windows 2000 и выше или Microsoft Windows XP.

Вышеуказанные программы являются многопользовательскими файл-серверными приложениями, позволяющими работать автономно и в сети, соответственно используя для этого настройки для доступа к базам данных.

Для визуального представления отчетных форм и результатов запросов используются Microsoft Word и Microsoft Excel.

Обмен информацией между АРМ осуществляется с помощью компьютерной сети на основе обмена файлами баз данных через сервер. Для обмена файлами баз данных на АРМ между областным и территориальными уровнями, а также для размещения данных общего назначения используется FTP-сервер.

С 2023 г. в Гомельском областном ЦГЭиОЗ и поэтапно в территориальных ЦГЭ для оптимизации работы применяется CRM-система «Битрикс24» на основе облачного сервиса.

Так, в Гомельской области в практику внедрен аналитический комплекс социально-гигиенического мониторинга (далее – СГМ), находящийся в составе медико-экологической информационной системы (далее – МЭИС «Гомельский регион»). Аналитический комплекс СГМ включает четыре автоматизированных рабочих места для сбора, анализа и оценки информации о состоянии жизни и здоровья населения в зависимости от качества среды обитания (АРМ врача по демографическим исследованиям «Демограф», АРМ врача по анализу неинфекционной заболеваемости «Общая заболеваемость», АРМ врача по медицинской экологии «Эколог» и АРМ «Аналитик» для обработки данных). Эти АРМ обеспечивают обработку данных и отображение результатов, что является частью системы СГМ. Указанные выше АРМ разработаны в 1993 году для ПЭВМ и совместимы с IBM PC под управлением операционной системы DOS версии 3.00 и выше в СУБД FOXPRO 2.0. Использование аналитического комплекса СГМ в настоящее время является нецелесообразным в связи с несовместимостью с современной архитектурой персональных компьютеров и современными операционными системами, а также с несоответствием современной структуры базы данных показателей СГМ [2].

В то же время опыт создания МЭИС «Гомельский регион», в которой АРМ специалистов структурных подразделений объединены с АРМ «Аналитик» для обработки данных, можно рассмотреть в качестве архитектуры дальнейшей цифровизации СГМ.

Проведен анализ организации управления информацией путем формирования локальных баз данных с учетом отраслевых рекомендаций [3]. Так, в Гомельском областном ЦГЭиОЗ номенклатура баз данных структурирована следующим образом:

- базы данных по гигиене, эпидемиологии, организационного отдела и других подразделений;

- базы данных в рамках эксплуатации Единой информационной системы «Санитарно-эпидемиологическая служба» («ЕИС СЭС»);

- база данных социально-гигиенического мониторинга в интеграции с косвенными индикаторами программ достижения показателей Целей устойчивого развития на период до 2030 года;

- база данных показателей и индикаторов достижения ЦУР;

- данные СГМ в соответствии с инструкцией по применению «Основные принципы организации и проведения социально-гигиенического мониторинга» № 179-1206, утвержденной заместителем Министра – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 5 января 2007 г.;

- база данных по первичной профилактике неинфекционной заболеваемости и формированию здорового образа жизни в соответствии с Концепцией совершенствования деятельности органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, одобренной и принятой к исполнению решением Республиканского санитарно-эпидемиологического совета № 5 от 26 июля 2017 года;

- база данных государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки»;

- база данных результатов оценки риска для здоровья населения от воздействия факторов среды обитания (вещества, загрязняющие атмосферный воздух и питьевую воду, физические факторы).

Показано, что формирование баз данных осуществлялось в соответствии с этапами сбора, обработки, анализа с формированием аналитических материалов, по определенным разделам данных (исходные данные; рабочие таблицы; информационные бюллетени и приложения).

Поскольку к базам данных относится множество групп данных, предназначенных для компьютерной обработки, исследования позволили выявить существующие методологические аспекты, которые следует учесть при обосновании отнесения информационного ресурса к категории «база данных».

Показано, что при анализе состояния ИС обязательно должна быть проведена оценка организационно-кадрового и технического потенциала системы управления структурно-технологическими и телекоммуникационными элементами (компьютеры, сети, серверы, программные продукты и пр.), а также персонала. Так, в Гомельском областном ЦГЭиОЗ обслуживание ИС обеспечивается штатом специалистов сектора автоматизированных систем управления организационного отдела (далее – сектор АСУ) в составе заведующего, администратора сети, 4 специалистов по сопровождению программного обеспечения и 2 инженеров-электроников. Деятельность сектора АСУ регламентируется Положением об организационном отделе, а также должностными инструкциями сотрудников.

Внимание уделено потенциалу для выполнения работ по сопровождению АРМ. Так, в Гомельском областном ЦГЭиОЗ на сектор АСУ возложена задача внесения регламентированных или ситуационных изменений в АРМ и сопровождение последних по следующим направлениям:

консультации пользователей по работе с программой, обучение специалистов, при необходимости помощь в установке программы;

техническое сопровождение баз данных (контроль корректности введенной информации, поломки, ошибки ввода и пр.);

доработка при изменениях в формах отчетов, протоколах исследований, методиках расчета, нормативных документах и др.;

сбор баз данных из территориальных ЦГЭ с определенной периодичностью, обработка данных на ошибки и логику, формирование данных для дальнейшей обработки пользователями;

обновление версий программ и др.

Результаты исследований показали, что проведенная по аналитическому алгоритму оценка состояния ИС позволила специалистам Гомельского областного ЦГЭиОЗ выявить системные проблемы, решение которых должно стать основой для перехода на цифровые технологии:

1. стареющий парк компьютерного оборудования;

2. хранение основной структурированной информации в электронных таблицах Excel, не связанных между собой; поэтому для формирования отдельных блоков базы данных СГМ используется ручная группировка информации из разных АРМ; формат Excel обеспечивает сбор, хранение, простой анализ и обмен информацией, но имеет ограничения в работе с большими данными;

3. для АРМ отделения СГМ база данных по показателям заболеваемости и смертности населения должна обеспечивать накопление, хранение, резервное копирование данных и оперативную статистическую обработку информации за выбранный временной период, с применением фильтров по имеющимся дезагрегациям;

4. эксплуатация уникальных АРМ, разработанных на языке программирования СУБД Microsoft Visual FoxPro, требует наличия обученных специалистов по сопровождению программного обеспечения, а оптимально – обеспечения сопровождения предприятиями-разработчиками; имеются организационные риски затруднения технического сопровождения баз данных и доработка указанных АРМ при изменении кадрового состава специалистов сектора АСУ;

5. необходимость разработки лабораторной информационной системы, интегрирующей все лабораторные АРМ на новой технологической платформе (далее – ЛИС). Использование ЛИС позволит оптимизировать и стандартизировать все этапы лабораторных испытаний, в том числе обеспечить однократную электронную регистрацию образцов, данных внутреннего лабораторного контроля, контроля расходных материалов, учета оборудования, автоматизацию расчета результатов исследований с расширенной неопределенностью, ведение в электронном виде всех лабораторных журналов, а также защиту от внесения изменений в данные, соблюдение требований по беспристрастности испытаний, сократить сроки их проведения и др. Кроме того, при применении ЛИС будет исключено дублирование функций специалистов, действовавших в проведении лабораторных испытаний, и, соответственно, будет обоснована оптимизация штатной численности лабораторных подразделений;

6. требуется разработка системы информационной защиты учреждения в соответствии с действующим законодательством (приобретение современного сертифицированного программного обеспечения, обновление компьютерного оборудования со сроком эксплуатации более 5–7 лет и другие аспекты управления ИС) [4].

По результатам оценки рабочей группой экспертов был представлен отчет о состоянии ИТ-инфраструктуры Гомельского областного ЦГЭиОЗ, в состав которого вошли: общее описание информационной системы; программное обеспечение; автоматизированные рабочие места; базы данных; система электронного документооборота; управление оборудованием и персоналом; результаты; проблемный анализ; предложения по модернизации.

Установлено, что при разработке мероприятий по адаптации существующей ИС к современным моделям, разрабатываемым на основе современных цифровых решений, необходимо учитывать следующие основные моменты:

- наличие значительного объема информации, подлежащей анализу;
- новые типы и виды информационных потоков;
- актуализация интеграции разрозненных информационных ресурсов в единую базу данных, доступную для анализа;
- потребность в информационном взаимодействии между подразделениями областного учреждения и территориальными учреждениями;
- автоматизация взаимодействия с внешними Интернет-ресурсами на основе облачных технологий;
- совершенствование системы управления оборудованием и персоналом с учетом новых потребностей и задач;
- обеспечение информационной безопасности и пр.

При адаптации существующей ИС к цифровым моделям следует сосредоточиться на выявлении и автоматизации процессов, анализе данных, обучении сотрудников и интеграции цифровых технологий, а не просто на замене старых решений на новые. Важно разрабатывать комплексные стратегии цифровой трансформации.

ИС Гомельского областного ЦГЭиОЗ, реализуемая в комплексе с ИС территориальных ЦГЭ, может быть основой для организационно-технологической платформы моделирования в масштабе республики новых подходов по переходу на применение современных цифровых технологий при осуществлении социально-гигиенического мониторинга в сопряженности с цифровизацией государственного санитарного надзора.

Примененный принцип самооценки может быть предложен в качестве формата внутреннего информационного аудита с изданием организационно-методических рекомендаций в данной области деятельности для всех санитарно-эпидемиологических учреждений республики.

Литература

1. Анализ влияния факторов окружающей среды на здоровье человека с применением цифровых решений / И. А. Шадеркин, А. П. Дьяченко, Е. А. Чулюкова [и др.] // Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. – 2023. – № 9 (4). – С. 36–44.
2. Опыт внедрения в практику работы санэпидслужбы Гомельской области мониторинговой медико-экологической информационной системы (МЭИС «Гомельский регион») / В. И. Ключенович, В. А. Нараленков, Г. В. Эйсымонт [и др.] // Медицинские аспекты радиоактивного воздействия на население, проживающее на загрязненной территории после аварии на Чернобыльской АЭС : материалы междунар. науч. симпозиума, май 1994 г., г. Гомель / Гомел. гос. мед. ин-т ; редкол.: Ю. И. Бандажевский [и др.]. – Гомель, 1994. – С. 56–59.
3. Порядок создания и ведения базы данных центров гигиены и эпидемиологии для целей социально-гигиенического мониторинга и достижения показателей Целей устойчивого развития : метод. рекомендации // Оршанский зональный центр гигиены и эпидемиологии. – URL: <https://orshacge.by/wp-content/uploads/2024/10/metodicheskie-rekomendaczii-poryadok-sozdaniya-i-vedeniya-bazy-dannyh.pdf> (дата обращения: 31.05.2025).
4. Об информации, информатизации и защите информации : Закон Респ. Беларусь от 10 нояб. 2008 г. № 455-З : в ред. от 10 окт. 2022 г. № 209-З // іlex : информ. правовая система (дата обращения: 31.05.2025).

Поступила 04.09.2025

ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИЯХ, ВОВЛЕЧЕННЫХ В РЕАЛИЗАЦИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА «ЗДОРОВЫЕ ГОРОДА И ПОСЕЛКИ», КАК ФОРМЫ МОТИВАЦИИ К ВЕДЕНИЮ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

Машенская В. С., brhcmh@brest.by,
Тищенко Е. Н., brhcmh@brest.by,
Садовникова Г. В., mail@bocgie.by

Государственное учреждение «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Брест, Республика Беларусь

Физическая активность является неотъемлемой частью нашей жизни. Она имеет широко известный защитный эффект за счет особенностей своего воздействия на организм человека. Однако в настоящее время по данным Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) физическая активность почти 80 % взрослых людей во всем мире ниже приемлемого минимального уровня, положительно влияющего на здоровье. Недостаток движений повышает риск развития болезней сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета, способствует раннему старению организма со всеми вытекающими последствиями.

Связано это с тем, что деятельность подкорковых структур мозга, участвующих в регуляции важнейших функций организма (работа сердца и сосудов, дыхание, пищеварение, температура тела, аппетит, сон, эмоции и др.) контролируется тем отделом коры мозга, который отвечает за работу мышц. При достаточной физической активности импульсы от работающих мышц поступают в кору головного мозга, поддерживая тонус коры мозга и, соответственно, подкорковых структур. При дефиците движения импульсы от мышц не поступают и вегетативные центры посылают искаженные сигналы к органам и тканям, что нарушает их работу и приводит к неприятным проблемам.

С целью оценки эффективности проводимой работы среди населения по повышению мотивации к ведению здорового образа жизни, в том числе к увеличению двигательной активности и уменьшению потребления алкогольных напитков, к профилактике курения и использования электронных сигарет, а также степени достижения целевого показателя государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 гг. по снижению количества лиц в возрасте 18–69 лет, физическая активность которых не отвечает рекомендациям ВОЗ (менее 150 минут в неделю), в сентябре 2024 г. проведен анкетный опрос населения среди трех возрастных групп (18–29, 30–49 и 50–69 лет), проживающего на 28 территориях, вовлеченных в реализацию государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки».

Всего анкетным опросом охвачены 3152 человека, из них 1566 женщин (49,7 %) и 1586 мужчин (50,3 %). По возрастному составу респонденты распределились следующим образом: лица в возрасте 18–29 лет составили 32,0 % (1009 чел.), 30–49 лет – 35,0 % (1104 чел.), 50–69 лет – 33,0 % (1038 чел.).

В анкету были включены вопросы о частоте выполнения некоторых видов физической активности (зарядка, пробежки, катание на велосипеде, ходьба пешком в быстром темпе, посещение спортивного зала, фитнес-центра, бассейна и др.) продолжительностью не менее 30–40 минут, о физических нагрузках во время трудовой деятельности, а также о курении и использовании парогенераторов, о частоте употребления алкогольных напитков.

Двигательная активность расценивается как достаточная, если она осуществляется 4–5 раз в неделю по 30–40 минут или 1–3 раза в неделю, если сочетается с физической нагрузкой на работе. В нашем исследовании физической активностью 4–5 раз в неделю занимаются в общей сложности 1574 человека или 49,9 % респондентов, при этом наибольшей популярностью пользуются ходьба и езда на велосипеде – эти позиции отметили 22,4 % и 13,6 % из них соответственно. Зарядку отметили только 8,3 % респондентов, пробежки – 3,1 %, регулярное посещение спортивных объектов – 2,5 % (таблица 1).

Таблица 1 – Двигательная активность 4–5 раз в неделю

Число лиц	Виды физической активности											
	Зарядка		Пробежки		Велосипед		Ходьба		Спортзал		Итого	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
3152	260	8,3	98	3,1	430	13,6	706	22,4	80	2,5	1574	49,9

Интересным представляется анализ наиболее востребованных видов физической активности в зависимости от возраста и пола. Зарядку чаще делают лица в возрасте 18–29 лет (9,0 %), а также женщины (8,8 % из них), пробежки чаще совершают также лица более молодой возрастной группы (3,8 %), а также мужчины (3,7 %). А вот велосипедом чаще пользуются лица старшей возрастной группы (16,8 % из них), и практически одинаково мужчины и женщины (13,6 % и 13,7 % соответственно). Ходят пешком чаще опять же лица более молодого возраста (23,2 %) и женщины (24,6 %), спортзал чаще посещают лица в возрасте 30–49 лет (3,1 %) и 18–29 лет (3,0 %), а также женщины (2,9 % из них).

В общей сложности по вовлеченности лиц в различные виды двигательной активности лидируют лица в возрасте 50–69 лет (51,5 %), на втором месте стоят представители самой молодой возрастной группы (50,1 %). Также более активными выглядят женщины – более половины из них (52,6 %) имеют достаточный уровень двигательной активности (таблица 2).

Таблица 2 – Двигательная активность с учетом возраста и пола

Возраст и пол	Число лиц	Зарядка		Пробежки		Велосипед		Ходьба		Спортзал		Итого	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
18–29 лет	1009	91	9,0	38	3,8	113	11,2	234	23,2	30	3,0	506	50,1
30–49 лет	1104	82	7,4	34	3,1	143	13,0	240	21,7	34	3,1	533	48,3
50–69 лет	1038	87	8,4	26	2,5	174	16,8	232	22,4	16	1,5	535	51,5
мужской	1586	122	7,7	58	3,7	216	13,6	321	20,2	34	2,1	751	47,4
женский	1566	138	8,8	40	2,6	214	13,7	385	24,6	46	2,9	823	52,6

Двигательная активность человека зависит также от характера выполняемой работы в процессе трудовой деятельности. Анализ анкетирования показал, что у 711 человек различные виды двигательной активности 1–3 раза в неделю сочетается с ходьбой во время выполнения трудовой деятельности, у 312 респондентов – с подъемом и переносом тяжестей, а у 212 – с тяжелым физическим трудом. В общей сложности еще 1235 человек (39,2 % от числа респондентов) с учетом этих обстоятельств также имеют в общей сложности достаточную физическую активность (таблица 3).

Таблица 3 – Сочетание двигательной активности 1–3 раза в неделю с физической нагрузкой во время выполнения трудовой деятельности

Физическая активность на работе	Двигательная активность 1–3 раза в неделю					
	Зарядка	Пробежки	Велосипед	Ходьба	Спортзал	Всего
«В основном хожу»	126	80	180	245	80	711
«Поднимаю и переносу тяжести»	63	48	78	95	28	312
«Тяжелый физический труд»	29	26	57	76	24	212
Всего	218	154	315	416	132	1235
% от числа респондентов (3152 чел.)	6,9	4,9	10,0	13,2	4,2	39,2

Таким образом, в общей сложности достаточный уровень физической активности выявлен у 2809 человек из 3152 участников анкетного опроса (1574 человека, занимающиеся физической активностью 4–5 раз в неделю, и 1235 человек, совмещающих физическую активность 1–3 раза в неделю с физическим трудом во время выполнения трудовой деятельности), они составили 89,1 %, а недостаточный у 343 (10,9 %) соответственно.

Представляется интересным сравнительный анализ потребления крепких алкогольных напитков и вина лицами с достаточным уровнем двигательной активности (4–5 раз в неделю) в сравнении с потреблением этих напитков респондентами в целом.

Как видно из таблицы, практически каждый третий респондент (990 человек из 3152) потребляет крепкие алкогольные напитки и вино каждый день, несколько раз в неделю и несколько раз в месяц (они составили 31,4 %). При этом только практически каждый восьмой из числа лиц с достаточным уровнем двигательной активности (192 человека из 1574), потребляет эти алкогольные напитки по данной схеме – они составили 12,2 % (таблица 4).

Таблица 4 – Потребление алкогольных напитков респондентами и лицами, имеющими достаточный уровень двигательной активности

Категории лиц, употребляющих алкогольные напитки	Частота потребления алкогольных напитков		
	Каждый день и несколько раз в неделю	Несколько раз в месяц	Итого
По данным анкетного опроса в целом (3152 чел.)	182	808	990
% от числа респондентов (3152 чел.)	5,8	25,6	31,4
Из числа лиц с достаточным уровнем двигательной активности (1574 чел.)	38	154	192
% от числа лиц с достаточным уровнем физической активности (1574 чел.)	2,4	9,8	12,2

Анализ числа потребителей никотиновой продукции (использование обычных и электронных сигарет) также показал довольно значительную разницу между респондентами в целом и лицами с достаточным уровнем двигательной активности. Согласно результатам анкетного опроса населения практически каждый четвертый респондент (833 человека из 3152) курит или использует парогенераторы (они составили 26,4 %). Из числа лиц с достаточным уровнем двигательной активности только практически каждый седьмой (230 человек из 1574) использует эти способы получения никотина – они составили 14,6 % (таблица 5).

Таблица 5 – Курение и потребление электронных сигарет респондентами в целом и лицами с достаточным уровнем физической активности

Потребители никотина из числа респондентов (3152 чел.)		Потребители никотина из числа лиц с достаточным уровнем двигательной активности (1574 чел.)	
Число лиц	%	Число лиц	%
833	26,4	230	14,6

Проведенное социологическое исследование показало, что проводимая работа по повышению мотивации населения к ведению здорового образа жизни оказалась эффективной. Прежде всего достигнут целевой показатель государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 гг. по снижению количества лиц в возрасте 18–69 лет, физическая активность которых не отвечает рекомендациям ВОЗ (менее 150 минут в неделю): плановое задание на 2024 г. – 12,6 %, на 2025 г. – 12,4 %, полученный результат – 10,9 %.

Также выявлена большая заинтересованность лиц, регулярно занимающихся физической активностью 4–5 раз в неделю, в ведении здорового образа жизни. Так, среди этой категории респондентов, частота случаев употребления крепких алкогольных напитков и вина по опасной схеме в плане высокого риска развития зависимости (каждый день, несколько раз в неделю и в месяц), меньше в 2,6 раза в сравнении с общей группой респондентов (12,2 % и 31,4 % соответственно). Но вместе с тем настораживает тот факт, что 2,4 % из них все-таки потребляют алкогольные напитки часто (каждый день и несколько раз в неделю).

Аналогичная ситуация просматривается и в отношении курения и использования электронных сигарет: среди лиц с достаточным уровнем физической активности (занятия 4–5 раз в неделю) число потребителей никотиновой продукции меньше практически в 2 раза в сравнении с общей группой респондентов (14,6 % и 26,4 % соответственно).

Таким образом, регулярные занятия физическими упражнениями являются важным мотивационным моментом для ведения здорового образа жизни, поддержания собственного здоровья. Поэтому необходимо регулярно проводить информационную работу среди всех возрастных групп по повышению их заинтересованности в поддержании здоровья через регулярные занятия физической активностью, отказ от вредных привычек.

Поступила 20.08.2025

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ НАДПИСЕЙ НА ЛИЦЕВОЙ СТОРОНЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ УПАКОВКИ НЕТАБАЧНОЙ НИКОТИНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

*Николаева Е. А., trud@rspch.by,
Кожукарова Д. Ю., trud@rspch.by,
Мадекша И. В., trud@rspch.by,
Ивко Н. А., к. б. н., ontp@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время на рынке Республики Беларусь широко представлена нетабачная никотиносодержащая продукция в виде различных электронных систем доставки никотина и изделий орального способа потребления [1]. Реализуемая нетабачная никотиносодержащая продукция должна соответствовать требованиям, установленным законодательством.

В целях обеспечения защиты здоровья человека, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно назначения и свойств нетабачной никотинсодержащей продукции на территории Республики Беларусь действуют требования, изложенные в постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 6 января 2022 г. № 8 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 21 октября 2016 г. № 849». В соответствии с данным постановлением устанавливаются требования об обязательной сертификации в отношении следующей продукции:

нетабачных никотиносодержащих изделий орального способа потребления;

никотиносодержащих жидкостей для электронных систем курения, электронных систем курения с жидкостями для них, конструктивно входящих в состав таких систем.

Следовательно, при обращении такой продукции на рынке республики обязательным является наличие сертификата соответствия Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь.

На законодательном уровне к нетабачной никотиносодержащей продукции установлены требования: к информации, указываемой на потребительской упаковке, к ограничению содержания никотина, наличию документов, подтверждающих ее свойства [2], а также для никотиносодержащих жидкостей для электронных систем курения, электронных систем курения с жидкостями для них, конструктивно входящих в состав таких систем установлены требования к объему емкостей (объем одноразовых электронных систем доставки никотина, объем одноразовых картриджей и объем специальных заправочных контейнеров).

Важными являются требования, предъявляемые к информации, расположенной на лицевой стороне потребительской упаковки нетабачной никотиносодержащей продукции, т. к. отсутствие доступной и понятной информации о вреде ее употребления является реальной угрозой для здоровья человека. На лицевой стороне потребительской упаковки в обязательном порядке должна быть нанесена предупредительная надпись «ПРОДУКТ ВРЕДЕН ДЛЯ ВАШЕГО ЗДОРОВЬЯ» или надпись «ПРОДУКТ СОДЕРЖИТ НИКОТИН, ЯВЛЯЮЩИЙСЯ ЯДОВИТЫМ ВЕЩЕСТВОМ, ВЫЗЫВАЮЩИМ СИЛЬНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ», при этом информация должна равномерно распределяться по всей площади, выделенной для надписей. Надпись должна занимать не менее 50 % площади потребительской упаковки и наноситься прописными буквами черного цвета на белом фоне, выделенным, четким, легко читаемым шрифтом максимально крупного размера. Высота шрифта должна быть больше, чем междустрочный интервал. Стоит отметить, что в информации, нанесенной на потребительскую упаковку, не допускается использование слов и (или) знаков, и (или) символов, которые могут вызвать ассоциации изделий с пищевой продукцией, в том числе с пищевыми добавками, также не допускается использование на потребительской упаковке изображений пищевой продукции, лекарственных средств, лекарственных растений, слов и (или) словосочетаний, которые прямо или косвенно могут вызвать ассоциации изделий с пищевой продукцией, лекарственными средствами или лекарственными растениями.

Следует отметить, что нетабачная никотиносодержащая продукция включена в Единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования в рамках Таможенного союза, утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 28 января 2011 г. № 526. Республикой Армения разработан проект технического регламента «Технический регламент на никотиносодержащую продукцию» (далее – проект ТР), однако в настоящее время он не принят. Проект ТР также содержит требования

относительно надписи, нанесенной на лицевую сторону потребительской упаковки. В соответствии с пунктом 11 проекта ТР на лицевой стороне потребительской упаковки должна быть надпись: «Данный продукт может содержать никотин. Никотин вызывает зависимость и наносит вред здоровью». Текст надписи наносится буквами черного цвета жирным, четким, легко читаемым шрифтом на белом фоне. Надпись помещается в рамку черного цвета, толщиной не менее 1 мм. Площадь, ограниченная рамкой, включая площадь самой рамки, должна располагаться на лицевой основной стороне потребительской упаковки и занимать не менее 30 % ее площади. Принятие Технического регламента Европейского экономического союза «Технический регламент на никотиносодержащую продукцию» позволит обеспечить потребителям предоставление полной и достоверной информации о рисках, связанных с использованием никотиносодержащей продукции.

В Республике Беларусь оценка соответствия предупредительных надписей проводится визуально и путем прямых измерений. Визуально, как правило, оцениваются следующие параметры: регистр букв (прописные/строчные), цвет букв, четкость и читаемость шрифта, равномерность распределения надписи на белом фоне лицевой стороны. Путем прямых измерений проводится определение высоты шрифта, размера междустрочного интервала, определение габаритных размеров лицевой стороны потребительской упаковки (высота, ширина) и габаритных размеров белого фона, выделенного для надписей (высота, ширина). В случае если потребительская упаковка имеет круглую или цилиндрическую форму, необходимо определять не ширину и высоту, а диаметр.

Оценка основных параметров предупредительных надписей на лицевой стороне потребительской упаковки методом прямых измерений проводится по аттестованной методике АМИ. МН 0076-2022 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Параметры предупредительных надписей на лицевой стороне потребительской упаковки нетабачных никотиносодержащих изделий орального способа потребления, никотиносодержащих жидкостей для электронных систем курения и электронных систем курения с жидкостями для них, конструктивно входящих в состав таких систем. Методика измерений». Данная методика определяет общий порядок проведения измерений высоты шрифта и междустрочных интервалов, измерений высоты белого фона, выделенного для надписи и высоту лицевой стороны потребительской упаковки с последующим определением отношения их величин, а также порядок измерений габаритных размеров белого фона, выделенного для надписи и габаритных размеров лицевой стороны потребительской упаковки с последующим расчетом площадей белого фона и лицевой стороны и определением отношения этих площадей.

На практике при проведении оценки соответствия предупредительных надписей возникает ряд вопросов, не отраженных в АМИ.МН 0076-2022 и требующих решений:

1. Определение лицевой стороны потребительской упаковки нетабачной никотиносодержащей продукции.

Возможный путь решения: в случае неоднозначного определения лицевой стороны потребительской упаковки (надписи нанесены с двух сторон), лицевую сторону определяет изготовитель (импортер) нетабачной никотиносодержащей продукции (письмо-уведомление).

2. Определение высоты букв с выносными или без выносных элементов.

Возможный путь решения: высоту букв измерять без выносных элементов;

3. Высота букв в разных строках одной надписи может отличаться.

Возможный путь решения: определение высоты букв проводить путем измерения одной произвольно выбранной буквы в каждой строке. Вычислять среднее арифметическое на основании полученных всех результатов измерений (например: в надписи четыре строки и высота букв отличается, то необходимо выполнить четыре измерения и вычислить среднее арифметическое).

4. Размер междустрочного интервала между строками одной надписи может отличаться.

Возможный путь решения: в случае, когда в надписи более двух строк и междустрочный интервал между смежными строками отличается, выполнять измерения между разными смежными строками. Вычислять среднее арифметическое на основании полученных результатов измерений (например: в надписи четыре строки и междустрочный интервал между первой и второй строкой отличается от междустрочного интервала между второй и третьей строкой, необходимо выполнять 3 измерения между всеми строками (первая-вторая, вторая-третья и третья-четвертая) и вычислять среднее арифметическое).

Таким образом, на сегодняшний день в Республике Беларусь сформированы подходы к оценке нетабачной никотиносодержащей продукции в части содержания никотина и информации, расположенной на лицевой стороне потребительской упаковки. При проведении оценки соответствия предупредительных надписей возникает ряд вопросов практического применения действующих методических документов. На основании имеющегося опыта предложены возможные пути их решения.

Литература

1. Николаева, Е. А. / Оценка безопасности никотиносодержащих жидкостей для электронных систем курения и электронных систем курения с жидкостями для них / Е. А. Николаева, И. В. Мадекша, Д. Ю. Кожукарова // Здоровье и окружающая среда : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., 5–6 дек. 2024 г., г. Минск / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья» ; редкол.: С. И. Сычик [и др.]. – Гомель, 2024. – С. 354–355.

2. Зенькович, А. Л. / Анализ влияния электронных сигарет на здоровье человека. Регулирование обращения электронных сигарет в мире / А. Л. Зенькович, А. Л. Скуранович, О. В. Бартман // Здоровье и окружающая среда : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., 5–6 дек. 2024 г., г. Минск / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья» ; редкол.: С. И. Сычик [и др.]. – Гомель, 2024. – С. 381–385.

Поступила 15.09.2025

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В МОГИЛЕВЕ: ВЫЯВЛЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ПРОДУКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ГИГИЕНЫ ПИТАНИЯ

Новикова А. В., bt@mzcge.by,

Гурский В. В., mzcge@cge.by

Учреждение здравоохранения «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Могилев, Республика Беларусь

Гигиена питания является ключевым элементом охраны здоровья населения, напрямую влияя на уровень заболеваемости, профилактику пищевых отравлений и инфекционных заболеваний. Пищевые продукты ежедневно попадают к потребителям, и даже единичные нарушения могут стать источником риска для здоровья.

Ранее контроль за выявлением нестандартной и некачественной продукции в УЗ «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии» (далее – Центр) возлагался на отделение гигиены питания. Работа в данном направлении не приводила к нужным результатам и требовала системного подхода. Руководством Центра было принято решение создать отдельное структурное подразделение, которое занималось бы непосредственно данным направлением. В 2022 г. организовано отделение надзора и контроля за гигиенической безопасностью товаров, что позволило централизовать и упорядочить работу. В связи с изменением штатного расписания в мае 2023 г. создана функциональная группа по надзору и контролю за гигиенической безопасностью товаров отдела гигиены.

Ключевые аспекты деятельности функциональной группы по надзору и контролю за гигиенической безопасностью товаров отдела гигиены Центра:

проведение лабораторных исследований: отбор и анализ проб продукции на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям (по химическим показателям (наличие консервантов, красителей, нитритов) и микробиологическим показателям (бактерии группы кишечной палочки, количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, дрожжи, плесень));

мониторинг рынка: постоянный контроль за качеством продукции, поступающей на рынок, включая проверку маркировки, сроков годности и условий хранения продукции;

профилактическая работа: проведение разъяснительной работы с производителями и импортерами/поставщиками, направленной на повышение их ответственности за качество выпускаемой продукции.

За последние четыре года специалисты Центра выявили 155 проб продукции, не соответствующих требованиям действующего законодательства. Начиная с 2021 г. наблюдается тенденция к увеличению числа отбираемых проб нестандартной продукции: если в 2021 г. было выявлено всего 15 образцов, то в 2022 г. их количество выросло до 45, а в 2024 г. – до 53 (рисунок 1). Рост показателя связан не с ухудшением качества продукции на рынке, а отражает активизацию контрольной работы и применение риск-ориентировочного подхода при отборе продукции, позволяя более эффективно выявлять потенциально опасные товары и своевременно предотвращать их попадание на потребительский рынок.

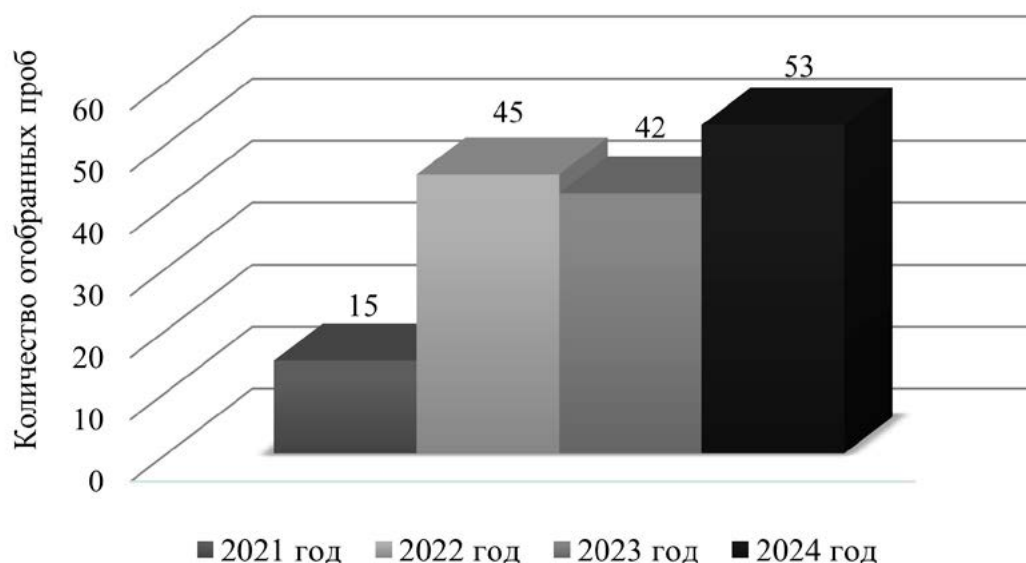


Рисунок 1 – Количество обследованных объектов с установленными нарушениями в 2021–2024 гг.

Выявление нестандартной продукции проводилось комплексно и основывалось в первую очередь на реализации бюджетных программ лабораторного контроля, направленных на мониторинг безопасности пищевых продуктов; на анализе аналогичной продукции, выявленной в иных центрах; а также на непосредственных наблюдениях на объектах, когда специалисты обращали внимание на товары, вызывавшие сомнения в их соответствии.

Практика показывает, что вероятность выявления нестандартной продукции значительно возрастает при тщательном анализе ряда факторов, связанных как с самим продуктом, так и с условиями его реализации.

В первую очередь, отбору подлежит продукция, внешний вид которой вызывает сомнение (например, изменение естественного цвета продукта, наличие конденсата на упаковке и т. д.). Такие признаки могут свидетельствовать о нарушении условий хранения, что напрямую отражается на микробиологических показателях.

Приоритетным направлением остается контроль продукции, склонной к быстрому микробиологическому обсеменению: молочные изделия, кулинарные полуфабрикаты, замороженные овощи, изделия кондитерской группы с кремом. Такие продукты требуют строгого соблюдения температурных режимов, и малейшее отклонение ведет к риску развития патогенной микрофлоры. Особое внимание при контроле уделяется продукции, склонной к развитию плесени и дрожжей. Такие нарушения часто выявляются в сухофруктах, орехах. Появление дрожжей и плесени может привести к образованию токсинов, представляющих угрозу здоровью потребителя.

За период с 2022 по 2025 г. в г. Могилеве отмечается рост доли проб подконтрольной продукции, не соответствующих микробиологическим требованиям. Количество исследований увеличилось более чем в два раза (с 92 до 189), при этом абсолютное число нарушений выросло с 14 до 32. В относительном выражении доля нестандартных проб увеличилась с 15,2 % до 18,5 %.

Особое внимание при контроле уделяется маркировке продукции. В частности, рассматриваются следующие аспекты:

наличие в составе чрезмерного количества пищевых добавок (консервантов, красителей, ароматизаторов, стабилизаторов) повышает риск несоответствия продукции установленным нормам по химическим показателям;

отдельной проверке подлежат продукты с маркировкой «без ГМО», «натуральный продукт» или «без добавок». В случае если лабораторные исследования выявляют наличие запрещенных для такой категории веществ (например, синтетических красителей или консервантов), маркировка признается недостоверной.

Отмечались случаи, когда при исследовании продукции выявлялись консерванты, которые не отражены в маркировке. Такое несоответствие вводит потребителя в заблуждение и расценивается как серьезное нарушение, поскольку фактический состав продукции не соответствует заявленному.

Так, за 3 года отобрана 501 проба на санитарно-химические показатели (включая консерванты и красители), из них 55 проб (11,0 %) оказались нестандартными.

Не менее важным является анализ овощей и фруктов. Наибольшее внимание уделяется продукции, выращенной в условиях интенсивного земледелия, где возможно применение большого количества минеральных удобрений. В этих случаях повышается вероятность превышения содержания нитратов.

За 3 года в 13 из 38 проб (34,2 %) было зафиксировано превышение допустимого уровня нитратов. Нарушения чаще всего выявлялись в арбузах и дынях, поступивших из южных регионов (рисунки 2, 3).

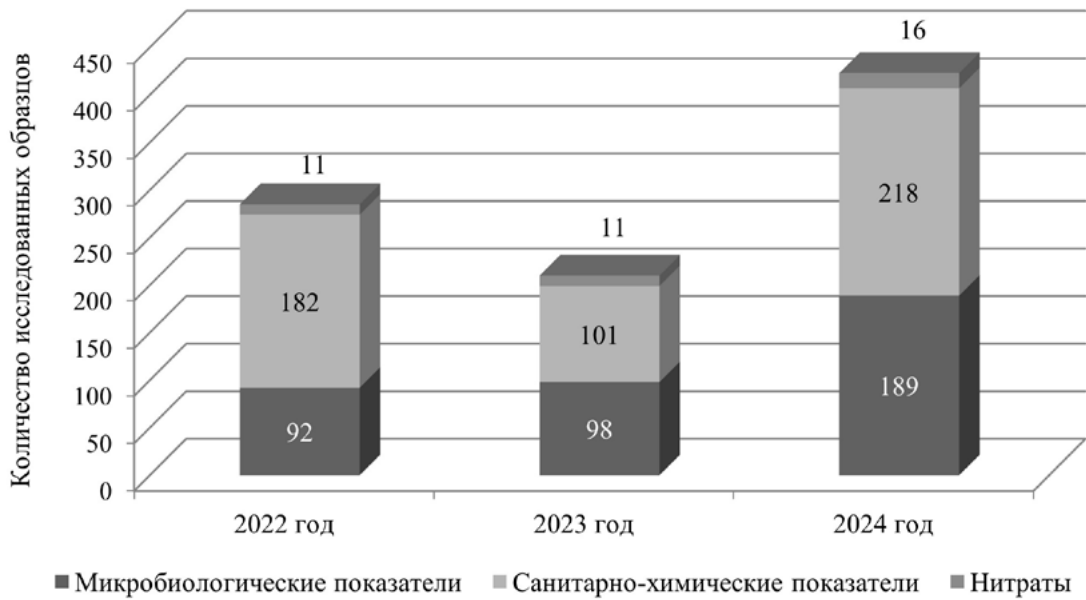


Рисунок 2 – Количество исследованных проб на различные показатели в 2022–2024 гг.

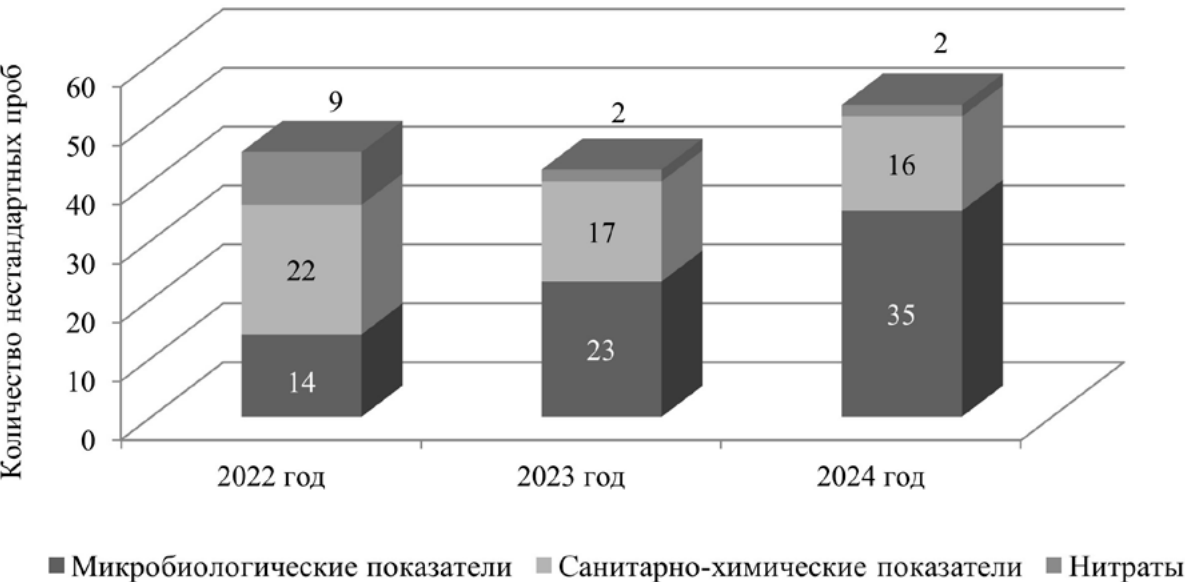


Рисунок 3 – Количество выявленных нестандартных проб по различным показателям в 2022–2024 гг.

Особое внимание уделяется контролю ответственности поставщиков и импортеров. Контроль распространяется не только на конечный продукт, но и на все стадии его движения – от поступления до передачи продукции следующему участнику оборота (организация погрузочно-разгрузочных работ). Такой подход обеспечивает надежность системы качества и безопасность продукции для конечного потребителя.

Контроль поставщиков и импортеров охватывает весь «жизненный цикл» продукции:

поступление продукции от изготовителя: проверяются сертификаты, декларации соответствия, спецификации поставщиков, результаты входных испытаний;

транспортировка и передача продукции: профильный транспорт, наличие санитарно-гигиенических заключений на автотранспорт, терморегистраторы, защита продукции от повреждений, корректная документация и маркировка;

хранение и логистика: контроль температурных режимов, правильная организация складских помещений, прослеживаемость партий;

персонал: наличие медицинских справок, прохождение медосмотров, отметка гигиенического обучения.

Каждая из этих мер демонстрирует, что поставщик или импортер осуществляет надлежащий производственный контроль, обеспечивая качество и безопасность продукции на всех этапах ее движения.

Важно отметить, что контроль распространяется на всех участников оборота, а не только на поставщиков и импортеров. Нарушения правил хранения и транспортировки, выявленные у любого из них, считаются частью производственного контроля.

За 2024 г. обследовано 369 объектов, реализующих пищевую продукцию. На 316 объектах (85,6 %) были выявлены нарушения, и все они на 100 % приравнены к нарушениям производственного контроля. Следует подчеркнуть, что выявленные нарушения не свидетельствуют о том, что объект является ненадежным. Чаще всего речь идет о единичных или точечных несоответствиях, которые не отражают общий уровень организации производственного контроля на объекте. Такой подход позволяет дифференцированно оценивать риски и направлять корректирующие меры именно на проблемные участки.

На основании накопленного опыта и выявленных фактов нарушений активизирована работа по применению мер административной ответственности в отношении субъектов, допустивших реализацию некачественной продукции.

Следует подчеркнуть, что обязанность по обеспечению качества продукции возлагается не только на поставщиков и импортеров, но и на все организации, реализующие данную продукцию. Указанные организации обязаны осуществлять выборочный производственный контроль за поступившей к ним продукцией.

Анализ данных за 2022–2024 гг. показывает рост привлечения к административной ответственности виновных лиц: в 2022 г. было составлено 2 протокола, в 2023 г. – 26 протоколов, в 2024 г. – 27 протоколов.

Подводя итоги проведенной работы и обобщая результаты надзора, можно отметить, что активизация работы Центра позволила:

- повысить эффективность отбора проб;

- своевременно выявлять и изымать из оборота небезопасные продукты;

- мотивировать производителей и поставщиков к соблюдению норм действующего законодательства;

- повысить информированность населения о рисках потребления нестандартной продукции.

Таким образом, выявление нестандартной пищевой продукции остается важнейшим инструментом гигиены питания, напрямую связанным с обеспечением санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Увеличение числа выявленных случаев отражает рост эффективности контроля, а не ухудшение ситуации на рынке.

Системный контроль, включающий лабораторные исследования, оценку программы производственного контроля, условий хранения и транспортировки продукции, применение мер ответственности к субъектам, а также взаимодействие с производителями, позволяет предотвратить либо снизить попадание небезопасной продукции к потребителю. В конечном счете это способствует укреплению здоровья населения и созданию здоровьесберегающей среды.

Опыт г. Могилева показывает, что достижение высоких результатов стало возможным благодаря специализации в данном направлении за счет формирования отдельной функциональной группы, сосредоточенной исключительно на выявлении нестандартной и некачественной продукции. Такая организация работы позволяет полностью концентрироваться на этом направлении, не отвлекаясь на другие задачи, что обеспечивает системность, оперативность и высокую эффективность контроля.

Поступила 12.09.2025

ИНФОРМАЦИОННО-РАЗЪЯСНИТЕЛЬНАЯ РАБОТА СРЕДИ ПОКУПАТЕЛЕЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Орачев А. В., *ocge@mail.grodno.by*,
Руфкин А. В., *ocge@mail.grodno.by*,
Макуть К. Л., *ocge@mail.grodno.by*,
Руфкина М. М., *ocge@mail.grodno.by*

Государственное учреждение «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Гродно, Республика Беларусь

Основной принцип деятельности санитарно-эпидемиологической службы Республики Беларусь – приоритет профилактических и предупредительных мер при минимальном вмешательстве в хозяйственную деятельность. Реализация данного подхода требует активной разработки и внедрения новых форм и методов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [1]. Результаты государственного санитарного надзора свидетельствуют о том, что субъектами хозяйствования не принимаются в полном объеме меры по соблюдению требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Это можно связать с тем, что организация работы субъектов хозяйствования основывается в первую очередь на удовлетворении потребностей потребителя. Таким образом, наличие у потребителей нужных знаний и правильных потребительских привычек может стимулировать объекты торговли и общественного питания усилить контроль за выполнением санитарно-эпидемиологических требований.

Цель работы – изучение потребительских привычек, уровня знаний населения о требованиях к посещаемым торговым объектам и навыков их применения, действий в случае приобретения некачественной продукции.

В работе использованы результаты государственного санитарного надзора за субъектами, участвующими в обращении пищевой продукции и данные анонимного анкетирования 95 респондентов.

Основываясь на современных требованиях к организации работы учреждениям, осуществляющим государственный санитарный надзор, удалось сохранить эффективность и результативность проводимых мероприятий, при этом уменьшив надзорную нагрузку на субъект.

В 2024 г. санитарно-эпидемиологической службой Гродненской области надзорными мероприятиями охвачен 1971 торговый объект (2022 г. – 2735, 2023 г. – 2012), проведено 2269 обследований (2022 г. – 4042, 2023 г. – 2598).

С целью профилактики и предупреждения нарушений законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения специалистами санитарно-эпидемиологической службы (раздел гигиены питания) в 2024 г. было проведено 342 мониторинга торговых объектов с участием их руководителей (2022 г. – 451, 2023 г. – 361). Кроме того, специалисты по гигиене питания 73 раза принимали участие в обследовании торговых объектов в составе межведомственных рабочих групп (в 2022 г. – 201 раз, в 2023 г. – 167).

Расширяется практика проведения специализированных семинаров для работников субъектов хозяйствования. Обучение строится по отраслевому принципу, что позволяет учитывать специфику деятельности предприятий и обеспечивать целенаправленное изучение требований санитарно-эпидемиологического законодательства. Такой дифференцированный подход способствует эффективному предупреждению нарушений, характерных для конкретных категорий торговых объектов.

Так, для разъяснения практического применения законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия и повышения гигиенической грамотности проведено 166 обучающих семинаров (семинаров-тренингов, семинаров-практикумов) по основным санитарно-эпидемиологическим требованиям (2022 г. – 171, 2023 г. – 164); 533 обучения для персонала торговых объектов (2022 г. – 496, 2023 г. – 506), присутствовало 1367 человек (2022 г. – 2206, 2023 г. – 1896 человек).

Также проведение мер профилактического и предупредительного характера учреждениями государственного санитарного надзора реализовывалось путем проведения 652 разъяснений о порядке соблюдения требований законодательства, применения его положений на практике (2022 г. – 603, 2023 г. – 644); консультаций субъектов торговли и общественного питания – 269 (2022 г. – 512, 2023 г. – 346), в том числе 103 с выездом на объект (2022 г. – 213, 2023 г. – 120); участия в производственных совещаниях субъектов торговли – 40 (2022 г. – 213, 2023 г. – 120); в заседаниях районных Советов по развитию предпринимательства – 11 (2022 г. – 15, 2023 г. – 13).

В целях широкого распространения информации о результатах государственного санитарного надзора, типичных нарушениях, здоровом образе жизни и правильном питании было опубликовано 144 статьи в средствах массовой информации (2022 г. – 116, 2023 г. – 145), подготовлено 53 выступления на радио (2022 г. – 104, 2023 г. – 86) и 34 – на телевидении (2022 г. – 42, 2023 г. – 60). Кроме того, информация 695 раз размещалась на сайтах центров гигиены и эпидемиологии (2022 г. – 1386, 2023 г. – 831).

Ежемесячно специалисты санитарно-эпидемиологической службы области участвуют в работе «Открытая приемная» совместно с представителями государственных органов и бизнес-сообщества по разъяснению положений Декрета Президента Республики Беларусь от 23 ноября 2017 г. № 7 и основных требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

К другим формам профилактической работы относятся: организация и проведение «прямых телефонных линий» и круглых столов; функционирование «горячих линий» на постоянной основе; участие в акциях, направленных на популяризацию здорового образа жизни; распространение информационных материалов (бюллетени, памятки, буклеты, листовки); разъяснительная работа в ходе мониторинга; локальное информирование населения на торговых объектах с использованием средств связи.

По-прежнему остается актуальным планирование и эффективное, результативное проведение государственного санитарного надзора, в том числе с учетом риск-ориентированного подхода к субъектам хозяйствования и их объектам.

Нарушения требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения выявлены на 1887 объектах (95,7 %) (2022 г. – 2437 (89,1 %), 2023 г. – 1960 (97,1%)).

Проведенная с субъектами хозяйствования информационно-образовательная и разъяснительная работа позволила снизить количество отдельных нарушений «текущего характера»: обращение пищевой продукции с истекшим сроком годности (в 26,7 % случаев; 2022 г. – 30,0 %, 2023 г. – 27,1 %), не содержание в чистоте помещений (16,5 %; 2022 г. – 14,0 %, 2023 г. – 13,8%).

Увеличилось количество нарушений в части реализации продукции без наличия маркировки с информацией в соответствии с требованиями законодательства – 569 случаев (30,2 %) (2022 г. – 25,5 %, 2023 г. – 29,1 %); неудовлетворительное санитарное состояние торгового, технологического, холодильного оборудования (31,7 %; 2022 г. – 29,9 %, 2023 г. – 29,8 %); нарушений температурного режима хранения и реализации пищевой продукции – 301 случай (16,0 %) (2022 г. – 12,7 %, 2023 г. – 15,1 %); нарушение условий хранения и реализации – 656 случаев (34,8 %) (2022 г. – 26,9 %, 2023 г. – 15,1 %).

По выявленным фактам обращения пищевой продукции с истекшим сроком годности, с признаками порчи, без этикетки с информацией, наносимой в соответствии с требованиями законодательства Республики Беларусь, реализации плодоовощной продукции с признаками порчи территориальными центрами гигиены и эпидемиологии Гродненской области вынесено 962 предписания о запрете реализации (об изъятии из обращения) 15 877,665 кг пищевой продукции (2022 г. – 1250 предписания и 16 039,0187 кг пищевой продукции, 2023 г. – 976 предписаний и 15 695,988 кг пищевой продукции).

Основная причина запрета реализации – обращение пищевой продукции с отсутствием маркировки с информацией, наносимой в соответствии с требованиями законодательства (38,7 % от общего количества изъятых продуктов) (2022 г. – 36,6 %, 2023 г. – 50,4 %), с истекшим сроком годности (21,5 %; 2022 г. – 20,7 %, 2023 г. – 26,4 %), по результатам лабораторных исследований (20,95 %; 2022 г. – 26,2 %, 2023 г. – 7,12 %), без документов, подтверждающих качество и безопасность (13,6 %; 2022 г. – 14,4 %, 2023 г. – 19,9 %), с признаками порчи (3,2 %; 2022 г. – 1,69 %, 2023 г. – 2,46 %), по другим причинам (2,01 %; 2022 г. – 0,47 %, 2023 г. – 0,75 %) (согласно данным, опубликованным в информационно-аналитических бюллетенях «Здоровье населения и окружающая среда Гродненской области: мониторинг достижения Целей устойчивого развития в 2022–2024 годах»).

С целью оценки потребительских привычек населения специалистами государственного учреждения «Гродненский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» проведен социологический опрос «Безопасные покупки продуктов питания» в рамках информационно-образовательной акции для жителей и гостей г. Гродно «В год качества – курс на здоровье!».

Методом анонимного анкетирования на месте проведения акции опрошено 95 человек в возрасте: 18–29 лет – 21,1 %, 30–39 лет – 13,7 %, 40–49 лет – 23,1 %, 50–59 лет – 20,0 %, 60 лет и старше – 22,1 %. Среди опрошенных доля респондентов мужского пола составила 20,0 %, женского – 80,0 %.

Полученные в ходе проведенного социологического опроса данные показали, что при выборе пищевых продуктов респонденты всегда обращают внимание на их внешний вид (отметило 94,8 % опрошенных), герметичность и целостность упаковки (83,2 %) и срок годности (81,1 %). Опрос показал, что респонденты, изучив дату изготовления и срок годности приобретаемых пищевых продуктов, часто не придают значения температурному режиму хранения реализуемой продукции: на него всегда обращают внимание 47,4 % опрошенных, иногда – 35,8 %, никогда – 16,8 %. В меньшей степени покупателей интересует и состав пищевой продукции (всегда на него обращает внимание 37,9 %, иногда – 49,5 %, никогда – 9,5 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Ответы респондентов на вопрос «При выборе продуктов питания Вы обращаете внимание...»

Вопросы анкеты	Ответы на вопросы анкеты			
	всегда	иногда	никогда	нет ответа
1.1. на срок годности продукции?	81,1 %	17,9 %	1,0 %	-
1.2. на дату изготовления?	74,7 %	22,1 %	3,2 %	-
1.3. на состав пищевой продукции, в том числе на наличие консервантов и красителей?	37,9 %	49,5 %	9,5 %	3,1 %
1.4. на внешний вид продуктов (отсутствие признаков недоброкачественности)?	94,8 %	3,2 %	1,0 %	1,0 %
1.5. на температурный режим хранения продукции и его соответствие заявленному на упаковке производителем?	47,4 %	35,8 %	16,8 %	-
1.6. на упаковку (ее герметичность и целостность)?	83,2 %	14,7 %	2,1 %	-
1.7. на страну производства?	46,3 %	43,2 %	8,4 %	2,1 %
1.8. на фирму производителя?	57,9 %	36,9 %	4,2 %	1,0 %
1.9. на стоимость продукции?	69,5 %	27,4 %	2,1 %	1,0 %

При выявлении нарушений при реализации продукции 76,8 % респондентов просто откажутся от покупки данного продукта, 34,7 % обратятся в устной форме с замечанием к администратору торгового объекта либо продавцу, 11,6 % оставят замечания в «Книге замечаний и предложений». Среди опрошенных нашлись и те (2,1 %), кто, несмотря на видимые нарушения, приобретет данную продукцию (таблица 2).

Приобретая некачественные продукты питания, 52,6 % опрошенных вернут их в объект торговли, 33,7 % – просто выбросят, ничего не предпринимая (таблица 2).

Таблица 2 – Ответы респондентов на вопрос «Ваши действия, если Вы приобрели некачественные продукты питания...»

Вопросы анкеты	Ответы на вопросы анкеты
3.1. Ничего не буду предпринимать, просто выброшу некачественные продукты	33,7 %
3.2. Верну некачественные продукты в объект торговли	52,6 %
3.3. Употреблю в пищу	-
3.4. Другое	2,1 %
3.5. Нет ответа	11,6 %

Из данных социологического опроса следует, что население не владеет и не пользуется в полном объеме предоставленными законодательством правами потребителя, не имеет четких требований к посещаемым торговым объектам и навыков их применения.

Таким образом, информационно-образовательная и разъяснительная работа среди населения, формирование правильных потребительских привычек, навыков использования знаний прав потребителя, санитарно-эпидемиологических требований может оказать значительный вклад в обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Литература

1. О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь : Указ Президента Респ. Беларусь от 16 окт. 2009 г. № 510 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2009. – № 253. – 1/11062.

Поступила 23.09.2025

САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННОЙ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Приходько А. В., gigtrd@mzcge.by,

Гурский В. В., gurr10@mail.ru,

Нехай Т. Л., sgm@mzcge.by

Учреждение здравоохранения «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Могилев, Республика Беларусь

Исторически сложившаяся инфраструктура г. Могилева как крупного промышленного центра, тесное соседство промышленных и жилых зон, а также интенсификация жилищного строительства обусловили приоритетность задач по санитарному зонированию и мониторингу окружающей среды.

За период 2011–2025 гг. по инициативе УЗ «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии» субъектами хозяйствования разработаны 296 проектов санитарно-защитных зон (далее – СЗЗ), прошедших государственную экспертизу. Эта работа позволила обозначить зоны влияния для ведущих предприятий перерабатывающей отрасли Южного промышленного узла (участок № 4 свободной экономической зоны (далее – СЭЗ) «Могилев»), крупных предприятий в северной, центральной и западной части города (включая СООО «Джокей Могилев», ЗАО «Могилевский КСИ», ОАО «Могилевлифтмаш», ОАО «Могилевский металлургический завод»), объектов транспортной инфраструктуры и агропромышленного комплекса. Целью являлось обеспечение безопасности здоровья населения от вредного воздействия.

Установление расчетных СЗЗ с учетом оценки рисков здоровью позволило высвободить значительные территории под социальную инфраструктуру и жилищное строительство (например, в районе ул. Строителей, ул. Космонавтов, микрорайонов Спутник, Красавик), что нашло отражение в генеральном плане города и его корректировках.

Интенсивное развитие участка № 4 СЭЗ «Могилев» в южном промышленном узле (площадь 925 га, более 40 юридических лиц, 15 резидентов СЭЗ) за счет привлечения иностранных инвесторов (ИООО «Кроноспан», ИООО «Омск Карбон Могилев», ИООО «Новус Индустри» и др.) вызвало обоснованную обеспокоенность гигиенистов возможным ухудшением качества атмосферного воздуха. Размещение разнородных производств (включая не имевших аналогов в Республике Беларусь) в границах исторически сложившейся СЗЗ МПО «Химволокно» потребовало объективной оценки эколого-гигиенической ситуации и выработки стратегий управления рисками.

Это послужило мотивом для разработки единого проекта объединенной СЗЗ (далее – ОСЗЗ) всего промышленного узла с учетом суммарных выбросов и комплексного воздействия. Значительный вклад в формирование научно обоснованной позиции внесли врачи-гигиенисты: Н. Ф. Жигунов, А. В. Астапчик, М. В. Яковлева.

Задача была реализована в рамках межведомственного взаимодействия. Уникальная для Беларуси ОСЗЗ включила 12 предприятий с комплексной оценкой воздействия. Ее границы подтверждены оценкой риска совокупного вредного воздействия. Развитие зоны с размещением новых производств (всего 23 резидента) осуществлялось через актуализацию проекта ОСЗЗ и оценку рисков здоровью населения. С 2015 г. выполнено более 15 таких работ.

По инициативе санитарной службы в 2016 г. решен вопрос об отселении жильцов многоквартирного жилого дома № 3 ст. Вильчицы д. Новоселки, находившегося в границах СЗЗ.

Государственный санитарный надзор за промышленными предприятиями, в том числе за участком № 4 СЭЗ «Могилев», тесно связан с мониторингом атмосферного воздуха. В рамках достижения показателей ЦУР 3.9.1 продолжается ежегодный мониторинг для выявления приоритетных загрязнителей. Разработка ОСЗЗ позволила выделить 28 приоритетных загрязнителей (в т. ч. 6 канцерогенов) и установить расчетные мониторинговые точки.

С 2015 г. реализуется ежегодная «Программа измерений качества атмосферного воздуха на границе СЭЗ «Могилев», согласованная с филиалом «Могилевоблгидромет», УЗ «Могилевский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» и Могилевским областным комитетом природных ресурсов и охраны окружающей среды (далее – Программа измерений). Ежемесячно отбираются пробы по 29 веществам. Ежегодно анализируется в среднем 4,5 тыс. проб; превышения предельно допустимых концентраций (далее – ПДК) регистрируются в единичных случаях при неблагоприятных метеорологических условиях (таблица 1).

Таблица 1 – Количество проб атмосферного воздуха, отобранных в рамках Программы измерений, на границе объединенной СЗЗ участка № 4 СЗЗ «Могилев» в г. Могилеве и Могилевском районе за период 2020–2025 гг.

Годы	Количество проб	Из них с превышениями ПДК	Наименование загрязняющих веществ с превышениями ПДК	Процент нестандартных проб
2020	4512	20	2 – серы диоксид, 10 – фенол, 8 – формальдегид	0,44
2021	4442	0	-	0
2022	6884	14	2 – формальдегид, 4 – азота диоксид, 8 – фенол	0,20
2023	5446	16	16 – формальдегид	0,29
2024	5132	4	4 – формальдегид	0,08
6 мес. 2025 г.	728	0	-	0

В последние 5 лет на территории г. Могилева уровень суммарного загрязнения атмосферы с гигиенических позиций оценивается как «слабый» (II степень) или «допустимый» (I степень), возрастая до III степени («умеренный») вдоль магистралей. Проблему определяют повышенные концентрации диоксида азота, формальдегида, аммиака, оксида углерода, PM₁₀.

Анализ показал, что в 2020–2024 гг. в Могилеве не фиксировалось загрязнение уровней «чрезвычайно опасный» и «опасный» (> 5 ПДКм.р.). В 2024 г. максимальные разовые концентрации по 10 приоритетным загрязнителям регистрировались в пределах 0,1–2,9 ПДК м. р.

Удельный вес проб атмосферного воздуха, превышающих предельно допустимые концентрации, в г. Могилеве за период 2014–2024 гг. имеет тенденцию к снижению (рисунок 1).

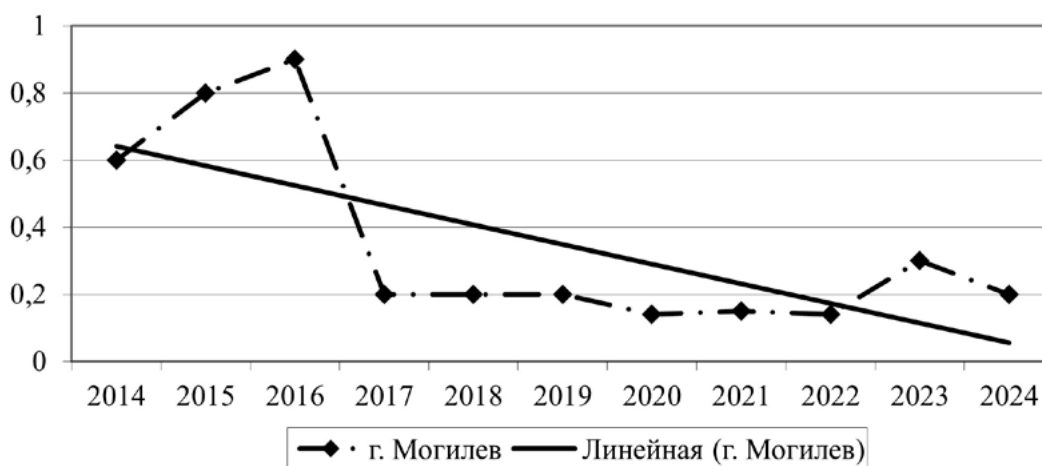


Рисунок 1 – Удельный вес проб воздуха, превышающих предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе г. Могилева за период 2014–2024 гг.

На основании результатов оценки рисков санитарной службой инициировано внедрение методик определения сажи и ацетальдегида (канцерогены) в атмосферном воздухе территорий населенных пунктов. Для совершенствования мониторинга требуется актуализация перечня методик в Республике Беларусь (для определения непредельных углеводородов, древесной пыли, эмульсола и др.) и организация круглогодичного контроля формальдегида.

Проектирование СЗЗ – стратегический механизм обеспечения экологической устойчивости, играющий ключевую роль в достижении Целей устойчивого развития 3, 11, 13, 15. Отработан алгоритм межведомственного взаимодействия для принятия мер по результатам контроля и информирования населения.

Практика организации объединенных санитарно-защитных зон обоснована эколого-гигиеническими, социально-экономическими и управленческими позициями и подлежит законодательному закреплению, так как способствует:

- снижению финансовых затрат на разработку проектов СЗЗ,
- рациональному использованию территорий,

- комплексному контролю и мониторингу,
- повышению эффективности административных процедур и межведомственного взаимодействия,
- целевому управлению и минимизации рисков для здоровья,
- снижению социальной напряженности,
- реализации градостроительных преимуществ.

Объединенные проекты СЗЗ позволяют одновременно решать задачи санитарно-эпидемиологической безопасности, экологии и рационального градостроительства, что соответствует принципам управления рисками и устойчивого развития региона.

Поступила 15.09.2025

МОНИТОРИНГ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПАРАЗИТАРНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ В МОЗЫРСКОМ РАЙОНЕ

*Сорочинская Т. Ю., mozyr_lab@gmlodge.by,
Забегайлова Е. Л., mozyr_lab@gmlodge.by*

Государственное учреждение «Мозырский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Мозырь, Республика Беларусь

Паразитарные болезни вызываются многочисленными видами гельминтов и простейших, имеют массовое распространение среди людей и оказывают выраженное неблагоприятное воздействие на состояние здоровья населения. Паразитирование в организме человека половозрелых особей (в ряде случаев и личиночных стадий) гельминтов, как правило, длительное и сопровождается разнообразными неспецифическими клиническими проявлениями, которые в конечном итоге приводят к ослаблению защитных сил организма человека.

По литературным данным, всего известно более 250 видов гельминтов, встречающихся у человека, из которых широко распространены около 50 видов. Для человека патогенны гельминты, относящиеся к двум типам: плоские и круглые черви.

В соответствии с эпидемиологической классификацией гельминтозов (К. И. Скрябин, Р. С. Шульц, 1931), все гельминтозы человека разделяются на три основные группы в зависимости от источника инвазии, путей заражения и факторов передачи: биогельминтозы, геогельминтозы и контактные гельминтозы [1].

Паразитарная патология населения Беларуси представлена группой глистных инвазий (аскаридоз, гименолепидоз, дифиллоботриоз, описторхоз, тениаринхоз, тениоз, трихинеллез, трихоцефалез, токсокароз, фасциолез, церкариоз, энтеробиоз, эхинококкоз) и протозойными заболеваниями (криптоспоридиоз, лямблиоз, малярия, токсоплазмоз). В структуре паразитарных заболеваний гельминтозы составляют 90,5–94,0 %, протозоозы – 6,0–8,5 % [2].

Ежегодно в Республике Беларусь гельминтозами поражается более 250 тыс. человек.

Проведен ретроспективный эпидемиологический анализ распространенности гельминтозов у взрослого и детского населения Мозырского района за 2020–2024 гг. с целью оценки эпидемиологической обстановки по гельминтозам в Мозырском районе. В работе использованы статистические данные, взятые из сводных форм государственной и ведомственной отчетности Мозырского района за 2020–2024 гг. (форма ведомственной отчетности «Сведения о санитарно-эпидемиологической обстановке», приложение № 12 за 2020–2024 гг.). На основании исходной информации рассчитаны интенсивные и экстенсивные показатели заболеваемости наиболее часто встречающихся гельминтозов (энтеробиоза, аскаридоза, трихоцефалеза) в Мозырском районе за указанный период. Изучена паразитарная загрязненность объектов окружающей среды (почвы, плодоовощной продукции, воды сточной, плавательных бассейнов, открытых водоемов, питьевой, смывов в детских дошкольных учреждениях и школах) [3, 4].

На протяжении 2020–2024 гг. эпидемическая обстановка в Мозырском районе по паразитарным заболеваниям оценивается как умеренно напряженная, неустойчивая. Анализ многолетней динамики заболеваемости ведущими нозологическими формами гельминтозов (аскаридоз, трихоцефалез, энтеробиоз) показал, что в последние пять лет отмечается выраженная тенденция к росту числа лиц, пораженных этими паразитами. Так, суммарный годовой показатель заболеваемости в 2024 г. составил 125,96, а в 2020 году – 53,96 на 100 тыс. населения, т. е. заболеваемость населения гельминтозами в 2024 г. увеличилась по сравнению с 2020 г. на 57,0 % (рисунок 1).

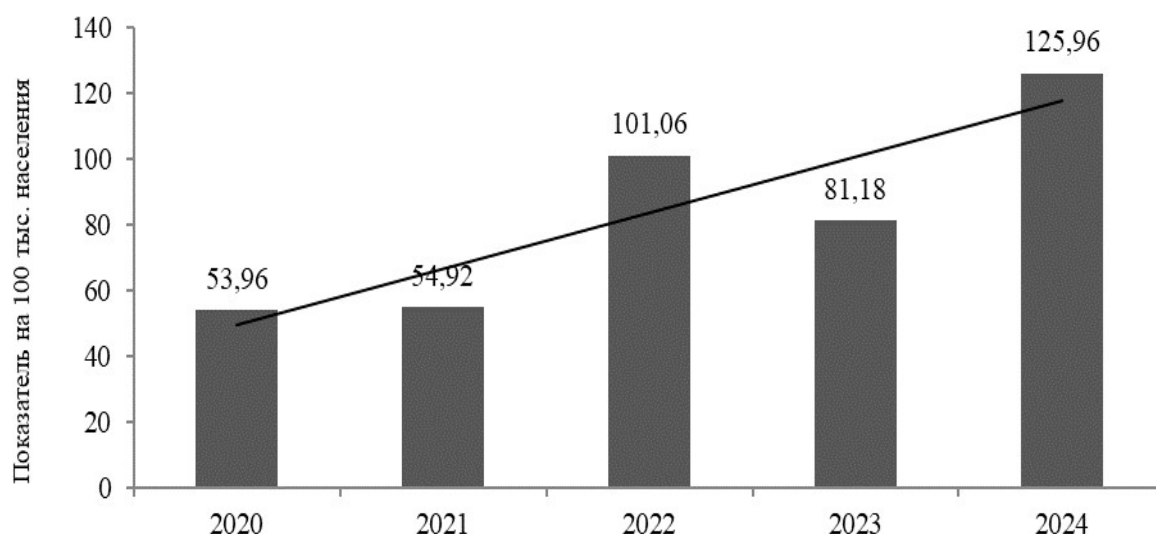


Рисунок 1 – Динамика показателей суммарной заболеваемости гельминтозами населения Мозырского района за 2020–2024 гг.

За анализируемый период уровень заболеваемости аскаридозом увеличился на 54,4 % с 17,24 до 37,79 на 100 тыс. населения. По статистическим данным 2024 г., показатель заболеваемости превышает средний по области (15,99) на 57,7 %.

При анализе пораженности гельминтозами населения Мозырского района обращает на себя внимание факт отсутствия или низкой выявляемости трихоцефалеза при достаточно высоких показателях инвазированности аскаридозом. Возможно, это свидетельствует о недостаточной работе лабораторной службы и гиподиагностике трихоцефалеза. Так, за последние 5 лет зарегистрировано по 1 случаю трихоцефалеза в 2022–2023 гг. (0,79 % на 100 тыс. населения) против 140 случаев аскаридоза с максимальным интенсивным показателем в 2024 г. (37,79 на 100 тыс. населения) и минимальным в 2020 г. (17,24 на 100 тыс. населения).

Также в Мозырском районе отмечаются достаточно высокие показатели заболеваемости энтеробиозом. В целом за последние 5 лет среди населения было зарегистрировано 357 случаев заболевания энтеробиозом, заболеваемость увеличилась и составила 88,17 на 100 тыс. населения в 2024 г. против 36,72 в 2020 г. В 2024 г. заболеваемость выше среднеобластного уровня (89,17) на 1,1 %.

Ведущее место в структуре паразитарной заболеваемости занимает энтеробиоз из группы контактных гельминтозов, на долю которого ежегодно приходится около 70 % от общего числа инвазированных, второй по значимости является заболеваемость аскаридозом – 30 %.

Наиболее часто вовлекаемыми в эпидемиологический процесс контингентами по гео- и контактными гельминтозам являются дети и подростки до 17 лет, которые составляют около 90 % всех больных энтеробиозом и около 80 % – аскаридозом. При этом чаще гельминтозами поражаются дошкольники 3–6 лет и младшие школьники 7–10 лет.

Мониторинг эпидемической обстановки по гельминтозам осуществлялся по результатам обследования универсальной статистической выборки населения и регламентируемых исследований маркеров внешней среды (почвы, плодоовощной продукции, воды сточной, смывов в детских общеобразовательных учреждениях).

Ежегодно в I и IV кварталах на базе микробиологической лаборатории ГУ «Мозырский зональный центр гигиены и эпидемиологии» проводятся клинико-паразитологические исследования определенных возрастных групп населения в выборке 800 человек в возрастной разбивке: 0–2 года, 3–6 лет, 7–10 лет, 11–14 лет, 15–18 лет, старше 18 лет.

При анализе результатов обследования выборки установлено, что выявляемость гельминтозов при обследовании статистической выборки населения чаще, чем при обследовании общей выборки: аскаридоза – в 5 раз, энтеробиоза – в 3,3 раза (рисунок 2).

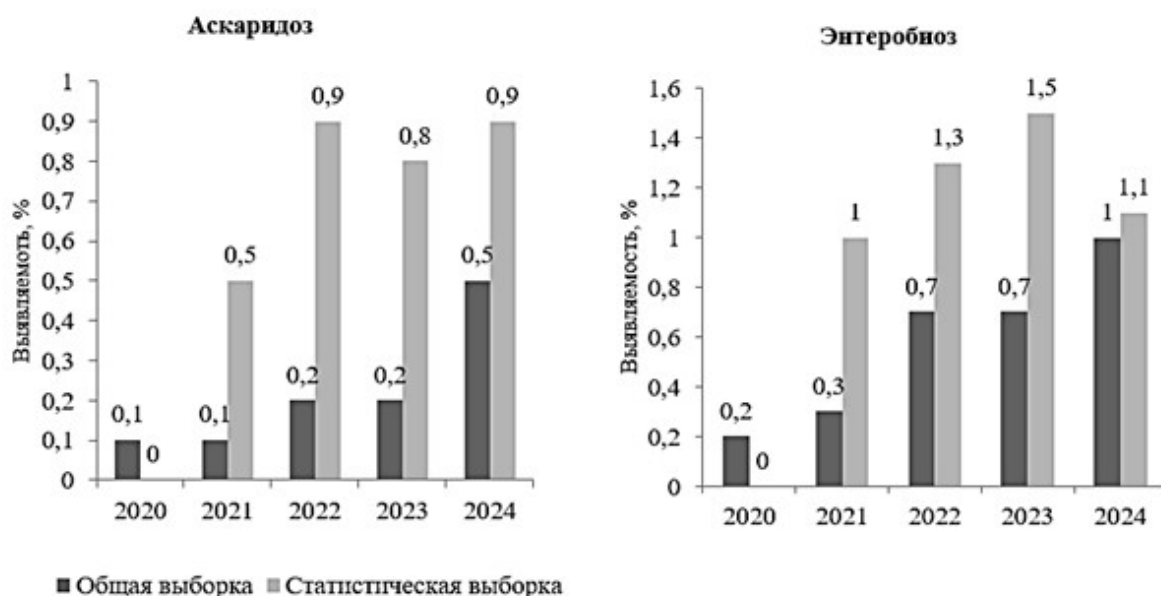


Рисунок 2 – Результативность обследования на гельминтозы общей и статистической выборки населения Мозырского района за 2020–2024 гг.

О нестабильности эпидемической ситуации по гельминтозам свидетельствуют результаты санитарно-паразитологических исследований объектов внешней среды. Одновременно с показателями заболеваемости населения увеличивались показатели паразитарной загрязненности объектов внешней среды. За анализируемый период в микробиологической лаборатории ГУ «Мозырский зональный центр гигиены и эпидемиологии» выполнено 9066 санитарно-паразитологических исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Санитарно-паразитологические исследования объектов внешней среды за 2020–2024 гг.

Наименование объектов исследования	Всего проб	Всего исследований	Выявлено положительных проб
Смывы с предметов обихода	2848	5696	25
Вода плавательных бассейнов	260	520	-
Вода открытых водоемов	371	742	2
Вода питьевая	46	92	-
Вода сточная	76	152	-
Овощи	400	800	5
Почва	514	1028	17
Рыба	18	36	-
Всего	4533	9066	49

Как видно из таблицы, наибольшее количество положительных проб (25) было выявлено в смывах с предметов обихода из детских дошкольных учреждений и школ: во всех случаях обнаружены яйца остриц. По результатам исследований загрязненность энтеробиозом смывов составила: в 2020 г. – 0,5 %, в 2021 г. – 0,2 %, в 2022 г. – 0,2 %, в 2023 г. – 0,5 %, в 2024 г. – 0,8 %.

Также отмечается рост показателей паразитарной загрязненности плодоовощной продукции в 2 раза: в 2020–2021 гг. положительных находок не было, в 2022 г. – 0,9 %, в 2023 г. – 1,0 %, в 2024 г. – 2,0 %.

За вышеуказанный период проводился забор и исследование почвы из истинных очагов геогельминтозов и игровых песочниц детских дошкольных учреждений. Анализ результатов санитарно-паразитологических исследований почвы показывает, что в 2020 г. положительных находок не обнаружено, загрязненность почвы яйцами гельминтов в 2021 г. составляет 0,8 %, в 2022 г. – 1,7 %, в 2023 г. – 1,5 %, в 2024 г. – 2 %, что находится в прямой зависимости от заболеваемости населения геогельминтозами (рисунок 3).

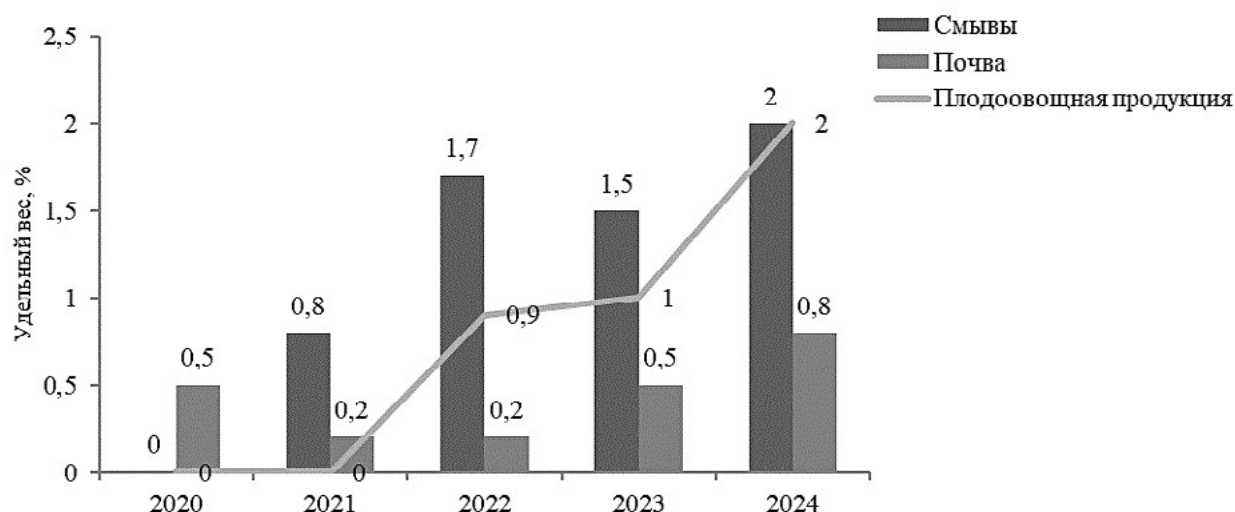


Рисунок 3 – Удельный вес положительных результатов исследований на наличие яиц гельминтов в почве, плодовоовощной продукции, смывах за 2020–2024 гг.

В целом эпидемиологическая обстановка по паразитарным заболеваниям в Мозырском районе оценивается как умеренно напряженная, неустойчивая, что подтверждается высоким уровнем заболеваемости основными нозологическими формами гельминтозов и ростом показателей паразитарной загрязненности объектов внешней среды.

С целью снижения заболеваемости гельминтозами необходимо усиление профилактических мер по предупреждению возникновения паразитарных заболеваний: соблюдение гигиены тела, одежды, жилища, общественной гигиены, обследование на гельминты всех членов семьи больного и одновременное лечение всех инвазированных, охрана почвы приусадебных участков от загрязнения фекалиями, проведение разъяснительной работы среди населения.

Литература

1. Тропические и паразитарные болезни : учеб. пособие / С. В. Жаворонок, В. М. Мицура, Е. Л. Красавцев [и др.]. – Минск : Вышэйшая школа, 2014. – 400 с.
2. Чистенко, Г. Н. Паразитарные болезни в Республике Беларусь / Г. Н. Чистенко, А. Л. Веденьков // Современные аспекты патогенеза, клиники, диагностики, лечения и профилактики паразитарных заболеваний : труды VIII Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 27–28 сент. 2012 г., Витебск / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Витеб. гос. мед. ун-т ; под ред. В. Я. Бекиша. – Витебск, 2012. – С. 197–200.
3. Экспресс-методы санитарно-паразитологического исследования объектов окружающей среды : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 13 июня 2005 г. № 65-0605 / Скрипова Л. В., Корзан А. И., Павлюченко В. Б., Веденьков А. Л., Романенко Н. А., Сергиев В. П. ; учреждение-разраб. Науч.-исслед. ин-т эпидемиологии и микробиологии // Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья». – URL: https://www.belriem.by/images/docs/instruction_main/65-0605-13.06.2005_title.pdf (дата обращения: 18.08.2025).
4. Санитарно-паразитологическое исследование почвы, осадков сточных вод, иловых площадок, донных отложений и сточных вод : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 05 янв. 2007 г. № 021-0306 / Скрипова Л. В., Корзан А. И., Романенко Н. А. ; учреждение-разраб. Науч.-исслед. ин-т эпидемиологии и микробиологии // Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья». – URL: https://www.belriem.by/images/docs/instruction_main/021-0306_05.01.2007.pdf (дата обращения: 18.08.2025).

Поступила 10.09.2025

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО БЮРО ВСЕМИРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ «ЗДОРОВЫЕ ГОРОДА» В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

*Стасевич Г. С., brhcmh@brest.by,
Ильяшева Е. В., mail@bocgie.by,
Тищенко Е. Н., brhcmh@brest.by*

Государственное учреждение «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Брест, Республика Беларусь

В настоящее время формируется новая система межведомственных взаимоотношений, межведомственных целевых программ, направленных на создание здоровьесберегающей среды и повышение уровня здоровья населения, что объясняется все большим пониманием здоровья как «социальной модели здоровья» и его значения для развития общества.

Одним из вариантов реализации «социальной модели здоровья» сегодня является проект Европейского регионального бюро Всемирной организации здравоохранения (далее – ЕРБ ВОЗ) «Здоровые города», который был организован в 1986 году [1].

Во всем мире укрепляется мнение о том, что необходимо решать общие и взаимосвязанные проблемы, затрагивающие города и сообщества. Сегодня тысячи городов во всех регионах ВОЗ по всему миру принимают участие в движении «Здоровые города», которое стало важной платформой для повсеместной работы по укреплению здоровья и благополучия и выполнению целей в области устойчивого развития [2].

Принятие Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года свидетельствует о необходимости поддержки движения «Здоровые города» и расширения соответствующих возможностей для выполнения стратегических приоритетных задач ВОЗ на местном уровне [3].

Цель работы – анализ поэтапного развития проекта ЕРБ ВОЗ «Здоровые города» в Брестской области и основных мероприятий по его реализации.

Начало реализации в Брестской области проекта «Здоровый город» в соответствии с программой ЕРБ ВОЗ приходится на 2014 год, с этого периода до 2020 года его участниками были 9 населенных пунктов области. В 2020 году во исполнение поручения Президента Республики Беларусь, данного при обращении с Посланием к белорусскому народу и Национальному собранию Республики Беларусь, количество населенных пунктов увеличилось до 19. Главой государства поставлена задача распространения проекта ВОЗ «Здоровый город» на все населенные пункты Республики Беларусь и создание национальной сети «Здоровые города и поселки». Данная позиция закреплена Государственной программой «Здоровье народа и демографическая безопасность» на период 2021–2025 годы.

Отличительной особенностью данного Проекта в Брестской области является то, что, помимо городов, в Проект вовлечены поселки, агрогородки и 7 территориальных административных единиц (Барановичский, Березовский, Дрогичинский, Жабинковский, Кобринский районы и Чернавчицкий сельский совет).

В ходе анализа реализации перспективного Плана развития государственного профилактического проекта «Здоровые города и поселки» (далее – Проект) на территории Брестской области отмечено дальнейшее расширение сети участников Проекта. В настоящее время в Проект вовлечены 20 городов, 96 агрогородков и 5 поселков с охватом более 78 % (78,1 %) населения области, что составляет 50 % от общего количества запланированных населенных пунктов по Дорожной карте развития Проекта на территории области до 2035 года, утвержденной заместителем председателя облисполкома.

В соответствии с утвержденной Дорожной картой развития Проекта планируется увеличение количества населенных пунктов к 2035 году до 243 и охвата населения области до 87 %.

Важно отметить, что государственный профилактический проект «Здоровые города и поселки» – это комплексная программа, главная цель которой обеспечить реализацию межведомственной стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний, улучшения качества жизни населения и представить подходы, инструменты, лучшие практики здоровьесберегающей среды на региональном уровнях.

Задачи Проекта актуальны и направлены на выполнение мероприятий по заданным направлениям Программы деятельности национальной сети «Здоровые города и поселки», утвержденной Протоколами заседаний постоянного Межведомственного совета по формированию здорового образа жизни, контролю за неинфекционными заболеваниями, предупреждению и профилактике пьянства, алкоголизма, наркомании и потребления табачного сырья и табачных изделий при Совете Министров Республики Беларусь от 07.12.2021 № 2 и 16.11.2023 № 2.

Основные принципы реализации Программы:

приоритет вопросов здоровья населения в планировании деятельности всех органов государственной власти и местного самоуправления;

долгосрочная и оперативная координация всех программ, проектов и мероприятий разных уровней;

участие в Программе органов власти разных уровней, социальных институтов и общественных организаций и самого населения.

Основными исполнителями и участниками Программы на областном и региональных уровнях являются: городские и районные исполнительные комитеты, сельские исполкомы, главное управление идеологической работы и по делам молодежи, главное управление по образованию, главное управление по здравоохранению, управление спорта и туризма, управление культуры, комитет по труду, занятости и социальной защите, главное управление торговли и услуг, комитет по архитектуре и строительству, управление жилищно-коммунального хозяйства, КПП УП «Брестское областное управление местной промышленности», ОАО «Брестоблавтотранс», БОУП «Брестское управление ЖКХ», ГО «Управляющая компания холдинга «Концерн Брестмясомолпром», Брестский областной потребительский союз, Брестская областная организация ОО «БРСМ», областное объединение профсоюзов, Брестская областная организация ОО «Белорусский союз женщин», Брестская областная организация Белорусского общества Красного Креста, средства массовой информации, жители населенных пунктов – участники Проекта.

Целевые показатели Проекта соответствуют целям стратегии развития населенных пунктов: укрепление и сохранение общественного здоровья, создание комфортной городской среды, создание условий для гармоничного развития будущего поколения.

На основе Профиля здоровья разрабатываются Планы реализации Проекта в населенных пунктах – участниках Проекта.

Вся практическая деятельность в рамках Проекта направлена на реализацию программ, акций, мероприятий по повышению информированности населения о сохранении здоровья, профилактике заболеваний, по поддержке и содействию здоровому и активному образу жизни, по созданию условий для занятий физкультурой и спортом, безопасности и средового комфорта детей и пожилых людей, условий труда, здоровому городскому планированию и проектированию жилых кварталов, устранению архитектурных барьеров, доступности и близости бытовых услуг, благоустройству, вовлечению и участию граждан.

На предприятиях, в организациях, в учреждениях образования имеют место примеры хороших практик и результатов по созданию здоровьесберегающей среды, формированию ответственного отношения к здоровью, активному продвижению Проекта.

С 2019 года в учреждениях образования и на предприятиях реализуются 11 масштабных профилактических проектов, направленных на профилактику неинфекционных заболеваний и формирование приверженности к здоровому образу жизни в рамках профилактики сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний среди взрослого населения, заболеваний опорно-двигательного аппарата, органов зрения, травматизма, потребления психоактивных веществ, формирование здорового образа жизни, пропаганду и внедрение принципов рационального питания среди детей и подростков.

Расширились возможности по обучению детей и подростков правилам безопасности жизнедеятельности, здорового образа жизни на базе 3 центров безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям (г. Брест, г. Столин, г. Каменец), 8 центров, дружественных подросткам («Надежда» в филиале «Детская поликлиника» г. Пинска, «Вместе» в УЗ «Брестская детская городская поликлиника № 1», «Акцент» в УЗ «Брестская городская детская поликлиника № 2», «НовыйЯ» в УЗ «Брестская городская детская поликлиника № 3», «Контакт» в УЗ «Барановичская детская городская больница», «Диалог» в УЗ «Столинская ЦРБ», «Ориентир» в УЗ «Кобринская ЦРБ», «Сегодня» в УЗ «Лунинецкая ЦРБ») и 5 модельных центров (кабинетов) на базе организаций здравоохранения (филиал «Детская поликлиника» УЗ «Пинская детская больница», УЗ «Брестская городская детская поликлиника № 1», УЗ «Брестская городская детская поликлиника № 3», УЗ «Столинская центральная районная больница», поликлиники УЗ «Барановичская городская детская больница»).

В целях продвижения Проекта, популяризации принципов здорового образа жизни среди населения с 2020 года организовано и проведено 16 конкурсno-мотивированных масштабных мероприятий, в которых приняли участие около 400 субъектов хозяйствования (394), в рамках акций проведено около 13 тыс. мероприятий (12 806) с участием более 300 тыс. человек (307 тыс.). Для различных возрастных категорий проведены: конкурсы на лучший плакат для стенда и плакат для наружной рекламы «Здоровый город глазами молодежи»; на лучший фотоматериал «Взгляд на здоровый город (поселок)»; на лучший профилактический проект «Здоровый город (поселок) Брестчины без табака»; «Зарядка для всех» (на предприятиях, организациях, учреждениях образования); «Здоровое питание с детства – благополучие в будущем»; на лучшее формирование дружественной детям городской среды – строительство и/или обустройство (ремонт) детских площадок; на лучшую инициативу в номинациях: «Молодежная аудитория», «Трудоспособное население», «Лица пожилого возраста»; на лучший слайд-шоу «Я живу в здоровом городе (поселке, агрогородке)!» среди

учащихся учреждений общего среднего, специального и высшего образования; на лучший государственный профилактический проект «Здоровый город (поселок) Брестчины!» в номинациях («Здоровый город», «Здоровый поселок», «Здоровый агрогородок»), а также ежегодная масштабная акция «Мы – здоровое поколение Брестчины!».

Стоит особо отметить интерес координаторов Проекта к информационному обеспечению населения о реализации мероприятий в рамках Проекта, о лучших практиках по формированию у населения мотивации к здоровому образу жизни и созданию здоровьесберегающей среды. Так, более 646 тыс. информационных материалов становятся доступны для населения через печатные, электронные средства массовой информации, посредством видеотрансляций, радиовыступлений и использования социальных сетей.

Используются различные формы популяризации Проекта: бигборды, растяжки, пилларсы и другие (59 конструкций наружной рекламы); размещение территориальных логотипов и национальной эмблемы «Здоровые города и поселки» на упаковках выпускаемой продукции предприятиями городов Брест, Барановичи, Пинск, Ивацевичи Ганцевичи, Ляховичи, Кобрин, в извещениях о размере платы за жилищно-коммунальные услуги и платы за пользование жилым помещением (ежемесячно количество получателей составляет 657 тысяч); размещение информации на остановочных пунктах (на 126 или 8 % от 1575 всего количества остановок); изготовление сувенирной продукции (более 50 наименований сувениров с территориальной и национальной символикой Проекта (наклейки, магниты, значки, ручки, календари, флажки и др.).

Оценка эффективности реализации проекта «Здоровые города и поселки» проводится посредством ежегодного сравнительного анализа по утвержденным критериям оценки за период реализации с 2020 года, для чего сформирована база показателей эффективности по каждому Проекту, включающая блоки: «Образ жизни», «Окружающая среда», «Показатели состояния общественного здоровья», «Управленческие решения».

Анализируются как данные официальной статистики, так и результаты социологических исследований. Выявленные субъективные и объективные показатели, влияющие на здоровье, с определением главных причин, ухудшающих здоровье населения, находят отражение в «Профиле здоровья».

Результаты анализа по утвержденным критериям оценки эффективности по каждому Проекту, а также детальные итоги социологического опроса позволяют определить более точечные направления в планировании целенаправленной работы органов государственного управления, общественных, иных заинтересованных и самого населения для создания благоприятных условий среды проживания и внести соответствующие мероприятия в территориальные планы реализации Проекта.

Анализ итогов социологического исследования, проведенного Национальной академией наук Беларуси в 2024 году, в Брестской области показал снижение доли курящих по сравнению с 2020 годом с 25,7 % (данные STEPS-исследования 2020 года) до 23,5 % среди населения в возрасте 18–69 лет.

Достигнут целевой показатель Государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность» на 2021–2025 годы по снижению числа лиц в возрасте 18–69 лет, физическая активность которых не отвечает рекомендациям ВОЗ (менее 150 минут в неделю): плановое задание по данному показателю на 2024 год – 12,6 %, на 2025 год – 12,4 %, полученный результат – 10,9 %.

Анализ достигнутых результатов в ходе реализации каждого Проекта в населенных пунктах за период 2020–2024 годы указывает на достижение положительной динамики по целому ряду показателей.

С целью эффективного контроля и принятия новых управленческих подходов и решений, вопрос реализации Проекта дважды в год рассматривается на заседаниях областного Совета по демографической безопасности, проводятся на заседаниях областного отделения группы управления Проектом, семинары для ответственных специалистов за реализацию Проекта на административных территориях области.

На территориальном уровне для решения поставленных задач работают межведомственные (координационные) советы при городских и районных исполнительных комитетах, территориальные группы управления Проектом.

Подводя итог, следует отметить, что на территории Брестской области создана и продолжает активно развиваться сеть «Здоровых городов и поселков» на основе межведомственного взаимодействия заинтересованных с активным участием общественных организаций и объединений и при участии населения.

В рамках Проекта выстроена система целенаправленных и согласованных действий по реализации мероприятий заинтересованных ведомств, чья деятельность оказывает влияние на качество жизни и здоровье населения области.

Литература

1. Об опыте создания «профиля здоровья города» в международном проекте «Здоровые города» / Е. Л. Жиленко, Н. И. Гомерова, М. А. Захарова [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2012. – Т. 67, № 5. – С. 38–42.

2. Прокофьева, А. В. Формирование здоровьесориентированного городского пространства как способ управления рисками здоровья населения / А. В. Прокофьева, Н. А. Лебедева-Несевря // Анализ риска здоровья. – 2018 – № 3 – С. 144–155.

3. Implementation framework for Phase VII (2019–2024) of the WHO European Healthy Cities Network: goals, requirements and strategic approaches: final / World Health Org. – Denmark : WHO Regional Office for Europe, 2019. – 59 p. – URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346087/WHO-EURO-2019-3478-43237-60598-eng.pdf?sequence=3> (date of access: 01.09.2025).

Поступила 02.09.2025

К 80-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ГОРОДА БРЕСТА

*Стойко В. В., brestses@bzcgie.by,
Радченко Г. И., brestses@bzcgie.by,
Радченко Е. А., brestses@bzcgie.by*

Государственное учреждение «Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии», г. Брест, Республика Беларусь

30 июля 2025 г. санитарно-эпидемиологической службе г. Бреста исполнилось 80 лет.

Организация и становление службы на территории Западной Белоруссии начались сразу после воссоединения 17 сентября 1939 г. с СССР. До 1939 г. Брестская область (Полесское воеводство) входила в состав Польши. Среди населения свирепствовали сыпной и брюшной тиф, дизентерия, туберкулез, трахома и другие инфекционные заболевания. Из 1000 родившихся детей умирали 139, высокой была смертность и среди взрослого населения. После воссоединения уже в январе 1940 г. создана Брестская областная санитарно-эпидемиологическая станция (далее – СЭС), которая обслуживала и г. Брест. Великая Отечественная война и трехлетняя фашистская оккупация принесли неисчислимые бедствия, нанесли тяжелый урон здоровью населения, резко ухудшили эпидемиологическую ситуацию. Военное лихолетье полностью разрушило созданную перед войной санитарно-эпидемиологическую службу. Ее становление после войны начиналось практически с нуля. В августе 1944 г. вновь организуется областная СЭС, а 30 июля 1945 г. – Брестская городская СЭС. В то же время при народном комиссариате здравоохранения создана государственная санитарная инспекция, а при инфекционной больнице функционировал эпидемиологический отряд. С 1 апреля 1950 г. органы государственной санитарной инспекции реорганизованы и их функции переданы городской СЭС. До 1958 г. параллельно с СЭС в г. Бресте существовала областная противомаларийная станция.

Первым главным врачом Брестской городской СЭС, которая начала работу в 1945–1946 гг., была Зинаида Александровна Зиновьева. В тот период штат учреждения состоял из 3 врачей, 4 помощников, 2 лаборантов, инструктора-дезинфектора, 5 дезинфекторов, инструктора по санитарному просвещению, медицинского статистика и ветеринарного инспектора. Деятельность Брестской городской СЭС была направлена на ликвидацию вспышек сыпного и возвратного тифов, туберкулеза, дифтерии, малярии, заразных кожных заболеваний и острых кишечных инфекций. Кроме того, служба принимала участие в отводе земельных участков под строительство, в мероприятиях по санитарной защите водоемов, очистке населенных мест, организации банного обслуживания, профилактике пищевых отравлений, эвакуации инфекционных больных и работе в очагах инфекционных заболеваний. В последующем руководили учреждением Вайман М. Л. (1946–1947 гг.), Клетова Н. Л. (1947–1948 гг.), Кац Э. Ю. (1948–1951 гг.), Николаева З. С. (1951–1954 гг.), Гутник Л. А. (1955–1984 гг.), Ракоть В. М. (1984–2003 гг.), Радченко Г. И. (2004–2023 гг.), Стойко В. В. (2023 г. – по настоящее время).

Много изменений произошло за 80 лет.

В 1990 г. СЭС переименована в Брестский городской центр гигиены и эпидемиологии, а в 2003 г. – в государственное учреждение «Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии», в задачи которого, кроме осуществления государственного санитарного надзора на территории г. Бреста, вошло оказание практической и методической помощи районным центрам гигиены и эпидемиологии: Малоритскому, Жабинковскому, Каменецкому и Брестскому.

В 2003 г. УЗ «Брестский областной центр здоровья» было присоединено к Брестскому областному центру гигиены и эпидемиологии. Таким образом, функции формирования здорового образа жизни населения перешли к органам государственного санитарного надзора.

1 января 2004 г. произошла реорганизация исследовательского отдела Брестского зонального центра гигиены и эпидемиологии путем переподчинения Брестскому областному центру гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья в целях создания централизованной лаборатории.

С 1 сентября 2004 г. к Брестскому зональному центру гигиены и эпидемиологии присоединен Брестский районный центр гигиены и эпидемиологии, а в 2011 г. – Брестский отделенческий центр гигиены и эпидемиологии на железнодорожном транспорте.

На современном этапе государственное учреждение «Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии» осуществляет государственный санитарный надзор на территории г. Бреста и Брестского района, в том числе за объектами Белорусской железной дороги, оказывает консультативную и практическую помощь Березовскому, Жабинковскому и Камянецкому районным центрам гигиены и эпидемиологии по зональному принципу. В центре работают 168 сотрудников, из которых 31 – врачи. Из числа врачей 17 человек имеют квалификационную категорию, в том числе 6 – высшую. Из 56 средних медицинских работников присвоены квалификационные категории 44, в том числе 35 – высшая. Организационная структура центра включает в себя следующие подразделения: отделы гигиены (в составе которого функционируют отделения гигиены питания, коммунальной гигиены, гигиены труда, а также гигиены детей и подростков), эпидемиологии (включающий противоэпидемическое и дезинфекционное отделения, отделение надзора за организациями здравоохранения и 3 санитарно-карантинных пункта), общественного здоровья и социально-гигиенического мониторинга, профилактической дезинфекции, а также службу хозяйственного обеспечения. В целях оптимальной организации работы создана функциональная группа организационной работы и юридического сопровождения деятельности.

Значительный вклад в укрепление материально-технической базы центра за эти годы внесли средства, полученные от внебюджетной деятельности. Аккредитованной функциональной группой дозиметрического контроля и измерений физических факторов проводятся измерения уровней освещенности, шума, параметров микроклимата, мощности эквивалентной дозы гамма-излучения.

В 1998 г. построено здание по адресу: пл. Свободы, 11А, в котором расположены администрация центра, отдел гигиены. В 2009 г. сдано в эксплуатацию новое здание дезинфекционного отдела с санитарным пропускником по ул. В. Хоружей, 6, в котором в настоящее время располагаются отделы эпидемиологии, профилактической дезинфекции, общественного здоровья и социально-гигиенического мониторинга. За последние 5 лет выполнены ремонт здания на пл. Свободы, 11А, с заменой мебели, компьютеризация центра с ремонтом сетей связи, организована локально-вычислительная сеть, приобретены 6 автомобилей. Проводится ремонт здания по ул. В. Хоружей, 6, оборудована локальная компьютерная сеть.

Много изменений произошло и в задачах санитарно-эпидемиологической службы. Если на этапе создания основная функция сводилась к ликвидации вспышек инфекционных заболеваний, то сегодня приоритет принадлежит профилактическому направлению.

Центр обслуживает население численностью 391 817 человек, в том числе г. Бреста – 346 061, Брестского района – 45 756. Показатель численности населения г. Бреста за последние 10 лет стабилен (темп прироста 0,03 %), Брестского района – имеет умеренную тенденцию к росту (темп прироста 1,4 %).

Общие коэффициенты рождаемости как в г. Бресте, так и в Брестском районе в 2024 г. ниже областного показателя.

За последние 10 лет в г. Бресте и Брестском районе отмечена тенденция к росту доли населения моложе трудоспособного возраста, темп прироста в г. Бресте составил 1,2 %, в Брестском районе – 0,2 %. Несмотря на увеличение пенсионного возраста, темп убыли доли населения трудоспособного возраста в г. Бресте за последние 10 лет составил 0,3 %. В Брестском районе наметилась тенденция к росту доли населения трудоспособного возраста с темпом прироста 0,1 %.

Общая заболеваемость населения г. Бреста и Брестского района за 2020–2024 гг. имеет умеренную тенденцию к росту 3,1 %. Первые три места в структуре общей заболеваемости взрослого населения в 2024 г. заняли болезни системы кровообращения, органов дыхания, костно-мышечной системы и соединительной ткани. За последние 5 лет показатель заболеваемости взрослого населения с впервые в жизни установленным диагнозом стабилен (темп убыли – 0,8 %).

Структура общей заболеваемости детского населения в 2024 г. обусловлена в основном 5 классами патологии: болезни органов дыхания (48,4 %), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (12,6 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (12,0 %), инфекционные и паразитарные болезни (5,2 %), травмы и отравления (4,0 %). Несмотря на стабильность общей заболеваемости детского населения, сохраняющуюся в течение последних пяти лет, вызывает беспокойство рост патологий, выявляемых при осмотрах школьников. В частности, отмечается значительный рост распространенности сколиоза, показатель которого достиг 15,3 % (рисунок 1).



Рисунок 1 – Выявляемость сколиоза у детей 0–17 лет г. Бреста и Брестского района за 2020–2024 гг. в сравнении с областными показателями (на 1000 обследованных)

Отмечается выраженная тенденция к снижению общей заболеваемости детского населения в возрасте 0–14 лет по 6 классам патологий: психические расстройства и расстройства поведения (32,5 %), болезни нервной системы (31,1 %), болезни системы кровообращения (17,6 %), болезни уха и сосцевидного отростка (10,7 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (8,8 %), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (5,0 %), в возрасте 15–17 лет – по 7 классам патологий: психические расстройства и расстройства поведения (47,0 %), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (39,2 %), болезни уха и сосцевидного отростка (14,6 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (13,6 %), травмы, отравления (11,7 %), болезни крови, кроветворных органов (9,1 %), болезни органов дыхания (6,7 %). Достигнуто снижение показателя нарушения остроты зрения у школьников (темп убыли 4,5 %).

Эпидемиологическая ситуация за последние 5 лет оставалась контролируемой. Актуальными проблемами были пандемия COVID-19 и рост заболеваемости корью. Изменилась структура кишечных инфекций: увеличилась до 67,3 % доля вирусных инфекций, а среди них – до 62,2 % доля ротавирусов, до 34,0 % – норовирусов. Принятые меры для локализации возникающих эпиднеблагополучий по кори и высококонтагиозным острым кишечным инфекциям позволили минимизировать и предотвратить распространение инфекций. Достигнуты оптимальные показатели иммунизации населения. Не регистрировались случаи вспышечной и групповой заболеваемости кишечными инфекциями, связанные с водообеспечением населения. Снижение заболеваемости в 2024 г. по сравнению с 2023 г. зарегистрировано по энтеровирусной инфекции, скарлатине, инфекционному мононуклеозу, ОРВИ, туберкулезу, микроспории, клещевому энцефалиту, не регистрировались случаи дизентерии, брюшного тифа и паратифов, дифтерии, эпидемического паротита, полиомиелита, герпетической инфекции, столбняка, лептоспироза, трихинеллеза.

Наряду с другими факторами негативное влияние на здоровье населения оказывает состояние окружающей среды.

Основными источниками загрязнения воздуха в г. Бресте являются предприятия теплоэнергетики, сельскохозяйственного машиностроения, лесной промышленности и автотранспорт. Национальный мониторинг загрязнений атмосферного воздуха осуществляется филиалом «Брестоблгидромет» на стационарных постах. По результатам стационарных наблюдений в целом по городу в 2024 г. состояние воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Ухудшение качества воздуха в летний период было связано с повышенным содержанием формальдегида, ТЧ10 и приземного озона. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха, состояние воздуха в 2024 г. оценивалось в основном как очень хорошее, хорошее и умеренное. Доля периодов с удовлетворительным и плохим уровнями загрязнения атмосферного воздуха была незначительна, ухудшение качества воздуха в эти периоды обусловлено увеличением содержания приземного озона и ТЧ10. Периоды с опасным уровнем загрязнения отсутствовали.

В рамках государственного санитарного надзора обеспечено проведение ежеквартального мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в 73 контрольных точках г. Бреста и 44 – Брестского района. Все пробы соответствовали требованиям гигиенических нормативов.

По данным Белгидромета последние 5 лет наблюдается тенденция снижения концентраций твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) и углерод оксида. Средняя концентрация твердых частиц в 2024 г. по сравнению с 2020 г. снизилась в 2,5 раза, углерод оксида – в 3,4 раза. С 2020 по 2023 г. наблюдается динамика снижения содержания в воздухе азота диоксида, в 2024 г. уровень

загрязнения воздуха азот диоксидом по сравнению с 2023 г. был выше в 1,5 раза. Средняя концентрация аммиака в 2024 г. была на 17 % выше, чем в 2020 г.

На контроле подпрограмма «Чистая вода» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 гг. и Комплексы мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Бреста и Брестского района на 2021–2025 гг. Показатели обеспеченности жилищного фонда централизованным водоснабжением ежегодно увеличиваются. Достигнуто стабильное качество питьевой воды по микробиологическим показателям из всех источников водоснабжения, за последние 5 лет нестандартных результатов лабораторных исследований не зарегистрировано. Наблюдается положительная динамика качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям из коммунальных водопроводов (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Удельный вес нестандартных проб питьевой воды из коммунальных водопроводов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в г. Бресте за 2015–2024 гг. (в %)



Рисунок 3 – Удельный вес нестандартных проб питьевой воды из коммунальных водопроводов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в Брестском районе за 2015–2024 гг. (в %)

Благодаря поэтапной замене изношенных водопроводных сетей в городе, строительству станций обезжелезивания в районе процент не соответствующих нормативам проб воды из коммунальных водопроводов по санитарно-химическим показателям уменьшился.

В последние годы санитарно-эпидемиологическая служба стала серьезной помехой как для поступления все возрастающего количества пищевых продуктов, не соответствующих требованиям безопасности, из-за рубежа, так и для производства некачественной продукции на территории г. Бреста и Брестского района. Положительная динамика в качестве вырабатываемых предприятиями пищевой промышленности

пищевых продуктов подтверждается данными лабораторных исследований. Признаны соответствующими заявленным требованиям законодательства Европейского союза 3 предприятия – экспортера пищевой продукции животного происхождения, одобренные для поставок в Европейский союз.

Радиационная обстановка стабильная. Еще в сентябре 2004 г. в г. Бресте были завершены работы по дезактивации объектов «802» и «Западный», территории которых были загрязнены в 60-е годы урановой рудой при ее перегрузке в ходе транспортировки из Западной Европы в СССР. Уровень гамма-фона на данной территории – 8–12 мкР/час. С положительной стороны необходимо отметить отсутствие несоответствий по содержанию радионуклидов в пищевых продуктах, в том числе из личных подсобных хозяйств, в питьевой воде, в том числе из децентрализованных источников водоснабжения, в стройматериалах на протяжении более 5 лет радиационно-гигиенического мониторинга.

Из проведенных в 2024 г. в порядке мониторинга измерений уровней шума в 84 точках в г. Бресте и 24 точках в Брестском районе превышения допустимых уровней до 9,6 дБА установлены на улицах с интенсивным движением автотранспорта, а также обусловлены влиянием железнодорожного транспорта. Превышения уровней шума, измеренных в мониторинговых точках в жилой зоне на границе санитарно-защитных зон промышленных предприятий, не фиксировались. Продолжается увеличение количества базовых станций сотовой связи, результаты измерений параметров электромагнитных полей не выявили несоответствий нормативам.

Обеспечен надзор за предприятиями промышленности, агропромышленного комплекса, в отношении которых проводилась процедура сокращения базового размера санитарно-защитной зоны и оценка рисков воздействия на здоровье населения от деятельности объектов, а также за осуществлением ими производственного лабораторного контроля с подтверждением соответствующего размера зоны.

Большое внимание уделено новым принципам школьного питания, они внедрены во всех учреждениях общего среднего образования.

Ведущими вредными производственными факторами, воздействующими на работающих предприятий г. Бреста и Брестского района, являются повышенный уровень шума и вибрации, а также тяжесть труда, обусловленная работой в вынужденной позе. За последние 5 лет выявлено 2 случая профессиональных заболеваний, связанных с воздействием шума. Отмечается рост уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности среди работающих, более половины в нозологической структуре составляют болезни органов дыхания.

Продолжена работа по мониторингу 11 индикаторов Целей устойчивого развития, делегированных на национальном уровне санитарно-эпидемиологической службе. В рамках Цели устойчивого развития № 3 «Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте» совместно с учреждениями здравоохранения проводится работа по реализации 9 широкомасштабных профилактических проектов. Реализуются государственные профилактические проекты «Брест – здоровый город», «Чернавчицкий сельский Совет – территория здоровья», «Остромечево – здоровый агрогородок».

Жизнь ставит новые, все более сложные задачи, которые предстоит решать для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, критерием которого является здоровье населения, что должно в первую очередь учитываться при разработке профилактических мероприятий и принятии соответствующих решений.

Поступила 15.09.2025

НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ У НАСЕЛЕНИЯ

*Сурмач М. Ю., д. м. н., профессор, marina_surmach@grsmu.by,
Хильмончик Н. Е., к. м. н., доцент, chilmonczyk@mail.ru*

Учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет», г. Гродно, Республика Беларусь

Решением Всебелорусского народного собрания от 25.04.2024 № 5 «Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь» были утверждены стратегические национальные интересы и обозначены угрозы национальной безопасности, включая такие как «снижение общего уровня здоровья населения, его отдельных половозрастных групп», «низкая культура самосохранительного

поведения». Снижение остроты указанных угроз составляет важную задачу системы здравоохранения, основной принцип деятельности которой в Беларуси – принцип профилактической направленности.

Изменения, наблюдающиеся в демографической ситуации, связанные с процессами старения населения, вынуждают разрабатывать целенаправленные государственные меры, направленные на укрепление потенциала здоровья целевых групп пограничного с трудоспособным возрастом, таких как подростки и лица возраста 60 лет и старше. Так, Советом Министров Республики Беларусь утверждено постановление от 3 декабря 2020 г. № 693 «О Национальной стратегии Республики Беларусь “Активное долголетие – 2030”», во исполнение которого разработан и введен в действие приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 10.08.2023 № 1158 «Об организации кабинета “Школа активного долголетия”». С 2003 г. при поддержке ЮНИСЕФ реализуется деятельность по охране здоровья подростков на базе центров, дружественных молодежи (приказ Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 04.04.2011 № 343 «О совершенствовании консультирования подростков и молодежи по вопросам сохранения и укрепления здоровья»). По сути, в обоих рассмотренных организационных подходах мы видим использование принципа социального маркетинга по сегментации рынка потребителей. При этом услуги профилактической направленности, которые потребителю предлагаются, не являются коммерческими, но направлены на сохранение потенциала здоровья посредством организационных технологий. Одновременно, с позиции социального маркетинга, меры будут успешными, если данные услуги будут востребованы потребителем, для чего требуется соответствующая методическая проработка и регулярная актуализация. В этой связи важна исследовательская функция научного сообщества по изучению современных факторов, формирующих потенциал здоровья групп населения пограничного с трудоспособным возрастом, и не менее важно внедрение полученных результатов в разработку и реализацию программ непрерывного профессионального медицинского образования, в частности – дополнительного образования взрослых (повышение квалификации, профессиональная переподготовка).

Кафедра общественного здоровья и здравоохранения УО «Гродненский государственный медицинский университет» (далее – УО «Гродненский ГМУ») имеет подобный опыт и в научной деятельности, и в организации программ повышения квалификации и переподготовки. С соискателями кафедры общественного здоровья и здравоохранения О. А. Езепчик и П. Л. Корнейко начиная с 2022 г. начата разработка баз данных опроса подростков, их родителей и лиц пожилого возраста. В последние 5 лет реализован ряд проектов при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований, в том числе «Социальная ответственность как часть корпоративной культуры здравоохранения и фактор управления качеством медицинской помощи (на примере организаций кардиологического профиля)» (Г19-061, 02.05.2019–31.03.2021), «Здоровьесбережение в преемственности поколений» (Г24У-007, 01.04.2024–31.03.2026). В рамках последнего проекта изучены установки, потребности и поведение в сфере здоровьесбережения разных поколений белорусов, исследовано связанное со здоровьем качество жизни лиц пожилого возраста, получило развитие обоснование методологии изучения грамотности в вопросах здоровья с использованием международных стандартизированных опросников у лиц пожилого возраста, проанализирован образ жизни семьи, воспитывающей ребенка 10–14 лет, охарактеризовано поведение по отношению к здоровью подростков 15–18 лет, исследовано распределение ответственности за здоровье ребенка глазами родителей, получены 3 свидетельства о регистрации баз данных в ГУ «Национальный центр интеллектуальной собственности». Опубликована монография [1]. В недавних опубликованных результатах исследований кафедры очерчена характеристика связанного со здоровьем качества жизни лиц возраста 60+, данных оценки доступности информации о медицинской помощи и возможностях ее получения в тех или иных ситуациях, о здоровом образе жизни лицами возраста 60 лет и старше, самооценки возможности принимать решения для улучшения своего здоровья. Завершается исследование медицинской активности с профилактической целью лиц возраста 60+ на примере добровольной вакцинации от COVID-19 и гриппа.

Анализ тенденций исследований в области профилактических технологий показывает нарастающий интерес мирового сообщества к такому феномену, как грамотность населения в вопросах здоровья (далее – ГВЗ), которую рассматривают как залог благополучия [2]. Парадоксально, но по данным зарубежных исследований, лица в возрасте 60+, когда объективно происходит накопление хронических заболеваний, оказались группой риска низкого уровня ГВЗ [3]. Кафедрой подготовлено несколько аналитических работ методологии изучения ГВЗ, на основе чего разработан опросник, комбинирующий возможность исследования ГВЗ по адаптированной методике HLS-19 и связанного со здоровьем качества жизни по инструменту WHOQOL-26 [4]. Все эти результаты станут фундаментом для дальнейшего анализа комплексного влияния информационных, поведенческих и социально-психологических предикторов здоровья лиц в возрасте 60+ с выделением групп «повышенного внимания» на их основе, что будет выполнено впервые и применено в школах активного долголетия организаций здравоохранения.

Одно из наиболее крупных международных научных исследований, направленное на изучение социальных факторов здоровья подростков, «Поведение детей школьного возраста в отношении здоровья»,

которое охватывает более 50 стран мира, включая Российскую Федерацию, показывает, что в последние годы у подростков приобретает острый характер и глобальную распространенность проблема субъективного психологического неблагополучия: регистрируются снижение самооценки здоровья и общей удовлетворенности жизнью, рост чувства одиночества, кибербуллинга, драк и запугиваний в школе [5]. В настоящее время научная работа кафедры посвящена также задачам выявить уровень и ранжировать по силе влияния такие социально-психологические предикторы психологического неблагополучия у подростков как внутриличностные, семейные, школьные, факторы ближайшего социального окружения, с выделением на их основе групп «повышенного внимания по маркерам субъективного психологического неблагополучия» подростков 15–18 лет; разработать алгоритм скрининговой оценки маркеров субъективного психологического неблагополучия и организации профилактических мероприятий у подростков 15–18 лет, положить его в основу методических рекомендаций и проекта приказа по их применению для специалистов центров, дружественных подросткам и молодежи, а также социально-педагогических служб учреждений общего среднего образования.

Кафедра общественного здоровья и здравоохранения УО «Гродненский ГМУ» имеет успешный многолетний опыт разработки и реализации программ повышения квалификации и переподготовки в здравоохранении, в том числе с привлечением клинической базы кафедры в ГУЗ «Островецкая центральная районная клиническая больница». География слушателей включает Гродненский, Брестский, Гомельский регионы, а также слушателей, преимущественно обучающихся на коммерческой основе, из Минского и Витебского регионов.

В 2025 г. кафедрой разработана и планируется к реализации на базе данного учреждения здравоохранения в комбинированном очном и онлайн форматах программа повышения квалификации «Технологии укрепления здоровья населения на региональном уровне», которая позволит внедрить результаты научной работы кафедры в дополнительное профессиональное образование взрослых в здравоохранении. Целью образовательной программы повышения квалификации является профессиональное совершенствование руководителей организаций здравоохранения, заместителей руководителей организаций здравоохранения, руководителей структурных и/или обособленных подразделений организаций здравоохранения по современным технологиям укрепления здоровья населения, проживающего в районных центрах и сельских населенных пунктах Республики Беларусь, направленным на решение актуальных проблем здоровья населения. Программа продолжит ранее реализуемый на базе Островецкого филиала кафедры курс повышения квалификации «Теоретические основы и организационно-экономические технологии управления в здравоохранении». Задачами образовательной программы повышения квалификации «Технологии укрепления здоровья населения на региональном уровне» являются в том числе такие, как совершенствование и формирование навыков организации первичной медицинской помощи населению, проживающему в селе, современных технологий медицинской профилактики, анализа медико-демографической ситуации региона, заболеваемости и инвалидности, социальных факторов здоровья населения, проживающего в районном центре и сельских населенных пунктах, приобретение и совершенствование навыков организации и оценки эффективности цифровых технологий в здравоохранении, организации профилактической работы с пожилым населением, подростками, использования цифровых технологий в организации профилактической работы, совершенствование профессиональных навыков руководителя в управлении здравоохранением для внедрения эффективных инновационных форм организации работы, направленных на укрепление здоровья населения, проживающего в районном центре и сельских населенных пунктах, с учетом социальных факторов. Программа является уникальной: анализ Сводного плана реализации образовательных программ дополнительного образования взрослых для руководящих работников и специалистов здравоохранения с высшим медицинским, фармацевтическим образованием на 2025 год, утвержденного Министром здравоохранения Республики Беларусь 10 декабря 2024 г., показывает, что аналогов данной учебной программе нет.

В непрерывном профессиональном образовании медицинских работников немаловажную роль играют научные конференции, симпозиумы. В ноябре 2025 г. на базе УО «Гродненский ГМУ» планируется к проведению при участии ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (г. Москва), ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (г. Улан-Удэ), Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук (г. Москва) международная конференция «Здоровьесбережение в преемственности поколений» с целью апробации, обсуждения и продвижения результатов научных исследований в указанном направлении. Обсуждается вопрос о том, чтобы данная конференция стала регулярной и привлекла новых соорганизаторов.

Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант Г24У-007, 01.04.2024–31.03.2026).

Литература

1. Сурмач, М. Ю. Здоровьесбережение в преемственности поколений / М. Ю. Сурмач, О. А. Езепчик, П. Л. Корнейко ; под общей редакцией М.Ю.Сурмач. – Гродно: ГрГМУ, 2025. – 210 с.
2. Achieving well-being: A global framework for integrating well-being into public health utilizing a health promotion Approach / World Health Org. – Geneva : WHO, 2023. – 33 p.
3. Do sociodemographic factors influence the levels of health and oral literacy? A cross-sectional study / F. M. V. Veladas, G. De la Torre Canales, B. B. de Souza Nobre [et al.] // BMC Public Health. – 2023. – Vol. 23. – Art. № 2543. – DOI: 10.1186/s12889-023-17489-4.
4. Сурмач, М. Ю. Медицинская информированность населения в вопросах здоровья: аналитический обзор / М. Ю. Сурмач // Социология медицины. – 2024. – Т. 23, № 2. – С. 174–185.
5. A focus on adolescent mental health and wellbeing in Europe, central Asia and Canada. Health Behaviour in School-aged Children international report from the 2021/2022 survey / A. Cosma, S. Abdrakhmanova, D. Taut [et al.]. – Vol. 1. – Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2023. – 56 p.

Поступила 04.09.2025

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДПРОГРАММЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА» ГНТП «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И ДОСТУПНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ», 2021–2025 ГОДЫ

*Сычик С. И., к. м. н., доцент, rspch@rspch.by,
Дроздова Е. В., к. м. н., доцент, rspch@rspch.by,
Ивко Н. А., к. б. н., ontp@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Подпрограмма «Научно обосновать и разработать комплекс эффективных мер по снижению бремени заболеваний, обусловленных влиянием факторов среды обитания человека различной природы в современных условиях социально-экономического развития» («Безопасность среды обитания человека») Государственной научно-технической программы (далее – ГНТП) «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, (далее – подпрограмма «Безопасность среды обитания человека») в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26 марта 2021 г. № 173 включена в Перечень государственных и региональных научно-технических программ на 2021–2025 гг., утверждена приказом Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь (далее – ГКНТ РБ) от 24 июня 2021 г. № 162.

В 2021–2024 гг. головной организацией исполнителем подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» (далее – подпрограмма) выступало республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены» (далее – государственное предприятие «НПЦГ»), с 1.07.2024 головной организацией-исполнителем подпрограммы является государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – РЦГЭиОЗ) Министерства здравоохранения Республики Беларусь (далее – Минздрав). РЦГЭиОЗ аккредитован ГКНТ РБ и Национальной академией наук Беларуси как правопреемник государственного предприятия «НПЦГ» и продолжает развивать научно-исследовательскую и испытательную деятельность в области гигиены, профилактической токсикологии и профилактической медицины и других смежных областях медицинских и биологических наук, имеет необходимую материальную и ресурсную базу. Выполнение подпрограммы продолжено на базе научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии (далее – НИИ ГТ ЭВМ) РЦГЭиОЗ.

Реализация подпрограммы осуществляется 6 научными и научно-практическими организациями и учреждениями образования, осуществляющими научные исследования, в том числе в области гигиены, профилактической токсикологии и профилактической медицины: 3 организации Минздрава (РЦГЭиОЗ, Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова»); 1 организация Министерства природных ресурсов и охраны окружающей

среды Республики Беларусь (Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»; 2 организации Национальной академии наук Беларуси (Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси»). Все организации-исполнители заданий подпрограммы – аккредитованные государственные научные организации, имеющие научных работников и иных квалифицированных специалистов с большим опытом научных исследований и подготовки научных разработок в направлении проводимых в рамках указанной подпрограммы исследований.

Подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» – составная программа, так как включает задания (всего 80, в том числе задание по сопровождению подпрограммы) по разработке и освоению ряда инноваций. Подпрограмма содержит 6 основных научных разделов, охватывающих основные проблемы в области гигиенической безопасности среды обитания (21 задание); методов детекции и экспериментального моделирования (19 заданий); профессиональных рисков и здоровьесбережения (12 заданий); химической безопасности жизнедеятельности (14 заданий); радиационной защиты населения и персонала (6 заданий); методологии комплексных оценок потерь здоровья и оценок эффективности профилактических мероприятий (7 заданий). Целостность программы обусловлена проведением научно-исследовательских работ, направленных на достижение одной цели: научно обосновать и разработать комплекс эффективных мер по снижению бремени заболеваний, обусловленных влиянием факторов среды обитания человека различной природы в современных условиях социально-экономического развития. Выполнение подпрограммы заканчивается в 2025 г.

Цель работы – проанализировать и представить основные итоги полученных результатов при выполнении заданий подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

В качестве материалов в работе были использованы постановления Минздрава и ГКНТ РБ, договоры по Подпрограмме с Министерством здравоохранения Республики Беларусь и организациями-исполнителями и соисполнителями заданий, отчеты о НИР по заданиям подпрограммы и отчеты по подпрограмме в целом за 2021–2025 годы, научно-технические разработки.

Применялись методы сбора и обработки информации, методы содержательного анализа информации – сравнения, анализа, обобщения.

За период выполнения подпрограммы в области гигиенической безопасности среды обитания завершены задания, в рамках которых обоснованы и внедрены методы гигиенической оценки летучих химических веществ в питьевой воде, интегральной оценки рисков здоровью, ассоциированных с водопользованием; оценки воздействия на здоровье населения твердых частиц дисперсностью 10 и 2,5 микрон, неканцерогенного риска здоровью населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха населенных мест, потенциального риска здоровью населения, обусловленного воздействием электромагнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц; методы гигиенической оценки соответствия ученической мебели физическому развитию младших школьников в современных условиях и организации образовательного процесса в учреждениях общего среднего образования; научно обоснованы критерии установления уровней приемлемого риска здоровью при комплексном воздействии металлов и их соединений; проведена оценка рисков здоровью населения, ассоциированного с комплексным поступлением бария в организм, и обоснован гигиенический норматив бария в питьевой воде; разработаны гигиенически допустимые значения показателей среды спелеостационаров для их устойчивой эксплуатации в калийных рудниках (10 заданий).

Было освоено 11 инструктивно-методических документов (11 инструкций по применению, 1 аттестованная методика измерения). Так, использование разработанных методов позволяет провести оценку рисков здоровью населения при воздействии изученных факторов среды обитания человека. Внедрение, например, метода, вошедшего в инструкцию по применению № 019-1221 (сайт med.by), позволит повысить достоверность расчетов риска возникновения водно-ассоциированных заболеваний, обусловленных содержанием в питьевой воде централизованных систем питьевого водоснабжения летучих химических веществ. Использование метода, содержащегося в инструкции по применению № 001-1120 (сайт med.by), позволит повысить качество и эффективность контроля за содержанием мелкодисперсных твердых частиц в атмосферном воздухе населенных пунктов и снизить риск формирования дополнительных случаев заболеваемости и смертности населения от воздействия мелкодисперсных твердых частиц, загрязняющих атмосферный воздух. Показано, что использование метода, вошедшего в Инструкцию по применению № 041-0622 (сайт med.by), приведет к снижению риска здоровью населения при комплексном воздействии металлов и их соединений на 5 %.

В настоящее время продолжается внедрение разработанных методов оценки рисков здоровью при питьевом и рекреационном водопользовании, ассоциированных с цветением водных объектов; гигиенической оценки мебели с учетом особенностей физического развития воспитанников учреждений дошкольного образования; гигиенического нормирования запаха в атмосферном воздухе территорий населенных пунктов; оценки риска здоровью населения от комбинированного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов; гигиенической оценки транспортного шума на границах населенных пунктов при эксплуатации железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования с методикой измерений общей вибрации в условиях проживания населения; внедрение метрологически аттестованных методик измерений массовой доли туйона в пищевой и табачной продукции. Их освоение будет завершено в 2026 году (7 заданий). В рамках указанных исследований было разработано 9 инструктивно-методических документов (5 инструкций по применению, 4 аттестованные методики измерения). Так, метод, содержащийся в инструкции по применению № 020-1124 (сайт med.by), устанавливает порядок проведения оценки рисков здоровью при питьевом и рекреационном водопользовании, ассоциированных с цветением водных объектов, и используется для обоснования приоритетных мероприятий, направленных на устранение (снижение) уровня риска для здоровья населения; методика измерений массовой концентрации микроцистина-LR в воде водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования (АМИ.МН 0160-2024, сайт rspch.by) предназначена для применения в сфере законодательной метрологии органами и организациями, осуществляющими государственный санитарный надзор за безопасностью воды. Методика измерений массовой концентрации туйона в алкогольных и безалкогольных напитках (АМИ.МН 0008-2023, сайт rspch.by) предназначена для применения органами и организациями, осуществляющими государственный санитарный надзор за безопасностью пищевой продукции, в т. ч. при оценке соответствия требованиям технического регламента таможенного союза (ТР ТС 029/2012).

Продолжается выполнение научно-исследовательских работ (далее – НИР) по разработке методов гигиенической оценки остаточных количеств действующих веществ средств защиты растений в пищевой продукции растительного происхождения и воде на основе риск-ориентированных подходов и метрологически аттестованной методики их одновременного измерения; гигиенической оценки проектных решений по размещению промышленных узлов для минимизации рисков здоровью населения, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха и воздействием физических факторов; гигиенической оценки общей вибрации в условиях населенных мест; проводится разработка гигиенических требований к световой среде помещений для детей, формируемой светодиодными источниками света (4 задания).

В рамках разработки методов детекции и экспериментального моделирования завершены задания по обоснованию методов дезинфекции средств индивидуальной защиты на основе генерирования аэрозолей кислородоактивных соединений и воздействия физических факторов, тестирования *in vitro* раздражающего действия парфюмерно-косметической продукции, оценки риска здоровью, ассоциированного с содержанием усилителей вкуса и аромата в пищевых продуктах (на примере глутаминовой кислоты и ее солей). Проведена метрологическая аттестация методик измерений концентраций вулкацита, сульфенамида Ц, ацетофенона, агидола-40 в водных вытяжках из товаров потребления, метилакрилата, винилацетата в товарах народного потребления, определения сероуглерода в воде для обеспечения гигиенической безопасности вод различного назначения, концентраций ацетальдегида в воздухе рабочей зоны и остаточного содержания инсектицида амитраз и его метаболитов в продукции животноводства и меде; в результате изучения особенностей микробиоты воздушной среды помещений организаций здравоохранения различных классов чистоты разработана методика измерений количества микроорганизмов в воздухе (8 заданий).

В 2026 году запланировано завершение освоения молекулярно-генетических экспресс-методов микробиологического контроля патогенных микроорганизмов в среде технологического окружения пищевых производств, альтернативных методов *in vitro* определения раздражающего действия на слизистые оболочки глаз медицинских изделий и товаров бытовой химии; методов гигиенической оценки рационов; метрологически аттестованных методик измерения массовых концентраций токсичных и эссенциальных элементов в биологически активных добавках к пище и специализированной пищевой продукции, содержания консервантов (дифенила, орто-фенилфенола, натамицина) в пищевой продукции, массовых концентраций нитрила акриловой кислоты, метилакрилата и метилметакрилата в воздухе рабочей зоны для обеспечения гигиенической безопасности рабочих мест, массовой концентрации 13 гигиенически значимых показателей безопасности (Co, Ni, Zn, Cd, Fe, Mn, Mo, Sn, W, V, Pb, Cu, Cr) в воздухе рабочей зоны (7 заданий).

Освоено 9 аттестованных методик измерения и 8 инструкций по применению. Внедрение только 8 разработанных современных высокочувствительных аттестованных методик измерения позволяет определять 14 гигиенически значимых показателей. Так, внедрение методики измерений МВИ.МН 6364-2021 (сайт rspch.by) позволяет проводить определение содержания усилителей вкуса и аромата – глутаминовой кислоты и ее солей Е620-Е625 в различных пищевых матрицах (пищевые концентраты, хлебобулочные,

плодоовощные, мясные, рыбные, молочные продукты, специи), что в свою очередь позволит получать объективные данные о содержании указанных пищевых добавок в пищевой продукции при проведении государственного санитарного надзора на соответствие требованиям национального законодательства и технического регламента Евразийского экономического союза. Внедрение методики выполнения измерений МВИ.МН 6330-2020 (сайт rspch.by) способствует получению объективных данных при исследовании пищевой продукции животного происхождения на содержание амитраза и его метаболитов при проведении государственного санитарного надзора. Использование метода, входящего в инструкцию по применению № 044-0622 (сайт med.by), позволяет повысить безопасность пищевой продукции и снизить в 2 раза уровень риска здоровью, ассоциированному с поступлением усилителей вкуса и аромата с суточным рационом питания; обеспечению риск-ориентированного государственного санитарного надзора за пищевой продукцией, содержащей усилители вкуса и аромата. Успешно освоены два метода выявления бактерий вида *Staphylococcus aureus* в воздушной среде помещений организаций здравоохранения, вошедшие в инструкцию по применению № 002-0521 (сайт med.by): метод отбора проб воздуха, позволяющий контролировать распространение *Staphylococcus aureus* в организациях здравоохранения разных классов чистоты; метод качественного выявления *Staphylococcus aureus* в воздушной среде помещений (в 1 м³ воздуха, КОЕ/1 м³). Использование указанных методов позволяет предупредить распространение *Staphylococcus aureus* в организациях здравоохранения, а также контролировать соблюдение гигиенического норматива, устанавливающего допустимые значения санитарно-микробиологических показателей воздушной среды. Уникальность разработанных методов состоит в том, что впервые выполнено моделирование микробных аэрозолей сложной природы, в том числе клинических изолятов, выделенных из воздушной среды организаций здравоохранения. Практическое применение альтернативного метода *in vitro* с использованием хориоаллантоисной мембраны куриного эмбриона (инструкция по применению № 008-1223, сайт med.by), позволяющего определить показатели раздражающего действия на слизистые оболочки глаз изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления, в практике организаций, осуществляющих государственный санитарный надзор, будет способствовать снижению уровня риска здоровью населения, ассоциированного с возможным влиянием химических раздражителей в составе указанных изделий.

Завершается выполнение НИР по разработке метода определения сроков годности медицинских изделий одноразового применения; начаты НИР по обоснованию молекулярно-генетических экспресс-методов микробиологического контроля патогенных микроорганизмов в среде технологического окружения пищевых производств; методов оценки эффективности технологических вспомогательных средств с антимикробной активностью, применяемых для обеспечения гигиенической безопасности переработанных продуктов птицеводства; проводится разработка методики измерений массовой концентрации свинца и кадмия в пищевых добавках и ароматизаторах (4 задания).

За 2021–2025 годы в области профессиональных рисков и здоровьесбережения завершено 7 заданий, в результате разработаны гигиенические нормативы и методика контроля аэрозолей белоксодержащих продуктов переработки коровьего молока в воздухе рабочей зоны; методология оценки риска здоровью работающих при различных дозо-временных нагрузках воздействия постоянного магнитного поля на рабочих местах; молекулярно-биологические критерии оценки степени выраженности цитотоксических эффектов для обоснования коэффициента запаса при гигиеническом нормировании мутагенов в воздухе рабочей зоны; гигиенические критерии к спектральному составу световой среды, формируемой искусственными источниками света на рабочих местах; гигиенические требования к изделиям медицинского назначения для защиты органов дыхания, используемым в организациях здравоохранения, а также разработаны и освоены метод гигиенической оценки параметров микроклимата при интермиттирующем воздействии и методы отбора образцов аллергоопасной промышленной пыли и получения из нее экстрактов для их использования в диагностике профессиональной аллергопатологии.

Находятся на стадии освоения 3 задания, при выполнении которых разработаны методы управления профессиональным риском здоровью медицинских работников организаций здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь в стационарных условиях в период эпидемического подъема заболеваемости респираторными инфекциями, оценки состояния здоровья работающих на основе анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности, метод гигиенического нормирования антибактериальных лекарственных средств в воздухе рабочей зоны.

При выполнении 10 заданий разработано 12 инструктивно-методических документов (8 инструкций по применению, 3 аттестованные методики измерения). Так, например, использование аттестованной методики измерений АМИ.МН 0014-2021 (сайт rspch.by) предоставляет возможность проведения инструментальных измерений и получения результатов исследований цветовых характеристик искусственной световой среды на рабочих местах в помещениях с установленной точностью, что позволит повысить уровень эффективности контроля спектрального состава световой среды, формируемой искусственными источниками

света. Практическое применение метода для отбора на предприятиях образцов ненормированной промышленной органической пыли (инструкция по применению № 003-1220, сайт med.by) позволит провести экспериментальные исследования по обоснованию ее ПДК в воздухе рабочей зоны и получить социально-гигиенический эффект вследствие предупреждения профессиональной аллергической патологии и снижения уровня производственно обусловленной заболеваемости у работников, контактирующих с такой пылью, а использование отобранных образцов ненормированной промышленной пыли для получения тест-аллергена будет способствовать верифицированной диагностике и адекватному лечению профессиональных аллергических заболеваний у работающих, их реабилитации и защите социально-экономических прав. В соответствии с методом, содержащимся в инструкции по применению № 002-0523 (сайт med.by), расчет уровня рисков здоровью проводится по результатам субъективной оценки самочувствия медицинских работников при использовании масок медицинских, режимов и условий их эксплуатации с учетом категории работ медицинских работников в зависимости от уровней энерготрат, а также соблюдения условий надевания/снятия маски медицинской. Метод позволяет обеспечить единый подход при оценке риска здоровью.

С 2025 года начато выполнение НИР по двум заданиям по разработке метода гигиенической оценки профессионального риска здоровью работающих, занятых в условиях повышенных уровней инфракрасного излучения, и обоснованию допустимых значений экспозиционной дозы теплового облучения, по разработке гигиенических требований к производственной среде и производственным процессам в условиях воздействия промышленных канцерогенов.

При реализации подпрограммы по химической безопасности жизнедеятельности были научно обоснованы и разработаны методы оценки риска здоровью населения, ассоциированного с комплексным поступлением парабенов в организм, токсикологического изучения и оценки опасности наноразмерных объектов и структур на основе металлов и их соединений, оценки потенциального риска здоровью населения при воздействии химических веществ, выделяющихся в воздушную среду помещений из полимерных и полимерсодержащих строительных отделочных материалов, гигиенической оценки упаковки и материалов, контактирующих с пищевой продукцией, включая биоразлагаемые, а также научно обоснованы критерии безопасного обращения химической продукции на территории Республики Беларусь, разработан алгоритм комплексной гигиенической оценки планировочных мероприятий для защиты территорий от химического загрязнения (6 заданий).

При выполнении 6 заданий разработано 8 инструктивно-методических документов (6 инструкций по применению, 1 аттестованная методика измерения, 1 информационная база данных). Информационная база данных, содержащая сведения об опасных свойствах для здоровья населения химической продукции, имеющая обращение на территории Республики Беларусь (официально зарегистрирована), включает три перечня химических веществ, представляющих наибольшую опасность для здоровья населения; рекомендуемых к запрещению обращения и к ограничению обращения на территории Беларуси. Указанные перечни находятся на сайте certificate.rspch.by. К перечням химической продукции прилагается коллекция электронных файлов, содержащая сведения об опасных свойствах для здоровья населения химической продукции, имеющей обращение на территории Беларуси. База данных является одним из инструментов контроля и регулирования за обращением опасной химической продукции в республике с целью профилактики негативного воздействия опасных химических веществ на здоровье человека. База данных будет взята в основу формирования национальной части Реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза, во исполнение требований технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности химической продукции» (ТР ЕАЭС 041/2017), утвержденного Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 3 марта 2017 года № 19. Метод, погруженный в инструкцию по применению № 003-0523 (сайт med.by), позволяет применять современные подходы к гигиенической оценке новых видов полимерных материалов на этапах их производства от первичных форм до опытных образцов, в том числе предназначенных для продолжительного контакта с пищевой продукцией (свыше 30 суток), с учетом возможности их использования при различных температурных условиях, предусматривающих замораживание и разогрев. Применение указанного метода будет способствовать обоснованию показателей безопасности новых видов полимерных материалов на этапе их гигиенической регламентации.

Находятся на стадии освоения 4 задания, по которым в результате выполнения НИР были разработаны следующие методы: установления пороговых значений потенциально токсичных химических веществ, мигрирующих из медицинских изделий; оценки гемосовместимости *in vitro* изделий медицинского назначения на основе тест-модели искусственного кровотока; оценки риска здоровью, ассоциированного с миграцией химических веществ из упаковки и материалов, контактирующих с пищевой продукцией; токсиколого-гигиенической оценки эквивалентности технических продуктов пестицидов-дженериков оригинальным действующим веществам (погружены в 4 инструкции по применению). Внедрение указанных методов способствует повышению безопасности материалов посредством своевременной актуализации как перечней нормируемых показателей, так и допустимых уровней их миграции из изделий. Например, метод, вошедший

в инструкцию по применению № 025-1124 (сайт med.by)), позволит обеспечить применение риск-ориентированного подхода при обосновании и актуализации гигиенических показателей безопасности материалов, предназначенных для контакта с пищевой продукцией (в том числе нового вида), и нормативов химических веществ. И тем самым внедрение метода будет способствовать повышению безопасности материалов; расширению перечня типов материалов, используемых в пищевой промышленности.

Продолжается выполнение НИР по 4 заданиям по разработке методов гигиенической оценки уровней воздействия свинца на население на основании определения биомаркера экспозиции в крови, гигиенической оценки дезинфицирующих средств для обеззараживания воды плавательных бассейнов и аквапарков, гигиенической оценки медицинских изделий, стерилизованных окисью этилена, а также проводится научное обоснование и разработка критериев и метода гигиенической оценки особо опасных пестицидов.

По направлению радиационной защиты населения и персонала подпрограммы завершено 2 задания, по итогам выполнения которых разработаны и внедрены методы оценки и ограничения радиационного риска здоровью персонала и населения при эксплуатации Белорусской АЭС, методические основы прогнозирования и оценки доз облучения населения Республики Беларусь при авариях на атомных электростанциях.

Проводится освоение методов оценки радиационной безопасности для населения выбросов и сбросов радиоактивных веществ и эффективности радиационного контроля доз облучения персонала при эксплуатации радиационных объектов и системы проведения радиационно-гигиенического мониторинга в ситуации планируемого облучения в Республике Беларусь (2 задания).

По четырем указанным выше заданиям разработано 5 инструкций по применению и 1 инструкция. Например, внедрение метода, вошедшего в инструкцию по применению № 009-1121 (сайт med.by), позволяет оценивать прогнозируемые и полученные эффективные и эквивалентные дозы облучения населения в случае радиационной аварии на АЭС, осуществлять планирование и оценку эффективности мероприятий по радиационной защите населения в случае радиационной аварии на АЭС, проводить обучение и подготовку по вопросам реагирования в случае радиационной аварии на АЭС врачей-гигиенистов и специалистов региональных центров гигиены и эпидемиологии, специалистов подразделений (групп) радиационного контроля организаций государственного санитарного надзора и ситуационно-кризисного центра Минздрава. Введение защитных мероприятий позволит повысить эффективность радиационной защиты при авариях на атомных электростанциях. Использование метода в инструкции по применению № 030-1124 (сайт med.by) также повышает эффективность обеспечения радиационной защиты населения от радиационных объектов, осуществляющих выбросы и сбросы радиоактивных веществ.

С 2025 года начаты НИР по разработке метода оценки доз облучения работников отделений ядерной медицины и интервенционной радиологии и иного персонала организаций здравоохранения с учетом доз облучения хрусталика глаза и конечностей и разработке диагностических референтных уровней доз облучения взрослых пациентов при проведении рентгеновской компьютерной томографии (2 задания).

В рамках методологии комплексных оценок потерь здоровья и оценок эффективности профилактических мероприятий разработаны и освоены принципы гигиенического ранжирования пищевых продуктов на основе их состава и потенциального влияния на здоровье, методы оценки и управления риском здоровью, ассоциированным с остаточными количествами антибактериальных препаратов в пищевой продукции, комплекс мер по снижению риска здоровью, ассоциированного с контаминацией специализированной пищевой продукции ингредиентами, обладающими аллергенными свойствами или вызывающими непереносимость, при ее производстве (3 задания).

В 2026 году будет продолжено освоение метода гигиенической оценки компонентного состава пищевой продукции нового вида (1 задание).

По четырем заданиям происходило внедрение 5 инструкций по применению, 1 аттестованной методики измерения и 1 инструкции. Так, например, использование метода в инструкции по применению № 033-1221 (сайт rspch.by) позволяет обеспечить использование риск-ориентированного подхода при обосновании и пересмотре максимально допустимых уровней остаточных количеств антибиотиков в пищевой продукции, оценке ожидаемого (реалистичного) или расчетного поступления антибиотиков с рационом, гармонизации государственного санитарно-эпидемиологического нормирования показателей безопасности пищевой продукции в указанной области с лучшими международными практиками; внедрение метода способствует повышению безопасности пищевой продукции, снижению риска развития патологических состояний, связанных с поступлением остаточных количеств антибиотиков с пищей. Внедрение аттестованной методики измерения МВИ.МН 6282-2020 (сайт rspch.by) способствует получению объективных и достоверных данных при исследовании пищевой продукции животного происхождения на содержание сульфадимезина при проведении государственного санитарного надзора.

Продолжается выполнение НИР по разработке научно обоснованных допустимых уровней содержания полихлорированных бифенилов в пищевой продукции животного происхождения, приоритетных микотоксинов в пищевой продукции растительного происхождения бифенилов в пищевой продукции

животного происхождения и по разработке метода комплексной гигиенической оценки пищевых продуктов с учетом пользы и негативных эффектов для здоровья (на примере рыбы и морепродуктов) (3 задания).

Результаты научных исследований по заданиям подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, позволили выйти на принципиально новый уровень решения задач в области гигиены, токсикологии и профилактической медицины.

Достигнутые результаты научных исследований за 2021–2025 годы способствовали решению ряда приоритетных задач профилактического здравоохранения: оценить гигиеническую значимость факторов среды обитания различной природы, оказывающих потенциальное негативное воздействие на здоровье населения в современных условиях социально-экономического развития, научно обосновать их приоритетность и меры медицинской профилактики, обеспечивающие безопасные условия жизнедеятельности населения, на основании опережающего прогнозирования негативных последствий и оценки рисков здоровью; разработать современные методы количественного определения и гигиенической оценки приоритетных факторов среды обитания физической, химической, биологической природы, провести экспериментальное моделирование специфических и отдаленных биологических эффектов *in silico*, *in vitro*, *in vivo* для оценки риска здоровью, эффективного контроля и научного обоснования мер медицинской профилактики; разработать и усовершенствовать критерии комплексной гигиенической оценки факторов производственной среды, трудового процесса и показателей состояния здоровья работающих с целью опережающего управления профессиональными рисками здоровью; разработать и внедрить комплекс мер по снижению рисков здоровью населения, ассоциированных с обращением химических веществ и смесей, в том числе на основе биомониторинга человека; научно обосновать и разработать методы оценки радиационной защиты населения и персонала и проведения радиационно-гигиенического мониторинга при использовании источников ионизирующего излучения; научно обосновать методические подходы к комплексной оценке потерь здоровья населения при неблагоприятном воздействии факторов среды обитания и к оценке эффективности профилактических мероприятий в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

В рамках выполненных заданий подпрограммы на основе современных междисциплинарных методических подходов получены принципиально новые научные знания о биологическом действии ранее изученных, новых и вновь возникающих факторов среды обитания различной природы (в том числе в условиях многофакторного и многосредового воздействия), данных об уровнях экспозиции населения приоритетными факторами среды обитания, рисках здоровью, ассоциированных с их воздействием, что позволило сформировать доказательную базу для разработки и научного обоснования новшеств – современных релевантных моделей оценки биологического действия факторов, усовершенствованных методических подходов к оценке безопасности современных технологий и факторов среды обитания человека, методологий интегральных оценок, высокочувствительных и высокоспецифичных методов исследований. Использование актуализированных методов исследований, моделей прогнозирования, критериев оценки при многофакторном воздействии в условиях многосредового поступления из среды обитания, комбинированного сочетанного и комплексного воздействия, в том числе на уровне малой интенсивности на долгосрочной основе, позволяет определить управляемые приоритетные факторы риска среды обитания и обосновать наиболее эффективные меры по управлению указанными рисками.

Были разработаны и научно обоснованы более 77 новшеств, в числе которых 52 Инструкции по применению, 9 Методик выполнения измерений, 6 Гигиенических нормативов, 2 Инструкции, 1 База данных (таблица 1).

Внедрение полученных результатов произведено в деятельность санитарно-эпидемиологической службы (областные ЦГЭиОЗ), учебный процесс учреждений образования, имеющих кафедры по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов с высшим образованием в области гигиены и профилактической медицины (БГМУ), в научный процесс (НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ).

Таблица 1 – Значения целевых показателей подпрограммы «Безопасность среды обитания человека»

Наименование целевого показателя, ед. измер.	Запланированное значение целевого показателя	Полученное значение целевого показателя
1. Количество инноваций – методов оказания медицинской помощи, шт.	43	52
2. Количество инноваций – методик выполнения измерений, шт.	14	18
3. Количество инноваций – гигиенических нормативов (изменений или дополнений в гигиенические нормативы), шт.	6	6

Наименование целевого показателя, ед. измер.	Запланированное значение целевого показателя	Полученное значение целевого показателя
4. Количество организаций-потребителей (актов о внедрении) в соответствии с планом внедрения инноваций, шт.	407	423

В целом за 2021–2025 годы было осуществлено освоение 77 разработок (56 инструкций по применению, 20 аттестованных методик измерений, 1 база данных), что подтверждено 423 актами о внедрении, из них 290 актов о внедрении разработок в практическом здравоохранении, 80 – в учебном процессе, 53 – в научном процессе (НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ, ул. Академическая, 8, по направлению «гигиена, токсикология»).

Внедрение научно-технических разработок в практику обеспечит в перспективе достижение социального и экономического эффекта. Социально-экономический эффект от внедрения разработок подпрограммы заключается в обеспечении возможности снижения риска развития заболеваний, ассоциированных с влиянием факторов среды обитания человека, при внедрении профилактических мероприятий на 5 %, снижения риска развития заболеваний, ассоциированных с влиянием химических загрязнителей для уязвимых групп населения (дети, беременные и кормящие женщины) на 3 %, снижения доз облучения человека (населения, персонала) путем повышения эффективности надзора и радиационно-гигиенического мониторинга за источниками ионизирующего излучения во всех ситуациях облучения персонала и населения не менее чем на 5 %, повышении эффективности контроля факторов среды обитания за счет разработки и внедрения современных высокочувствительных методов определения по более чем 10 гигиенически значимым показателям.

Коэффициент эффективности подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, по завершенным в период ее выполнения 36 заданиям составил 6,35, что дополнительно свидетельствует об эффективности ее выполнения.

Поступила 30.09.2025

НАПРАВЛЕНИЕ «ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОЙ ОБСТАНОВКИ НА ГРАНИЦАХ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ФАНИПОЛЯ, ФОРМИРУЕМОЙ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТА ПО ПРИЛЕГАЮЩИМ ДОРОГАМ РЕСПУБЛИКАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Агеев Е. П., *physical.factors@rspch.by*,
Соловьева И. В., к. м. н., *physical.factors@rspch.by*,
Баслык А. Ю., *physical.factors@rspch.by*,
Кравцов А. В., к. м. н., *physical.factors@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время шумовое загрязнение является одним из ведущих неблагоприятных техногенных факторов окружающей среды [1, 2]. В общем городском шумовом фоне удельный вес транспортного шума составляет до 80 % [3]. Исследования показывают, что в странах Европейского союза около 40 % населения в дневное время испытывают воздействие транспортного шума с уровнем звука, превышающим 55 дБА, и около 20 % с уровнем, превышающим 65 дБА [1]. При этом автомобильный и железнодорожный транспорт являются одним из основных источников шума на территории жилой застройки [4]. Таким образом, совершенствование подходов определения и оценки транспортного шума на территории жилой застройки представляется актуальным направлением исследований.

Исследования шумовой обстановки на границе жилой застройки г. Фаниполя, прилегающей к республиканским автомобильным дорогам Р1 (далее – Р1) и М-14 (далее – М-14), а также к участку железной дороги по направлению Минск – Барановичи, выполнены с учетом положений разрабатываемого метода гигиенической оценки транспортного шума на границах населенных пунктов при эксплуатации железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования. С учетом классификации, приведенной в технических нормативных правовых актах Республики Беларусь в области градостроительной деятельности [5], в представленном в публикации исследовании под термином «жилая застройка» приняты территории многоквартирной, усадебной, общественно-жилой и/или производственно-жилой застройки, границы которых устанавливаются при планировке населенных пунктов.

При определении точек для проведения постоянных наблюдений за изменением шумовой ситуации, формируемой транспортными потоками, установлено, что границы жилой застройки г. Фаниполя располагаются на расстоянии менее 300 м от Р1 и железнодорожных путей общего пользования. Сложившиеся и перспективные границы жилой застройки г. Фаниполя расположены на расстоянии более 300 м от М-14, что с учетом требований [5] указывает на отсутствие необходимости определения точки измерения шума, создаваемого при движении автотранспорта по М-14 вблизи г. Фаниполя.

Измерения транспортного шума проводились в 2022–2024 гг. с учетом ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики» (далее – ГОСТ 20444-2014) и ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».

С целью определения месторасположения точек измерения автотранспортного шума установлен участок Р1 (перегон, в границах точек с географическими координатами от 53.763326, 27.340353 до 53.738378, 27.308467), характеризующийся наибольшей скоростью движения транспортных средств наименьшим расстоянием прилегающей жилой застройки к Р1.

На указанном перегоне Р1 установлены:

базовая точка с географическими координатами 53.742019, 27.313256 (в 7,5 м от условного акустического центра потока автомобильного транспорта);

опорная точка на расстоянии r_0 равном 50 м от базовой точки.

При выборе месторасположения измерительных точек измерения железнодорожного шума определен участок железнодорожного пути в пределах территории г. Фаниполя, характеризующийся наибольшей

интенсивностью и скоростью движения пассажирских и грузовых поездов. При выборе опорной точки измерения учитывалось наименьшее расстояние прилегающей жилой застройки к исследуемому железнодорожному пути.

Измерительные точки имеют следующие географические координаты:

базовая точка (географические координаты 53.747797, 27.344014);

опорная точка (географические координаты 53.748178, 27.343606) ($r_0 = 75$ м).

Точки измерения выбирались с учетом отсутствия акустической тени, обусловленной рельефом местности и наличием естественных и искусственных экранирующих объектов.

Во время проведения измерений шума автотранспортного потока определялись интенсивность движения транспортных средств и состав автотранспортного потока. Средняя скорость движения транспортных средств принята равной скорости движения, установленной на оцениваемом перегоне дорожным знаком «Ограничение максимальной скорости».

Гигиеническая оценка измеренного в опорной точке автотранспортного шума показала, что эквивалентные уровни звука ($L_{A0} = 63$ дБА) превышают индикаторный уровень (55 дБА). От опорной точки была построена опорная линия вдоль всего оцениваемого участка г. Фаниполя на расстоянии r_0 от оси первой (ближней) к точке оценки полосы движения автомобильного транспорта, которая в дальнейшем применялась для определения эквивалентных уровней звука в расчетной точке.

Для определения зон акустического дискомфорта вдоль Р1 в пределах территории г. Фаниполя проведен расчет распространения шума вглубь данного населенного пункта по кратчайшему расстоянию от Р1 по следующей формуле (1):

$$L_{AT} = L_{A0} - 10 \lg(r/r_0), \quad (1)$$

где L_{AT} – эквивалентный уровень звука в расчетной точке, дБА;

L_{A0} – эквивалентный уровень звука в опорной точке (на опорной линии), дБА;

r_0 – кратчайшее расстояние от условного акустического центра потока автомобильного транспорта до точки с известным эквивалентным уровнем звука, м (в рассматриваемых условиях $r_0 = 57,5$ м);

r – кратчайшее расстояние от условного акустического центра потока автомобильного транспорта до расчетной точки на территории населенного пункта, непосредственно прилегающей к зданиям первого эшелона застройки (расположенной на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций этих зданий) со стороны Р1, м. Данное расстояние, определенное по масштабному плану территории г. Фаниполя, составило от 90 м до 280 м.

Для определения зон акустического дискомфорта вдоль Р1 в пределах границ г. Фаниполя в отношении всей территории жилой застройки, расположенной на установленном для расчетной точки расстоянии применены значения эквивалентных уровней звука, равные эквивалентным уровням звука в расчетной точке, от которой с учетом расстояния от Р1 до зданий первого эшелона застройки по формуле 1 определены значения эквивалентных уровней звука в расчетных точках L_{AT} , расположенных на территории, непосредственно прилегающей к зданиям первого эшелона застройки со стороны Р1. Проведенные расчеты показали, что эквивалентные уровни звука автотранспортного шума в расчетных точках с соответствующими координатами составили от 56,1 дБА до 61,1 дБА.

Предварительная оценка уровней фонового шума в базовой и опорной точках показала, что эквивалентные уровни звука, создаваемые иными источниками шума, измеренными в периоды времени, когда движение поездов в районе измерительных точек отсутствовало, фиксировались на 10 дБА и более ниже средних значений эквивалентных уровней звука железнодорожного шума, создаваемых при прохождении мимо базовой и опорной точек пассажирских поездов бизнес-класса, рассматриваемых как наиболее тихий вид железнодорожного транспорта.

Анализ расписания движения поездов по исследуемому участку железной дороги в пределах границ г. Фаниполя позволил определить интенсивность движения пассажирских поездов, которая составила 47 составов в сутки (в дневное время (с 7:00 до 23:00 ч) – 37 ед., в ночное (с 23:00 до 7:00 ч) – 10 ед.), из них в дневной период суток количество пассажирских поездов локомотивной тяги межрегиональных и международных линий – 12 составов, моторвагонных поездов бизнес-класса – 11, эконом-класса – 14.

Согласно информации, представленной Белорусской железной дорогой о количестве грузовых поездов, прошедших в обоих направлениях по оцениваемому участку железной дороги, установлено, что интенсивность движения грузовых поездов за дневной регламентируемый временной интервал наблюдения составила 54 состава.

Учитывая низкую интенсивность движения железнодорожного транспорта в районе точек измерения, характеризующегося редким прохождением составов с продолжительными интервалами между поездами,

эквивалентный уровень звука, создаваемый при движении каждого поезда мимо измерительной точки, в рамках исследования определялся, согласно ГОСТ 20444, по измеренным уровням звукового воздействия L_{EA} , дБА.

На основании данных о времени проезда каждого вида (типа) поездов (грузовых, пассажирских локомотивной тяги, моторвагонных дизель- и электропоездов (подвижных составов) эконом- и бизнес-классов) мимо створа измерительной точки, количестве прошедших поездов каждого вида за регламентируемый временной интервал, а также измеренных эквивалентных уровнях звука за время прохождения поезда мимо створа измерительной точки для каждого из видов поездов и фоновых уровнях шума расчетным путем определены эквивалентные уровни звука, создаваемые потоком железнодорожного транспорта за регламентируемый временной интервал в базовой и опорных точках.

Гигиеническая оценка измеренного в опорной точке железнодорожного шума показала, что эквивалентные уровни звука ($L_{A0} = 61$ дБА) превышают индикаторный уровень (55 дБА). В обе стороны от опорной точки построена опорная линия вдоль всего оцениваемого участка на территории г. Фаниполя на расстоянии r_0 от ближайшего магистрального железнодорожного пути, которая в дальнейшем применялась для определения эквивалентных уровней звука в расчетной точке.

Для определения зон акустического дискомфорта вдоль оцениваемого участка железной дороги в пределах территории г. Фаниполя, по формуле 1 проведен расчет распространения шума вглубь данного населенного пункта по кратчайшему расстоянию от ближайшего магистрального железнодорожного пути, составившему от 12 м до 190 м, и определены значения эквивалентных уровней звука в расчетных точках L_{AT} расположенных на территории, непосредственно прилегающей к зданиям первого эшелона застройки со стороны железной дороги. Проведенные расчеты показали, что эквивалентные уровни звука железнодорожного шума в расчетных точках с соответствующими координатами составили от 57,1 дБА до 69,1 дБА.

На основании перечня жилых зданий, входящих в установленную зону акустического дискомфорта, статистических данных о численности населения и информации организаций жилищно-коммунального хозяйства г. Фаниполя определено количество населения, проживающего в данной зоне (таблица 1).

Таблица 1 – Количество населения, подверженного действию транспортного шума различного уровня

Источники шума	Население, тыс. чел., проживающее на территории жилой застройки с эквивалентным уровнем звука L_{Aeq} , дБА				
	55–59	60–64	65–69	70–74	75 и выше
Республиканская автомобильная дорога (Р1)	0,4	3,1	-	-	-
Железнодорожные пути по направлению Минск – Дзержинск	0,7	0,6	0,002	-	-

Результаты исследования показали, что республиканские автомобильные дороги и железнодорожные пути общего пользования, прилегающие к границам жилой застройки г. Фаниполя, в настоящее время оказывают шумовое воздействие на территории жилой застройки данного населенного пункта, формируя зоны акустического дискомфорта. Установлено, что глубина распространения акустического воздействия, оцениваемого по эквивалентным уровням звука, и количество населения, подверженного действию транспортного шума от республиканской автомобильной дороги Р1 больше по сравнению с железнодорожной магистралью. При этом в г. Фаниполе железнодорожным транспортом сформирована зона акустического дискомфорта с эквивалентным уровнем звука 65–69 дБА, что обусловлено близким расположением ряда жилых домов к железной дороге.

На основе проведенных исследований были апробированы порядок сбора и обработки информации для построения сети мониторинга транспортного шума на границах населенных пунктов, алгоритм определения эквивалентных уровней звука транспортного шума в расчетных точках, подходы к картографированию транспортного шума, определению количества населения, подверженного неблагоприятному воздействию транспортного шума на территориях жилой застройки, прилегающих к железнодорожным путям и республиканским автомобильным дорогам, формализованных в инструкции по применению № 023-1124 «Метод гигиенической оценки транспортного шума в границах населенных пунктов при эксплуатации железнодорожных путей и автомобильных дорог общего пользования», утвержденной заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 16 декабря 2024 г. Внедрение и применение данного методического документа в практике государственного санитарного надзора республики позволит накапливать информацию, необходимую для реализации эффективных мероприятий, направленных на снижение шумовой нагрузки, обусловленной транспортом, на население.

Литература

1. Environmental noise guidelines for the European Region / World Health Org. Regional office for Europe. – Copenhagen : WHO, 2018. – 160 p.
2. Нечай, С. В. О некоторых аспектах контроля за уровнем шума в жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки / С. В. Нечай, Е. Ф. Каминская, Л. Л. Ковалева // Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь : история, актуальные проблемы на современном этапе и перспективы развития : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда», посвящ. 90-летию сан.-эпидемиол. службы Респ. Беларусь, 28 окт. 2016 г., Минск : в 2 т. ; редкол. : Н. П. Жукова [и др.]. – Минск : БГМУ, 2016. – Т. 2. – С. 9–11.
3. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев : учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт. 2001. – 246 с.
4. Комплексный подход к формированию благоприятной акустической обстановки городских территорий, обусловленной воздействием транспорта / И. В. Арбузов, И. В. Соловьева, А. Ю. Баслык, А. В. Кравцов // Здоровье и окружающая среда : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., г. Минск, 19–20 нояб. 2020 г. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик [и др.]. – Минск, 2021. – С. 3–7.
5. Планировка и застройка населенных пунктов = Планіроўка і забудова населеных пунктаў : СН 3.01.03–2020. – Введ. 30.05.2021. – Минск : Минстроярхитектуры, 2023. – 58 с.

Поступила 30.09.2025

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСЕРВАНТОВ В ПИЩЕВОЙ И КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Андреевская Е. В., chf@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В современном производстве пищевых и косметических продуктов широкое применение находят консервирующие антимикробные и противогрибковые вещества. Применение консервантов позволяет в существенной степени увеличить сроки хранения и реализации продукции. В качестве консервирующих веществ широко используются сорбиновая, бензойная и салициловая кислоты, а также пара-гидроксibenзойная кислота и ее сложные эфиры – парабены.

На сегодняшний день проведено множество исследований, доказывающих, что чрезмерное поступление консервантов из пищевой и косметической продукции в организм человека может привести к различным нежелательным последствиям, наиболее распространенным из которых является развитие аллергической реакции. Существуют и специфические для конкретных консервирующих веществ последствия. Например, экспериментальные данные показывают, что парабены могут оказывать цитотоксический и канцерогенный эффект на ткани организма человека [1].

Из-за риска возможного неблагоприятного воздействия консервантов на организм человека их содержание в потребительских товарах, в том числе пищевой и косметической продукции, строго регулируется во всем мире. В государствах – членах Евразийского экономического союза в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями максимально допустимое содержание сорбиновой, бензойной и салициловой кислоты, пара-гидроксibenзойной кислоты и парабенов в пищевой продукции нормируется согласно ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (далее – ТР ТС 029/2012). Максимальное содержание консервантов в косметической продукции нормируется согласно ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» (далее – ТР ТС 009/2011).

В соответствии с вышеуказанными нормативными документами, содержание бензойной кислоты и ее солей в пищевой продукции в пересчете на бензойную кислоту, а также сорбиновой кислоты и ее солей в пересчете на сорбиновую кислоту не должно превышать 0,5–2,0 г/кг в зависимости от исследуемого продукта и присутствия в комбинации с другими консервантами. Максимально допустимый уровень содержания парабенов в пересчете на бензойную кислоту в различной пищевой продукции составляет от 300 мг/кг до 1 г/кг. В косметической продукции максимально допустимый уровень содержания для

салициловой кислоты составляет 0,5–3,0 %, для бензойной кислоты – 0,5–2,5 %, для сорбиновой кислоты – 0,6 %, для парабенатов – до 0,8 % в суммарной концентрации, до 0,4 % в индивидуальной концентрации (в пересчете на пара-гидроксibenзойную кислоту) [2, 3].

Отсутствие аттестованных методик определения пара-гидроксibenзойной кислоты и ее сложных эфиров в пищевой и косметической продукции не позволяло контролировать содержание данных консервантов в указанной продукции.

Исходя из вышеизложенного, целью данного исследования являлась разработка методик анализа, позволяющих эффективно и селективно проводить одновременное определение количественного содержания консервантов пара-гидроксibenзойной кислоты и ее сложных эфиров, сорбиновой, бензойной и салициловой кислоты в пищевой и косметической продукции, так как вышеперечисленные кислоты являются широко используемыми консервирующими веществами, имеют схожую структуру и спектральные характеристики и могут оказывать интерферирующее влияние на детекцию парабенатов.

Для достижения селективности определения консервантов сорбиновой, бензойной и салициловой кислоты, а также пара-гидроксibenзойной кислоты и ее сложных эфиров, изучены их спектральные характеристики, определены длины волн, при которых данные соединения имеют максимумы абсорбции.

Установлено, что оптимальная длина волны детектирования для парабенатов, сорбиновой кислоты и пара-гидроксibenзойной кислоты составляет 254 нм. Для количественного определения бензойной кислоты и салициловой кислоты детектирование следует проводить при 235 нм.

На специфичность количественного определения консервантов большое влияние оказывает разработка оптимальных условий экстракции, а также выбор наиболее подходящих условий хроматографического анализа.

Для достижения оптимальной чувствительности методики определения парабенатов (метилпарабен, этилпарабен, пропилпарабен, изо-пропилпарабен, бутилпарабен, изо-бутилпарабен, бензилпарабен, пентилпарабен, фенилпарабен) и пара-гидроксibenзойной кислоты, а также сорбиновой, бензойной и салициловой кислоты, изучено их удерживание и величина отклика на обращеннофазных колонках Zobax RX C8 (250 × 4,6 мм, зернение 5 микрон), Zobax SB Aq (250 × 4,6 мм, зернение 5 микрон), Zobax Eclipse XDB C18 (150 × 4,6 мм, зернение 5 микрон), Zobax Eclipse XDB Phenil (250 × 3 мм, зернение 5 микрон). Оптимальное разделение сигналов аналитов достигнуто при использовании обращеннофазной хроматографической колонки Zobax Eclipse XDB Phenil (250 × 3 мм, зернение 5 микрон). Адсорбент данной колонки содержит фенильные группы, что позволяет за счет межмолекулярного взаимодействия с аналитами, большинство из которых также содержит фенильную группу, добиться наилучшего разделения всех анализируемых веществ.

В ходе исследования было изучено влияние состава и pH хроматографической подвижной фазы на параметры удерживания консервантов. Исследовалась возможность использования в качестве компонента подвижной фазы ацетатного буферного раствора с pH 2,2; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 (0,05 М раствор ацетата аммония, pH регулировали с помощью раствора уксусной кислоты); фосфатного буферного раствора с pH 2,2; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 (0,05 М раствор калия фосфорнокислого однозамещенного, pH регулировали с помощью раствора фосфорной кислоты). В качестве органического компонента подвижной фазы была исследована возможность использования ацетонитрила и метанола.

Установлено, что изменение pH подвижной фазы не оказывает влияния на удерживание эфиров парагидроксibenзойной кислоты. Парабены в указанном диапазоне pH буферного раствора находятся в молекулярной форме, хорошо удерживаются на неполярной стационарной фазе колонки. Изменение pH буферного раствора оказывает значительное влияние на удерживание пара-гидроксibenзойной, бензойной, салициловой и сорбиновой кислот, при pH > 3 они частично или полностью депротонируются и соответственно удерживание их ухудшается. Таким образом, установлено, что оптимальное разделение вышеперечисленных аналитов достигается при pH буферного раствора 2,2–2,3. При этом предпочтительнее использовать фосфатный буферный раствор, так как при использовании ацетатного буферного раствора наблюдается дрейф базовой линии. Оптимальным органическим компонентом подвижной фазы является ацетонитрил.

Таким образом, в качестве подвижной фазы для определения парагидроксibenзойной кислоты и парабенатов, а также сорбиновой, бензойной и салициловой кислот, оптимальным является использование смеси фосфатного буферного раствора с pH 2,2–2,3 и ацетонитрила в режиме градиентной подачи подвижной фазы.

На рисунке 1 представлена хроматограмма, полученная при анализе консервов мясных для детского питания с внесением 11 консервантов в количестве 25 мг/кг каждого (экстрагент – метанол).

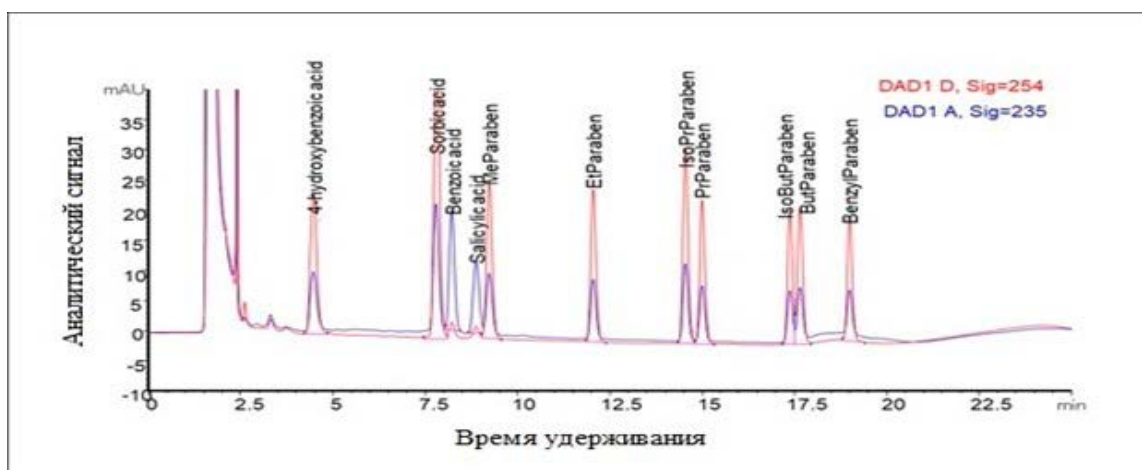


Рисунок 1 – Хроматограмма, полученная при анализе консервов мясных для детского питания с внесением 11 консервантов в количестве 25 мг/кг каждого (экстрагент: метанол)

Для установления оптимальных условий подготовки пробы изучены условия экстракции пара-гидроксибензойной кислоты, ее сложных эфиров парабенов, сорбиновой, бензойной и салициловой кислот из пищевой и косметической продукции. Для этих целей в пробы пищевой и косметической продукции, не содержащие анализируемые консерванты, были внесены стандартные растворы вышеуказанных консервантов в точной известной концентрации. В качестве экстрагентов использовали дистиллированную воду, водно-метанольные и водно-этанольные растворы с различным содержанием водной и органических фаз, метанол, изоамиловый спирт, этанол, хлороформ, гексан.

В ходе определения оптимальных параметров экстракции были исследованы константы распределения пара-гидроксибензойной кислоты и парабенов в экстракционных системах вода – изоамиловый спирт, вода – хлороформ и вода – н-гексан.

Для всех исследованных экстракционных систем логарифмы констант распределения $\lg P_{\text{эксп}}$ выстраиваются в следующий ряд, не зависящий от природы растворителя: пара-гидроксибензойная кислота < метилпарабен < этилпарабен < пропилпарабен < изо-пропилпарабен < бензилпарабен < фенилпарабен < бутилпарабен < изо-бутилпарабен < пентилпарабен. Логарифм константы распределения для пара-гидроксибензойной кислоты значительно меньше, чем для ее сложных эфиров, что обусловлено большей гидрофильностью молекулы кислоты за счет наличия карбоксильной группы.

Последовательное увеличение значений логарифмов констант распределения в гомологическом ряду эфиров пара-гидроксибензойной кислоты обусловлено удлинением алкильного заместителя и соответствующим увеличением степени гидрофобности боковой цепи сложноэфирной группы, связанной с бензольным кольцом. Более высокое значение логарифмов констант распределения для изо-пропилпарабена и изо-бутилпарабена, чем для пропилпарабена и бутилпарабена, обусловлено стерическим эффектом более разветвленных алкильных заместителей, что делает молекулы менее склонными к гидратации. Меньшее значение логарифмов констант распределения для бензилпарабена и фенилпарабена, чем для бутилпарабена, изо-бутилпарабена и пентилпарабена, обусловлено наличием дополнительной бензильной и фенильной группы в структуре бензилпарабена и фенилпарабена, что делает их молекулы более полярными, несмотря на большее количество атомов углерода в боковой цепи. Бензилпарабен и фенилпарабен имеют близкие значения логарифмов констант распределения, несмотря на то что бензилпарабен содержит в своей структуре дополнительную метиленовую группу. Это обусловлено эффектом сопряжения фенильной и сложноэфирной групп, приводящим к падению плотности отрицательного заряда на сложноэфирной группе и ослаблению ее гидратации.

Величины $\lg P_{\text{эксп}}$ для пара-гидроксибензойной кислоты и парабенов растут в ряду н-гексан < хлороформ < изоамиловый спирт, что соответствует увеличению полярности органических растворителей.

На рисунке 2 представлены графики зависимости десятичных логарифмов констант распределения $\lg P_{\text{эксп}}$ эфиров пара-гидроксибензойной кислоты с неразветвленным алифатическим алкильным заместителем в боковой цепи сложноэфирной группы от количества атомов углерода в цепи для исследованных экстракционных систем.

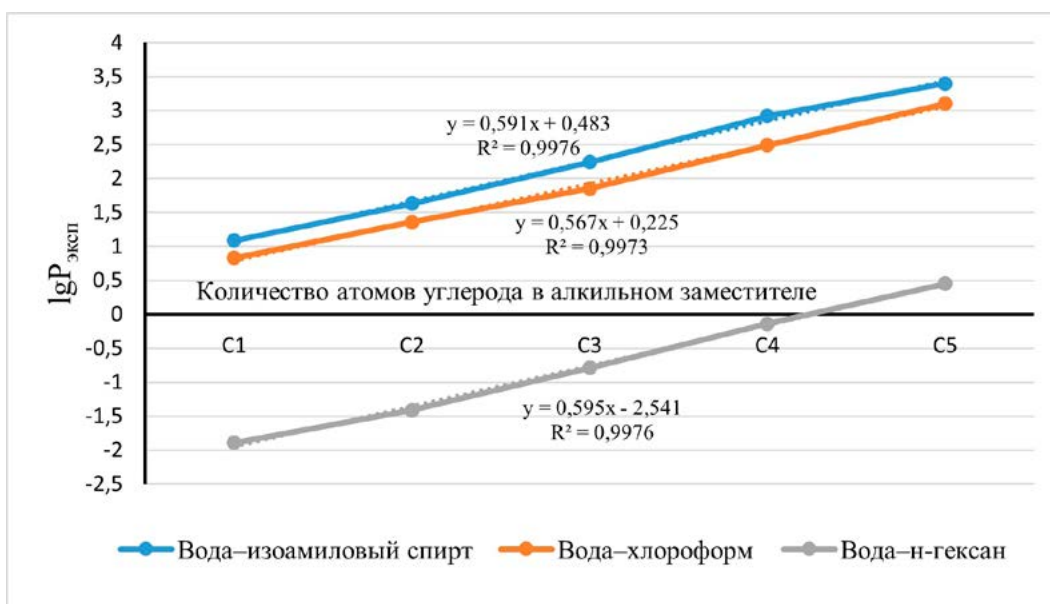


Рисунок 2 – Зависимость $\lg P_{\text{эксп}}$ парабенов с неразветвленным алифатическим алкильным заместителем в боковой цепи сложнэфирной группы от количества атомов углерода для экстракционных систем вода – изоамиловый спирт, вода – хлороформ и вода – н-гексан

Коэффициент наклона для каждой прямой равен 0,6, что соответствует значению инкремента метиленовой группы. Инкремент метиленовой группы – инкремент логарифма константы распределения, обусловленный введением метиленовой группы [4]. Таким образом, принцип аддитивности хорошо работает для всех неразветвленных алкил-замещенных эфиров пара-гидроксибензойной кислоты при определении констант распределения во всех исследованных экстракционных системах.

Установлено, что в ходе экстракции анализов при помощи дистиллированной воды хорошо извлекаются гидрофильные соединения, такие как пара-гидроксибензойная, сорбиновая, бензойная и салициловая кислоты. Для экстракции менее гидрофильных соединений, таких как эфиры пара-гидроксибензойной кислоты, данный экстрагент является малоэффективным. При увеличении содержания менее полярного экстрагента (метанола) в водной фазе экстрагирующая сила смеси в отношении парабенов увеличивается, причем полное извлечение указанных консервантов из пищевой и косметической матрицы достигается при использовании чистого метанола. Этанол характеризуется более низкой степенью извлечения вышеуказанных анализов, чем метанол и изоамиловый спирт, но большей, чем хлороформ и гексан.

На основании проведенных исследований для одновременной экстракции анализов из пищевой и косметической продукции предпочтительнее использовать метанол или изоамиловый спирт. Данные растворители обладают гидрофобными и гидрофильными свойствами и хорошо извлекают целевые анализы из матриц сложного состава.

Таким образом, анализ целевых веществ проводится путем извлечения консервантов из пробы метанолом, очистки экстракта с помощью реактивов Карреза I (очистка от белков, пигментов, каротиноидов), Карреза II (очистка от сахаров, крахмала), центрифугирования и последующего количественного определения методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодноматричным детектированием при длинах волн 254 нм для парабенов, сорбиновой кислоты и пара-гидроксибензойной кислоты и 235 нм для бензойной кислоты и салициловой кислоты.

Диапазон измерений массовых долей пара-гидроксибензойной кислоты, ее сложных эфиров парабенов, салициловой кислоты в пищевой продукции составил от 10,0 до 1000,0 мг/кг (за исключением сорбиновой и бензойной кислот). Для сорбиновой и бензойной кислоты диапазон измерений составил от 10,0 до 3000,0 мг/кг. Диапазон измерений массовых долей пара-гидроксибензойной кислоты, ее сложных эфиров парабенов, сорбиновой, бензойной и салициловой кислоты в косметической продукции составил от 10,0 до 10 000,0 мг/кг.

На сегодняшний день с использованием разработанных методик проведено скрининговое исследование более 300 образцов пищевой и косметической продукции, реализуемой на территории Республики Беларусь.

Исследовано 100 образцов различных пищевых продуктов на содержание пара-гидроксибензойной кислоты, метилпарабена, этилпарабена, пропилпарабена, изопропилпарабена, бутилпарабена, изобутилпарабена, бензилпарабена, бензойной, салициловой и сорбиновой кислоты. Установлено, что количественное

содержание исследуемых консервантов в пищевой продукции не превышает допустимых пределов, предусмотренных ТР ТС 029/2012.

В ходе скринингового исследования косметической продукции было проанализировано содержание пара-гидроксибензойной кислоты, метилпарабена, этилпарабена, пропилпарабена, изопропилпарабена, бутилпарабена, изобутилпарабена, бензилпарабена, бензойной, салициловой и сорбиновой кислоты в 200 образцах косметической продукции. Установлено наличие парабенов в 62 образцах. В 60 образцах содержание парабенов не превысило предусмотренный ТР ТС 009/2011 норматив, который составляет 0,8 % в суммарной концентрации. В одном образце моделирующей сыворотки для контуров тела обнаружено превышение нормативного содержания парабенов, суммарная концентрация которых составила 1,0 %. Еще в одном образце косметического средства для детей выявлено содержание парабенов, равное 0,4 %, хотя информация о наличии данных консервантов не была вынесена на этикетку.

На основании проведенных исследований разработаны МВИ. МН 6323-2020 «Массовая концентрация консервантов в пищевой продукции. Методика выполнения измерений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии» и МВИ. МН 6324-2020 «Массовая концентрация консервантов в косметической продукции. Методика выполнения измерений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», позволяющие проводить одновременный анализ 11 консервантов. Все вышеперечисленные методики внедряются в практику учреждений государственного санитарного надзора, и их применение на практике позволяет повысить эффективность контроля безопасности пищевой и косметической продукции, реализуемой на территории Республики Беларусь.

Литература

1. Sony, M. G. Safety assessment of esters of p-hydroxybenzoic acid (parabens) / M. G. Sony, I. G. Carabin, G. A. Burdock // Food and Chemical Toxicology. – 2005. – Vol. 43, iss. 7. – P. 985–1015. – DOI: 10.1016/j.fct.2005.01.020.
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» : решение Совета Евраз. экон. комис. от 20 июля 2012 г. № 58 : в ред. от 29 авг. 2023 г. № 84 // *ilex* : информ. правовая система (дата обращения: 08.09.2025).
3. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 009/2011 «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» : решение Комис. Тамож. союза от 23 сент. 2011 г. № 799 : в ред. от 15 апр. 2022 г. № 64 // *ilex* : информ. правовая система (дата обращения: 08.09.2025).
4. Коренман, И. М. Экстракция в анализе органических веществ / И. М. Коренман. – М.: Химия, 1977. – 200 с.

Поступила 29.09.2025

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НЕФРОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ (НА ПРИМЕРЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ)

Батенева В. А., bateneva@ymrc.ru,
Шеломенцев И. Г., shelomencev@ymrc.ru,
Сахаутдинова Р. Р., sahautdinova@ymrc.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Медьсодержащие наночастицы, в т. ч. наночастицы оксида меди (далее – НЧ CuO), поступают в окружающую среду из различных источников, включая промышленное производство (электроника, аккумуляторы, полимерные материалы), сельское хозяйство (удобрения, пестициды) и медицину (противоопухолевые препараты, раневые покрытия). Особую опасность представляет их наличие в аэрозолях рабочих зон металлургических и химических предприятий. Токсические эффекты НЧ CuO обусловлены как уникальными свойствами НЧ, отвечающими за их высокую биореактивность, так и действием ионов меди, высвобождающихся при растворении НЧ в биологических средах [1]. В контексте общемировой тенденции к снижению химической нагрузки актуальной задачей является изучение воздействия малых доз НЧ CuO на выделительную систему.

Целью настоящего исследования являлась комплексная оценка нефротоксического действия относительно низких доз НЧ CuO при субхронической экспозиции, что представляет особый интерес с точки зрения потенциальных рисков длительного профессионального воздействия.

Суспензии НЧ CuO для исследования были получены методом лазерной абляции тонких медных листовых мишеней 99,99 % чистоты в деионизированной воде. Характеристика НЧ с использованием сканирующей электронной микроскопии и анализ распределения по размерам показали, что полученные частицы имели средний диаметр (21 ± 4) нм.

Эксперимент проводился на 24 аутбредных белых крысах-самцах линии Wistar массой 200–270 г в возрасте 3–4 месяцев, разделенных на 2 группы по 12 животных. Моделирование субхронической интоксикации осуществляли путем внутрибрюшинных инъекций 3 раза в неделю в течение 6 недель. Опытная группа получала суспензию НЧ CuO в дозе 2 мг/кг (объем 2 мл) и дополнительно 2 мл стерильной деионизированной воды, контрольная группа – 4 мл стерильной деионизированной воды. Общий протокол эксперимента соответствовал требованиям Р 1.2.3156-13 «Оценка токсичности и опасности химических веществ» и «International guiding principles for biomedical research involving animals» (CIOMS/ICLAS, 2012). Работа одобрена Локальным независимым этическим комитетом ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (протокол № 2 от 20 апреля 2021 г.).

По окончании эксперимента проводили отбор крови из хвостовой вены с последующим проведением анализа биохимических показателей сыворотки крови стандартными методами. Параллельно для комплексной оценки почечной функции осуществляли 24-часовой сбор мочи с последующим анализом параметров: концентрация креатинина, мочевой кислоты, мочевины и белка. Количественное определение биохимических показателей проводили на полуавтоматическом анализаторе мочи CLINITEK Status (Siemens Healthcare Diagnostics).

После умерщвления животных было проведено препарирование с визуальным осмотром внутренних органов. Абсолютную массу почек оценивали путем взвешивания органов на аналитических весах ($\pm 0,001$ г) с последующим расчетом отношения массы почки к массе тела.

Для оценки клеточного состава и признаков повреждения клеток был проведен цитологический анализ тканевых отпечатков. Для этого с поперечных срезов почек делались мазки-отпечатки, которые высушивались при комнатной температуре и окрашивались по Лейшману. Количественную оценку клеточного состава и морфологических признаков клеточного повреждения проводили с использованием светового микроскопа Carl Zeiss Primo Star, оснащенного системой цифровой визуализации USCMOS, при увеличениях $\times 100$ и $\times 1000$. Для каждого препарата анализировали не менее 200 клеток.

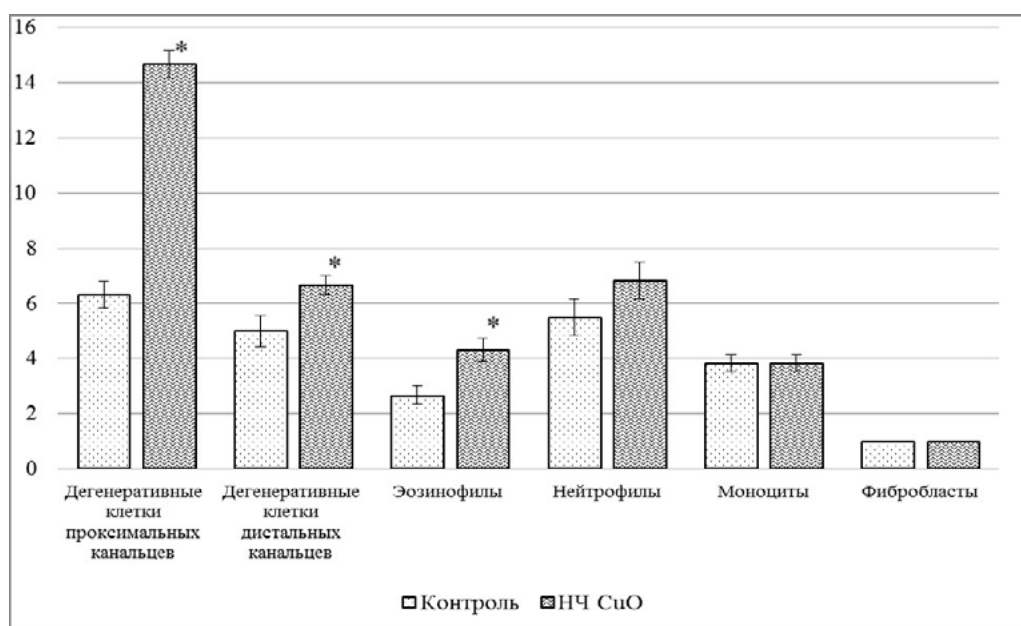
Гистологический анализ включал количественную оценку структурных изменений с применением морфометрической сетки Автандилова и специализированного программного обеспечения для анализа изображений [2]. Компьютерная обработка гистологических препаратов позволяла стандартизировать оценку степени повреждения почечной паренхимы.

На ультраструктурном уровне исследование проводили с помощью сканирующей трансмиссионной электронной микроскопии. Оценка состояния митохондрий осуществляли согласно классификации М. G. Sun и соавт. [3], учитывая следующие морфометрические параметры: плотность матрикса, сохранность крист, степень везикуляции. К нормальным относили митохондрии типа А (нормальные) и Б (нормально-везикулярные), в то время как типы В (везикулярные), Г (везикулярно-набухшие), Д (набухшие) считали патологически измененными.

Статистическая значимость межгрупповых различий средних значений всех полученных показателей оценивалась с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Проведенный морфометрический анализ не выявил статистически значимых изменений относительной массы почек у экспериментальных животных под воздействием НЧ CuO. Однако отсутствие изменений массы не исключает потенциальных функциональных и структурных нарушений, что подтверждается выявленными биохимическими и гистологическими изменениями.

В группе экспонированных животных отмечены изменения цитологических характеристик мазков-отпечатков почек – увеличение доли эозинофилов и числа дегенеративных клеток проксимальных и дистальных канальцев почек (рисунок 1). Важно подчеркнуть потенциальный вклад эозинофилов в патогенез почечного повреждения: опосредованный высвобождением эозинофильного катионного белка механизм включает повышение проницаемости клеточных мембран, нарушение ионного гомеостаза, вазоконстрикцию и микротромбоз перитубулярных капилляров, активацию провоспалительных цитокинов (IL-1 β , IL-6, TNF- α) и пролиферацию фибробластов, что в совокупности приводит к прогрессирующему нарушению микроциркуляции и развитию системного воспаления.



* отличия от контрольной группы ($p < 0,05$ по t-критерию Стьюдента)

Рисунок 1 – Доля клеток разных типов в мазках-отпечатках почек крыс, %

Помимо этого, при гистологической оценке почек отмечается выраженная потеря щеточной каемки канальцевого эпителия ($53,92 \pm 5,41$ % клеток в группе «НЧ CuO» в сравнении с $5,34 \pm 0,65$ в группе «Контроль», $p < 0,05$).

Анализ биохимических показателей мочи и сыворотки крови крыс, подвергшихся субхроническому воздействию НЧ CuO, демонстрирует комплекс изменений, указывающих на развитие умеренных нарушений почечной функции при сохранении общей фильтрационной способности. Отсутствие статистически значимых различий в уровне креатинина сыворотки крови и его экскреции с мочой свидетельствует о сохранной скорости клубочковой фильтрации. Однако выявленное снижение концентрации мочевины в моче ($141,94 \pm 14,81$ ммоль/л против $209,06 \pm 25,24$ ммоль/л в контроле) при одновременном уменьшении ее уровня в сыворотке ($3,77 \pm 0,52$ ммоль/л против $4,55 \pm 0,75$ ммоль/л в контроле) позволяет предположить нарушение канальцевой реабсорбции. Одновременное повышение уровня мочевой кислоты в сыворотке ($153,43 \pm 29,47$ мкмоль/л против $132,50 \pm 12,37$ мкмоль/л в контроле) на фоне снижения ее экскреции (мкмоль/л против $173,20 \pm 9,36$ мкмоль/л в контроле) может указывать на нарушение функции транспортных систем канальцевого эпителия вследствие цитотоксического действия меди и активацию пуринового обмена под влиянием НЧ [4]. Причем проксимальные канальцы повреждаются в большей степени, чем дистальные (рисунок 1).

Количественный морфометрический анализ электронно-микроскопических препаратов не выявил статистически значимых различий ($p > 0,05$) в распределении митохондрий по морфологическим типам между опытной и контрольной группами. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии выраженных ультраструктурных изменений в клетках почечных канальцев при субхроническом воздействии наночастиц оксида меди в использованной дозировке.

Полученные данные в совокупности свидетельствуют о развитии начальных проявлений дисфункции при отсутствии признаков острой нефротоксичности, что соответствует адаптационному характеру изменений и требует дальнейших исследований для оценки отдаленных последствий воздействия наночастиц оксида меди на почечную функцию.

Литература

1. Ameh, T. The potential exposure and hazards of copper nanoparticles: A review / T. Ameh, C. M. Sayes // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. – 2019. – Vol. 71. – Art. № 103220. – DOI: 10.1016/j.etap.2019.103220.
2. Кругликов, Г. Г. Особенности функциональной морфологии клеток на отпечатках органов, пленочных препаратах соединительной ткани и мазках крови / Г. Г. Кругликов, В. Б. Сулов, Л. М. Лихачева [и др.] // *Вестник Российского государственного медицинского университета*. – 2014. – Вып. 4. – С. 86–92.
3. Correlated three-dimensional light and electron microscopy reveals transformation of mitochondria during apoptosis / M. G. Sun, J. Williams, C. Munoz-Pinedo // *Nature Cell Biology*. – 2007. – Vol. 9. – P. 1057–1065. – DOI: 10.1038/ncb1630.

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

^{1,2}Журов В. В., vl.jurov@mail.ru,

¹Дремин А. И., dremmin@irioh.ru

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный социальный университет», г. Москва, Российская Федерация

Электрическое поле промышленной частоты является распространенным техногенным фактором, источниками которого служат воздушные линии электропередачи, трансформаторные подстанции и пр. В условиях урбанизации и высокой насыщенности жилой и производственной среды источниками электромагнитных излучений проблема оценки их биологического действия приобретает особую актуальность. Несмотря на существование санитарных норм, определяющих предельно допустимые уровни воздействия, остается открытым вопрос о возможных эффектах кратковременного воздействия, которые не всегда находят отражение в нормативной документации. Направления современных исследований биологического действия электрического поля промышленной частоты смещаются от длительного воздействия к кратковременному на клеточных моделях, что позволяет выявлять механизмы повреждения мембраны клеток и оценивать возможные потенциальные риски. Особый интерес представляют исследования резистентности мембран эритроцитов как чувствительного метода изучения функционального состояния системы крови при воздействии электрического поля промышленной частоты. Использование подобных моделей позволяет конкретизировать действие изучаемого фактора и объективно оценивать стойкость мембран эритроцитов в контролируемых условиях.

Целью данного исследования явилось определение влияния кратковременного воздействия электрического поля промышленной частоты в условиях *in vitro* на резистентность эритроцитов крови кролика.

Объектом исследования служила кровь одного кролика-самца в стандартном разведении физиологическим раствором. Забор крови проводился каждый день эксперимента. Суспензия эритроцитов разделялась на две группы: группа мнимого воздействия (без экспозиции) и группа истинной экспозиции (100 кВ/м), в каждой группе было по 5 образцов суспензии эритроцитов. Экспериментальное исследование проводилось при одобрении Локального этического комитета ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова» и соответствовало принципам биоэтики.

Каждый день экспозиция осуществлялась на новом образце суспензии эритроцитов. Экспозицию проводили в электрическом поле частотой 50 Гц с напряженностью 100 кВ/м в течение 4 часов. Пробирки с суспензией эритроцитов располагались в центральной зоне поля на диэлектрической подставке, что обеспечивало равномерное распределение напряженности электрического поля. Уровень напряженности электрического поля 100 кВ/м в четыре раза превышал максимальный предельно допустимый уровень согласно СанПиН 2.1.3685-21 [1].

Для оценки резистентности эритроцитов применялся метод кислотных эритрограмм по И. А. Терскову и И. И. Гительзону [2] в нашей модификации с использованием 0,004 М раствора HCl в качестве гемолитика. Полученную суспензию эритроцитов доводили до стандартной концентрации посредством фотометрирования в измерительной кювете. Оптическая плотность суспензии составляла 0,700. Специальной пипеткой из кюветы отбиралось 9 мл стандартной суспензии эритроцитов, а излишек убирался при помощи водоструйного насоса, затем порция взятой суспензии возвращалась в кювету. После этого в кювету быстро вводилось 9 мл гемолитика и проводилась регистрация кривых эритрограмм. Фотометрическая регистрация кинетики гемолиза проводилась в термостатируемой кювете при температуре $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ красно-желтым светофильтром при длине волны 610 нм. Регистрация гемолиза эритроцитов происходила с помощью фотоэлектрического калориметра-нефелометра ФЭК-Н-57. Регистрировалась кинетическая зависимость процесса гемолиза от времени в виде S-образной интегральной кривой, форма которой отражает суммарное

изменение величины светорассеяния во времени. В процессе гемолиза скорость распада эритроцитов достигает максимального значения примерно в середине кривой. При дифференцировании сигнала интегральной кривой, т. е. зависимости dT/dt , в области максимальной скорости гемолиза эритроцитов появляется глобальный максимум. Кинетический метод регистрации процесса разрушения эритроцитов позволяет оценить латентный период гемолиза, общее время гемолиза, собственное время гемолиза, время половинного гемолиза и максимальную скорость гемолиза эритроцитов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием теста Шапиро – Уилка для проверки нормальности распределения. Различия между группами оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Все расчеты выполняли с использованием программного обеспечения RStudio (Posit PBC, США).

Полученные данные свидетельствуют об увеличении общего времени гемолиза эритроцитов после экспозиции по сравнению с группой мнимого воздействия. Обнаруженный в экспериментах эффект показал, что при кратковременном воздействии электрического поля промышленной частоты стойкость мембран эритроцитов возрастала, что проявлялось в замедленном разрушении клеток под действием гемолитика (таблица 1).

Таблица 1 – Средние значения показателей эритрограмм

Группа	Общее время гемолиза, мин	Латентный период гемолиза, мин	Собственное время гемолиза, мин	Время 50 % гемолиза, мин	Время максимальной скорости гемолиза, мин	Максимальная скорость гемолиза, %
Мнимое воздействие	5,46 ± 0,18	1,98 ± 0,17	3,48 ± 0,19	4,00 ± 0,06	4,33 ± 0,08	22,3 ± 1,6
Истинная экспозиция	6,26 ± 0,16*	2,19 ± 0,14	4,07 ± 0,29	4,36 ± 0,03**	4,64 ± 0,13	15,6 ± 1,1*
* p < 0,05; ** p < 0,01						

Во всех основных показателях эритрограмм отмечается тенденция к их изменению в сторону увеличения времени гемолиза при воздействии электрического поля. Наиболее выраженные различия выявлены по общему времени гемолиза, которое в опытной группе достоверно выше, чем в группе мнимого воздействия ($p < 0,05$). Увеличение латентного периода и собственного времени гемолиза носит менее выраженный характер, однако отражает формирование дополнительной задержки в начале процесса лизиса клеток. Стоит отметить, что показатель максимальной скорости гемолиза в опытной группе оказался ниже ($p < 0,05$), что свидетельствует о замедленном течении разрушения клеточных мембран. Особый интерес представляет изменение времени 50 % гемолиза, достоверно отличавшееся от значений группы мнимого воздействия ($p < 0,01$). Этот показатель наиболее объективно характеризует устойчивость мембран к повреждению и подтверждает, что воздействие электрического поля индуцирует усиление резистентности мембраны эритроцитов. Снижение максимальной скорости гемолиза при одновременном удлинении временных параметров отражает не только компенсаторные реакции клеточных структур на действие фактора, но стабилизацию внутриклеточных структур (стромы), задействованных в процессе кислотного гемолиза эритроцитов через гемоглобин, что обеспечивает дополнительную защиту от лизиса в условиях экспериментальной экспозиции.

Повышение времени гемолиза эритроцитов при воздействии электрического поля напряженностью 100 кВ/м может быть обусловлено изменением резистентности мембраны, что способствует ее относительной стабилизации и замедлению процессов клеточного лизиса. Полученные результаты отличаются от данных в некоторых экспериментальных исследованиях, где наиболее часто отмечается снижение резистентности мембран эритроцитов при воздействии 50 Гц электрического поля. Однако в ряде исследований, в том числе S. Elmas et al. [3], показано, что при экспозиции *in vitro* в электромагнитном поле частотой 50 Гц на протяжении 35 дней осмотическая стойкость эритроцитов к раствору NaCl с концентрациями от 0,3 % до 0,6 % повышалась по сравнению с мнимым воздействием, что интерпретируется авторами как продление «жизненного цикла» эритроцитов. Вероятно, в условиях подобного воздействия кратковременные компенсаторные реакции обеспечивают стабилизацию клеточных мембран, что и отражается в увеличении общего времени гемолиза. Работа S. Elmas et al. рассматривается как частично смежная с нашей, а не как прямое подтверждение наших результатов, так как по данным их исследования экспозиция продолжалась 35 дней, а в нашем исследовании рассматривается острое 4-часовое воздействие, но она показывает, что некоторые режимы электромагнитного поля не обязательно могут оказывать негативное влияние на эритроциты.

Проведенное исследование показало, что кратковременное воздействие электрического поля промышленной частоты напряженностью 100 кВ/м в условиях *in vitro* способствует увеличению общего времени

гемолиза эритроцитов. Полученные результаты свидетельствуют о повышении мембранной резистентности в ответ на кратковременное воздействие электрического поля, что требует дальнейшего изучения механизмов этого фактора в экспериментальных условиях.

Следует подчеркнуть, что выявленное повышение стойкости мембран эритроцитов при кратковременных воздействиях фактора способно обеспечивать временную стабилизацию липидного бислоя и белковых структур мембраны, однако в условиях более длительного воздействия подобные процессы могут переходить в стадию дестабилизации. Обнаруженный эффект не должен трактоваться однозначно как исключительно положительный и требует анализа в динамике с учетом продолжительности и интенсивности воздействия.

Литература

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 2 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 20.09.2024).
2. Терсков, И. А. Метод химических (кислотных) эритрограмм / И. А. Терсков, И. И. Гительзон // Биофизика. – 1957. – Т. 11, Вып. 2. – С. 259–266.
3. Elmas, S. Investigation of the effects of 50 Hz electromagnetic field on the lifespan of the red blood cells *in vitro* / S. Elmas, O. Elmas, A. Zeybek // European Journal of Biological Research. – 2021. – Vol. 11, № 2. – P. 177–188. – DOI: 10.5281/zenodo.4447339.

Поступила 30.09.2025

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ БИОМОНИТОРИНГА ПО ОЦЕНКЕ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ К СВИНЦУ У РОЖЕНИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

Иода В. И., *ecoltox@rspch.by*,
Юркевич Е. С., к. м. н., *ecoltox@rspch.by*,
Грынчак В. А., к. м. н., доцент, *ecoltox@rspch.by*,
Дребенкова И. В., к. т. н., *spectrometric@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Свинец признан Всемирной организацией здравоохранения (далее – ВОЗ) одним из десяти наиболее опасных химических веществ, представляющих угрозу для здоровья населения, в особенности для детей и женщин репродуктивного возраста. Его способность проникать через плацентарный барьер и накапливаться в организме плода делает пренатальную экспозицию критически важным объектом исследований. Неврологические и поведенческие эффекты воздействия свинца, даже при низких уровнях, считаются необратимыми, при этом безопасная концентрация в крови в настоящее время не установлена [1].

Биомониторинг человека (далее – БМЧ) является ключевым инструментом для оценки внутренней дозы химических веществ и выявления рисков для здоровья уязвимых групп населения, в том числе беременных женщин [2]. В Республике Беларусь стандартизованные подходы БМЧ внедрены фрагментарно, в основном для производственного контроля. Пилотные исследования, инициированные в рамках государственных программ, направлены на создание методологической базы и получение первых репрезентативных данных для уязвимых групп населения.

Настоящее исследование, являясь следующим этапом после анализа когорты г. Минска, направлено на сравнительную оценку пренатальной экспозиции к свинцу у рожениц из регионов с различной антропогенной нагрузкой, что определило его актуальность и научно-практическую значимость.

Целью работы являлось проведение предварительного сравнительного анализа уровня пренатальной экспозиции к свинцу у рожениц, постоянно проживающих на территориях с различной антропогенной нагрузкой, на основе определения биомаркера экспозиции в пуповинной крови с использованием стандартизированной методологии БМЧ.

Дизайн исследования соответствовал принципам поперечного (одномоментного) исследования. В него были включены пациентки из двух акушерских стационаров: Родильный дом УЗ «5-я городская

клиническая больница» (г. Минск) и УЗ «Березовская центральная районная больница» (г. Береза). Сбор данных и биоматериалов осуществлялся в период с декабря 2024 по март 2025 г. Критерии включения в исследование: возраст матери ≥ 18 лет, проживание на территории обслуживания роддома не менее 3 лет, рождение живого ребенка, информированное добровольное согласие.

Объем сформированных выборок составил 120 пациенток из г. Минска и 30 пациенток из г. Береза. Неравный объем выборок отражает реальную разницу в количестве рожениц и численности обслуживаемого населения. Для минимизации потенциальной систематической ошибки использовалась единая стандартизованная методология, разработанная в соответствии с рекомендациями ВОЗ по проведению биомониторинговых исследований [3].

Программа исследования включала: анкетирование – заполнение структурированного опросника, включавшего блоки вопросов о социально-демографическом статусе, условиях труда, характеристике места жительства (наличие промышленных предприятий, тип отопления), образе жизни (включая курение) и пищевых привычках во время беременности; забор биоматериала – пуповинная кровь собиралась в вакутейнеры с K2 ЭДТА по унифицированному протоколу, замораживалась при -20°C и транспортировалась в аккредитованную лабораторию научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

Аналитические исследования отобранных проб пуповинной крови проводились с использованием метода атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией в соответствии со стандартной операционной процедурой. Согласно валидированной методике, нижняя граница диапазона измерений (далее – LOQ), подтвержденная в ходе валидации, составляла 5 мкг/дл. Данный уровень установлен как гарантированно достижимый предел точного количественного определения в рамках рутинной аналитической практики.

Вместе с тем в ходе проведения измерений аналитический прибор (спектрометр Agilent AA 240Z) обеспечивал устойчивый сигнал и для более низких концентраций. Фактический предел обнаружения (далее – LOD) методики, оцениваемый по сигналу, в 3 раза превышающему шум холостой пробы, составлял приблизительно 0,01 мкг/дл. Все значения, полученные в интервале между LOD ($\sim 0,01$ мкг/дл) и LOQ (5 мкг/дл), рассматриваются как обнаруженные, но не подлежащие строгой количественной интерпретации [1, 2].

Учитывая, что все полученные в исследовании результаты находились значительно ниже установленного LOQ, но многие – выше расчетного LOD, для целей статистического анализа и сравнительной оценки групп было принято решение использовать фактические численные значения, выдаваемые прибором. Данный подход считается стандартным в научной практике. Он позволяет работать с данными, где некоторые измерения находятся ниже порога точного определения, что часто встречается в биомониторинге [2], и позволяет проводить более тонкий сравнительный анализ между группами, не теряя информацию о наличии следовых количеств определяемого вещества. Все значения ниже расчетного LOD ($< 0,01$ мкг/дл) для статистического анализа были условно приравнены к концентрации 0,005 мкг/дл ($1/2$ LOD).

В связи с неравным размером выборок и отклонением распределения количественных показателей от нормального (оценка по критерию Шапиро – Уилка и Q-Q plot) для сравнения групп применялся непараметрический критерий Манна – Уитни. Для оценки различий в долях обнаружимых значений использовался точный критерий Фишера. Для оценки силы связи и поправки на возраст применялась логистическая регрессия. Данные представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха [Q1; Q3], а также арифметического (AM) и геометрического (GM) средних. Статистическая обработка данных проводилась с использованием свободно распространяемого программного обеспечения R (версия 4.3.1, R Foundation for Statistical Computing).

Исследование выполнено в рамках задания 04.11 «Разработать метод гигиенической оценки уровней воздействия свинца на население на основании определения биомаркера экспозиции в крови» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» на 2021–2025 годы (№ гос. регистрации 20231664 от 23.03.2023).

Сравнительный анализ данных биомониторинга позволил выявить статистически значимые различия в уровне пренатальной экспозиции к свинцу между двумя сравниваемыми когортами, что свидетельствует о существенном влиянии региональных особенностей антропогенной нагрузки на уровень пренатальной экспозиции.

Первым и наиболее репрезентативным индикатором, демонстрирующим различие в экспозиции, явился анализ долей проб, в которых концентрация свинца превышала LOD методики. Установлено, что в когорте из г. Береза доля таких проб составила 66,7 % (20/30), что в 4,4 раза превышает аналогичный показатель в группе г. Минска – 15,0 % (18/120) ($p < 0,001$). Высокая статистическая значимость подтверждает неслучайный характер наблюдаемого феномена. Разделение на возрастные группы (≤ 30 лет и > 30 лет) не устранило выявленные различия, а подтвердило универсальность закономерности для разных репродуктивных периодов. Так, среди женщин младше 30 лет доля обнаружимых количественных значений в группе г. Береза была выше в 8,7 раза (71,4 % в сравнении с 8,2 % в группе г. Минска, $p < 0,001$), а в группе

старше 30 лет – в 2,45 раза (62,5 % в сравнении с 25,5 % в группе г. Минска, $p = 0,018$). Это позволяет утверждать, что фактор территории проживания является доминирующим в формировании уровня фоновой нагрузки, перекрывающим потенциальные возрастные различия в метаболизме или кумуляции свинца.

Для оценки силы влияния территории проживания с поправкой на возраст был применен регрессионный анализ. Результаты показали, что проживание в г. Береза ассоциировалось с достоверным увеличением шансов на обнаружение свинца в 12,1 раза независимо от возраста женщины. Отсутствие значимого взаимодействия между факторами ($p = 0,45$) подтверждает, что выявленный эффект является самостоятельным и проявляется одинаково в разных возрастных группах (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение долей обнаружимых значений свинца в пуповинной крови

Группа	Общее число проб	Число проб > LOD	Доля > LOD, %	p-value (точный тест Фишера)
Все возраста				
г. Минск	120	18	15,0	< 0,001
г. Береза	30	20	66,7	
Возраст ≤ 30 лет				
г. Минск	73	6	8,2	< 0,001
г. Береза	14	10	71,4	
Возраст > 30 лет				
г. Минск	47	12	25,5	0,018
г. Береза	16	10	62,5	

Анализ основных статистических показателей – медианы (P50) и 95-го перцентиля (P95) – предоставляет более детальную картину экспозиции. В когорте г. Минска медианные значения концентрации свинца во всех возрастных группах находились на уровне $\frac{1}{2}$ предела обнаружения методики (0,005 мкг/дл). Данный факт свидетельствует о том, что для большинства представительниц данной выборки экспозиция к свинцу является минимальной и нерегистрируемой на уровне текущей аналитической чувствительности, что характерно для фоновых уровней в популяциях, не подверженных специфическому профессиональному или бытовому воздействию [4].

Напротив, в когорте г. Береза распределение концентраций было сдвинуто в сторону более высоких значений. Особенно показательными являются данные по группам 23–27 лет ($P50 = 0,3000$ мкг/дл) и 33–37 лет ($P50 = 0,2300$ мкг/дл). То есть у половины обследованных женщин этих возрастных групп концентрация свинца в пуповинной крови была как минимум на два порядка выше, чем в основной массе проб из Минска. Еще более значительная разница наблюдается при анализе 95-го перцентиля, который в современных научных исследованиях используется в качестве верхней границы референтного интервала и ориентира для оценки риска для здоровья наиболее чувствительной подгруппы популяции (рисунок 1). В группе 33–37 лет из г. Береза значение P95 достигло 1,8300 мкг/дл, что в 7,6 раза превышает аналогичный показатель для минской когорты (0,2400 мкг/дл). Полученные значения, оставаясь ниже уровней, вызывающих клинические симптомы отравления, находятся в диапазоне, который, по данным ВОЗ, уже может быть связан с субклиническими неврологическими эффектами у плода и ребенка [1].

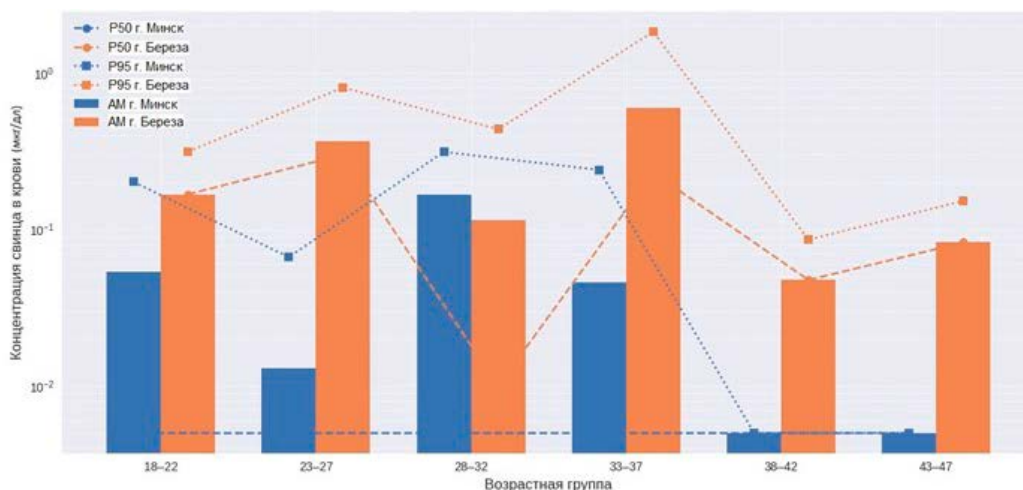


Рисунок 1 – Сравнение медианных значений и 95-го перцентиля концентрации свинца в пуповинной крови в различных возрастных группах

Предварительный качественный анализ данных анкетирования позволяет сформулировать гипотезы, объясняющие выявленные межгрупповые различия. В анкетах респондентов из г. Береза статистически чаще фиксировались указания на проживание в непосредственной близости от промышленных зон, а также на использование твердых видов топлива (уголь, дрова) для отопления жилых помещений в холодный период года. Оба этих фактора известны как значимые источники поступления свинца в окружающую среду и, соответственно, в организм человека [1]. В то же время, не выявлено достоверных различий в основных поведенческих факторах (таких как курение или пищевые привычки), которые могли бы быть альтернативным объяснением наблюдаемой разницы в уровнях биомаркера.

Полученные результаты хорошо встраиваются в существующую парадигму о том, что локальные промышленные выбросы и особенности бытовых условий являются ключевыми детерминантами уровня экспозиции к тяжелым металлам для населения [2]. Примененная в работе стандартизованная методология, аналогичная подходу, успешно апробированному для оценки пренатальной экспозиции к ртути [5], продемонстрировала свою высокую чувствительность и информативность для выявления химической нагрузки даже на сравнительно малых по объему выборках.

Ограничением настоящего этапа исследования является диспропорция в объемах сравниваемых когорт, что было компенсировано применением регрессионного анализа и непараметрических статистических критериев, устойчивых к неравномерному распределению данных. Накопление дополнительного массива данных на последующих этапах работы позволит не только увеличить достоверность исследований, но и провести более детальный многофакторный анализ для установления конкретных вкладов различных источников в экспозицию.

Таким образом, проведенный предварительный сравнительный анализ данных биомониторинга выявил статистически значимо более высокий уровень пренатальной экспозиции к свинцу у рожениц, проживающих в г. Береза (район с промышленными предприятиями), по сравнению с роженицами из г. Минска (высокоурбанизированная территория), что проявлялось как в значимо большей доле проб с обнаруживаемой концентрацией свинца, так и в более высоких значениях медианы и 95-го перцентиля.

Полученные данные свидетельствуют о влиянии региональной антропогенной нагрузки на уровень фонового содержания свинца в организме беременных женщин. Стандартизованная методология биомониторинга человека, включающая анкетирование и анализ биомаркеров, показала свою эффективность для выявления различий в экспозиции даже на ограниченной по объему выборке. Для подтверждения и детализации полученных результатов, а также для установления устойчивых причинно-следственных связей с факторами среды необходим дальнейший набор данных в районных центрах для достижения запланированного объема когорты.

Настоящее исследование служит основой для разработки научно обоснованных мер профилактики, направленных на снижение рисков для здоровья матери и ребенка, связанных с воздействием тяжелых металлов, на территориях с различной экологической ситуацией.

Литература

1. Lead poisoning // World Health Organization. – URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (date of access: 16.09.2025).
2. Angerer, J. Human biomonitoring: State of the art / J. Angerer, U. Ewers, M. Wilhelm // International Journal of Hygiene and Environmental Health. – 2020. – Vol. 226, iss. 3–4. – P. 201–228. – DOI: 10.1016/j.ijheh.2007.01.024.
3. Human biomonitoring. Basics: educational course / World Health Org. – Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2023. – 281 p. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/21d8ffce-2673-47cf-9c90-ea0c2e0aee86/content> (date of access: 17.09.2025).
4. Pacer, E. J. Determination of lead in blood by graphite furnace atomic absorption spectrometry with Zeeman background correction: improving a well-established method to support a lower blood Pb reference value for children / E. J. Pacer, C. D. Palmer, P. J. Parsons // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. – 2022. – Vol. 190. – Art. № 106324. – DOI: 10.1016/j.sab.2021.106324.
5. Применение стандартизованной методологии биомониторинга человека для оценки пренатальной экспозиции к ртути / А. И. Егоров, И. Н. Ильченко, С. М. Ляпунов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 10–18.

Поступила 30.09.2025

ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ В ЗОНАХ ПРОХОЖДЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Калачева А. Е., kalachevae@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Российская Федерация

Расширение энергетической инфраструктуры, сопровождающееся непрерывным ростом населенных пунктов, приводит к увеличению числа объектов электроэнергетики, в том числе воздушных линий электропередачи (далее – ВЛ), находящихся в непосредственной близости от жилой застройки и создающих электромагнитные поля (далее – ЭМП) промышленной частоты (далее – ПЧ) 50/60 Гц. Длительное воздействие фактора рассматривается как потенциальный риск для здоровья человека, особенно при превышении предельно допустимых уровней (далее – ПДУ).

В большинстве стран для защиты здоровья работников от электрических (далее – ЭП) и магнитных полей (далее – МП) ПЧ применяются принципы защиты временем, расстоянием и использованием средств коллективной и/или индивидуальной защиты. Однако для населения, проживающего вблизи трасс ВЛ, не установлены четкие ограничения на пребывание в зонах воздействия ЭМП, что создает дополнительные риски. Использование коллективных средств защиты в условиях жилой застройки ограничено, что повышает значимость корректного установления охранных (далее – ОЗ) или санитарно-защитных зон (санитарных разрывов) (далее – СЗЗ) – минимальных расстояний от ВЛ селитебных территорий, на границе которых значение поля снижалось бы до допустимых, которые в Российской Федерации являются более строгими, чем в других странах, как для работников, так и для населения [1].

В настоящее время в Российской Федерации санитарные разрывы предусмотрены для ВЛ напряжением 330–1150 кВ и определяются величиной ЭП ПЧ, которое за пределами санитарно-защитной зоны не должно превышать 1 кВ/м, несмотря на наличие гигиенических нормативов по МП ПЧ [2]. ВЛ напряжением выше 330 кВ обычно (за редкими исключениями) не размещаются в жилых районах, в то время как трассы линий 110–220 кВ, для которых отсутствует понятие «санитарный разрыв», часто прокладываются на селитебной территории населенных пунктов. Для таких ВЛ за расстояние безопасности принята величина охранной зоны, размер которой отличен от санитарного разрыва, но совпадает с ним, начиная с ВЛ напряжением 500 кВ [3]. Это обстоятельство создает необходимость в более тщательной оценке создаваемых ими ЭП и МП.

Также недостаточно рассмотрен вопрос оценки электромагнитной обстановки (далее – ЭМО) в городской черте, в том числе на уровне высоты подвеса проводов, где могут находиться жилые здания и сооружения. В настоящее время применяемые методы инструментальной оценки не дают полной и адекватной картины реальных условий таких экспозиций, которая может быть обеспечена как расчетными методами (на высоте), так и путем комбинирования расчетов с измерениями (для открытых территорий).

Математическое моделирование является эффективным инструментом для исследования сложных физических явлений и прогнозирования наихудших условий воздействия фактора. Для целей гигиенической оценки ЭП и МП ПЧ широко применяются такие численные подходы, как метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод векторного потенциала тока, импедансного аналога электромагнитного пространства. Они используются в моделировании взаимодействия поля с биологическими объектами, так как предполагаемые биологические эффекты основаны на механизмах индицирования плотности наведенных токов. Однако для моделирования более упрощенных сценариев, где нет необходимости учитывать различные типы тканей тела человека, подходят аналитические методы, как, например, метод зеркальных отображений. Среди этих методов приоритет был отдан тем, которые характеризуются надежностью и воспроизводимостью результатов, доступностью и применимостью для целей обеспечения электромагнитной безопасности в городской черте. Постановка такой задачи, как сравнение двух принципиально разных подходов к расчету ЭП и МП ПЧ, обусловлена необходимостью оценки практической применимости и обоснованности разделения расчетных задач по уровню сложности.

Российская программа «ЭМП ВЛ», основанная на методе зеркальных отображений, где вместо прямого решения уравнений Максвелла используются зеркальные источники, расположенные симметрично относительно граничных поверхностей, что упрощает вычисления, успешно прошла проверку и применяется в государственных организациях (ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова» и ПАО «Россети»), в том числе и для задач санитарно-эпидемиологического надзора, что гарантирует воспроизводимость результатов и их соответствие установленным нормам [4]. Среда математического моделирования «SEMCADX V» (SPEAG AG, Швейцария), реализующая метод конечных

разностей, который решает уравнения Максвелла численно, разбивая пространство на сетку и применяя квазистатическую аппроксимацию для ЭП и МП ПЧ, и обеспечивает возможность учета сложных пространственных условий, приобретена и интегрирована в рабочий процесс ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова» [5]. Оба программных продукта, SEMCAD, как детализированный численный инструмент, так и аналитический – ЭМП ВЛ, разрабатывались в том числе с учетом требований к гигиенической экспертизе в рамках санитарных норм, а следовательно, имеют специфические параметры, которые влияют на точность результатов моделирования.

Основной целью работы является разработка алгоритма гигиенической оценки электромагнитной обстановки в зоне прохождения ВЛ на селитебной территории.

Для проверки соблюдения требований электромагнитной безопасности для населения проведены гигиеническая оценка и расчет уровней ЭП и МП ПЧ вблизи прохождения двухцепной ВЛ 110 кВ, расположенной в Южном административном округе г. Москвы, и ВЛ 500 кВ, расположенной на южной стороне Московской кольцевой автодороги.

Гигиеническая оценка ЭП и МП ПЧ осуществлялась согласно методике МР 4.3.0177-20 «Методика измерения электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц на селитебной территории» и проводилась в пределах границ санитарных разрывов и охранных зон, которые для ВЛ напряжением 500 кВ составляют 30 м от проекции на землю крайних фазных проводов, для ВЛ 110 кВ – 20 м. Точки измерений ЭП и МП ПЧ определялись пересечением одной из плоскостей, параллельных проводам крайних и средней фаз ВЛ, и перпендикулярных им плоскостей, параллельных опорам, на высоте 0,5, 1,5 и 1,8 м. Оценка напряженности ЭП ПЧ проводилась с использованием измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50 (ЗАО «ТАНО», Россия) и измерителя электрических и магнитных полей EFA-300 (Narda Safety Test Solutions GmbH, Германия) с антенной E-FIELD, магнитная индукция МП ПЧ определялась с помощью той же системы с антенной B-FIELD, при этом полученные уровни МП ПЧ пересчитывались на максимальный рабочий ток источника.

Анализ данных, полученных как путем численного моделирования, так и при натурных измерениях, свидетельствует о том, что на границе охранный зоны ВЛ 110 кВ уровни ЭП и МП ПЧ составляют в 3–5 раз меньшую величину по сравнению с ПДУ для жилой застройки (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ результатов численного моделирования (Программное обеспечение (далее – ПО) 1 – ЭМП ВЛ, ПО 2 – SEMCADX V) и натурных измерений ЭП и МП ПЧ ВЛ 110 кВ на высоте 1,8 м

Место измерений			Численное моделирование				Инструментальная оценка	
			E_{max} , кВ/м		H_{max} , А/м		E_{max} , кВ/м	H_{max} , А/м
			ПО 1	ПО 2	ПО 1	ПО 2		
ВЛ 110 кВ	Между крайними фазами	У опоры	0,9	0,79	1,58	2,1	0,87	1,41
		¼ пролета	1,5	1,73	2,61	3	1,46	2,41
		½ пролета	2,7	2,8	5,27	5,3	2,56	4,97
	Крайняя фаза	У опоры	0,86	0,81	1,5	1,9	0,73	1,2
		¼ пролета	1,38	1,67	2,5	3	1,44	2,32
		½ пролета	2,61	2,65	5,1	5,2	2,48	4,74
	На границе ОЗ		0,26	0,3	1,17	1,24	0,19	1,03

Однако вблизи крайних нижних фазных проводов ВЛ 110 кВ, где габариты проводов минимальны, расчеты и инструментальный контроль выявили превышение ПДУ по электрической составляющей для территории зоны жилой застройки, что указывает на потенциальный риск неблагоприятного воздействия фактора и подчеркивает необходимость строгого соблюдения требований, регламентирующих использование охранный зоны ВЛ. Максимальные различия в полученных разными математическими методами данных составили менее 12 % для ЭП и 14 % для МП ПЧ, что позволяет предполагать хорошую сходимость полученных данных упрощенной и детализированной математических моделей для оценки ЭМО. При этом разница между расчетными и измеренными значениями оказалась незначительной – 17 % для ЭП, 18 % для МП, что подтверждает адекватность математической модели и ее соответствие реальным условиям.

Отсутствие санитарных разрывов для ВЛ 110 кВ затрудняет задачу обеспечения экологической безопасности их прохождения по селитебной территории, особенно в случае размещения вдоль трассы жилых и общественных зданий, так как на уровне высоты подвеса проводов возможно превышение ПДУ ЭП ПЧ. Современная база измерительных приборов не позволяет проводить гигиеническую оценку ЭП и МП ПЧ вблизи проводов ВЛ. Это обуславливает необходимость обязательного расчетного

прогнозирования ЭМО в жилых и общественных зданиях, которые будут строиться вблизи ВЛ, с последующей обязательной инструментальной оценкой.

Результаты измерений и расчетов показывают, что санитарные разрывы ВЛ 500 кВ позволяют в подавляющем большинстве случаев обеспечить соблюдение гигиенического норматива ЭП ПЧ 1 кВ/м на их границе при прохождении по селитебной территории, минимизируя риск неблагоприятного влияния электрической составляющей, тогда как уровни МП ПЧ практически не превышаются (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ результатов численного моделирования (ПО 1 – ЭМП ВЛ, ПО 2 – SEMCADX V) и натурных измерений ЭП и МП ПЧ ВЛ 500 кВ на высоте 1,8 м

Место измерений			Численное моделирование				Инструментальная оценка	
			$E_{\max}$, кВ/м		$H_{\max}$, А/м		$E_{\max}$, кВ/м	$H_{\max}$, А/м
			ПО 1	ПО 2	ПО 1	ПО 2		
ВЛ 500 кВ	Средняя фаза	У опоры	1,0	1,2	3,5	6,4	1,1	4,9
		¼ пролета	2,6	3,3	7,5	11,2	2,4	11,1
		½ пролета	9,2	7,2	14,4	19,7	6,5	18,9
	На границе СЗЗ		0,7	0,9	2,1	2,5	0,8	2,4

Распределение напряженностей ЭП ПЧ в зоне прохождения ВЛ 500 кВ соответствует расчетным величинам, однако в отдельных точках трассы зафиксированы отклонения от расчетных значений в связи с достаточно близким размещением по обе стороны от ВЛ 500 кВ двух двухцепных ВЛ напряжением 220 кВ, которые не рассматривались в данном исследовании. Уровни индукции МП ПЧ, пересчитанные на номинальную нагрузку, изменяются в пределах значений, соответствующих расчетным. Различия в полученных инструментальных и расчетных данных составили для ЭП 12,3 %, для МП – 7,7 %, что можно отнести к недостаткам точности и детализации математической модели ВЛ, специфическим характеристикам методов моделирования, а также к влиянию на результаты измерений внешних факторов среды.

С учетом результатов оценки сходимости расчетных и инструментальных данных представляет интерес анализ подходов к оценке воздействия ЭП и МП ПЧ вблизи ВЛ на селитебной территории. Выбор метода, расчетного, инструментального или комплексного, будет зависеть от специфики решаемого вопроса (рисунок 1).

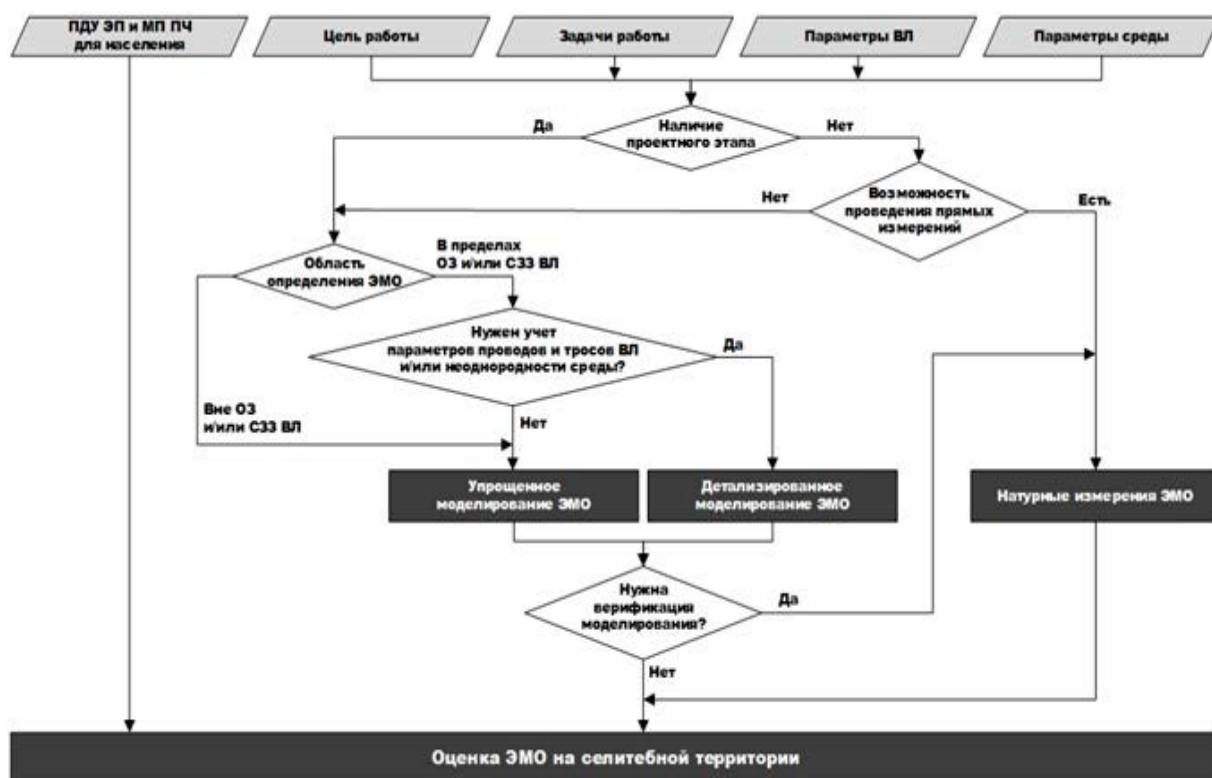


Рисунок 1 – Алгоритм выбора метода оценки электромагнитной обстановки в зоне прохождения воздушной линии на селитебной территории

При проектировании новых линий электропередачи основу соблюдения гигиенических требований составляет расчетное моделирование, позволяющее установить границы потенциально неблагоприятного влияния ЭМП на организм человека. При этом учитываются как технические характеристики самой линии, так и особенности окружающей среды, в которой она будет эксплуатироваться. После выполнения расчетов обосновывается необходимость верификации модели натурными измерениями. В случае с уже эксплуатируемой линией приоритетным является инструментальный контроль, обеспечивающий прямое измерение уровней поля в зоне проживания населения. При ограничении или невозможности измерений переходят к моделированию. Независимо от выбранного метода, заключительным и обязательным этапом является сравнение полученных значений ЭП и МП ПЧ с гигиеническими нормативами, что служит основанием для принятия профилактических мер, направленных на сохранение здоровья населения.

Несмотря на то что санитарно-эпидемиологический надзор принято проводить с помощью натуральных измерений, в ряде задач стоит обратить внимание на расчет ЭП и МП ПЧ, благодаря чему появляется возможность моделировать реальные условия с высокой степенью достоверности. В отличие от инструментальных точечных измерений, данный метод позволяет получить полное распределение поля в пространстве и прогнозировать проблемные зоны, тем самым повышая обоснованность санитарно-гигиенических мероприятий. Таким образом, комплексный подход гарантирует точную оценку воздействия ЭП и МП ПЧ на организм человека и среду обитания, что способствует обоснованному проектированию санитарно-защитных зон, созданию эффективных мер по снижению уровней воздействия и формированию надежной базы для санитарно-эпидемиологического контроля и долгосрочного мониторинга состояния здоровья населения, проживающего в зоне влияния объектов электроэнергетики.

Литература

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 2 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 29.09.2025).
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Рос. Федерации 25 сент. 2007 г. № 74 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 29.09.2025).
3. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон : постановление Правительства Рос. Федерации от 24 февр. 2009 г., № 160 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 29.09.2025).
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2006613744. Электромагнитные параметры воздушных линий электропередачи (ЭМП ВЛ) : опубл. 27.10.2006 / Мисриханов М. Ш., Иостсон Ю. А., Рубцова Н. Б., Токарский А. Ю. // Программы для ЭВМ, базы данных и топология интегральных микросхем. Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и торговым знакам. – № 1 (58). – М., ФГУ ФИПС, 2007.
5. SEMCAD X Matterhorn // Schmid & Partner Engineering AG «SEMCAD X V». – URL: www.semcad.com (date of access: 29.09.2025).

Поступила 30.09.2025

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПЕРСОНАЛ КАБИНЕТА ФИЗИОТЕРАПИИ

Кормилицин А. А., kormilitsin@irioh.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Российская Федерация

В производственных условиях человек подвергается воздействию вредных факторов различной природы, в том числе физической, причем одним из постоянно присутствующих физических факторов является электромагнитное поле (далее – ЭМП), которое характеризуется различными частотами, интенсивностями и режимами генерации и используется в промышленности, транспорте, системах связи и медицине.

Благодаря высокой биологической активности ЭМП различных частотных диапазонов, интенсивностей и модуляций применяются в физиотерапии, где получили широкое распространение методы ультравысоко-частотной (далее – УВЧ) (13,56, 27,12 и 40,68 МГц) и микроволновой (далее – МКВ) (433,9, 915 и 2450 МГц) терапии, которые реализованы на базе амбулаторно-поликлинических и стационарно-поликлинических учреждений. Подобная медицинская аппаратура создает высокоинтенсивное ЭМП, энергия которого поглощается тканями пациента, что приводит к их прогреванию, обеспечивая лечебное воздействие. Однако с учетом крайней сложности создания локального поглощения электромагнитной энергии в тканях пациента при эксплуатации физиотерапевтического оборудования ЭМП одновременно является фактором риска для здоровья медицинского персонала.

ЭМП различной частоты вызывают изменения со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем, которые могут сопровождаться изменениями в иммунной и гематологической системах, вызывать эмбрио- и гонадотропный эффект. У медицинского персонала, подвергающегося воздействию ЭМП, может наблюдаться повышенная частота пародонтозов, заболеваний сердечно-сосудистой системы, аллергии, фотосенсибилизации, заболеваний кожи и опорно-двигательного аппарата, нарушения сна, лейомиомы, раннего климакса, остеопороза и рака молочной железы [1]. Анализ литературы указывает на увеличение вероятности выкидышей, врожденных пороков развития, рождения недоношенных детей и изменения соотношения полов новорожденных у женщин физиотерапевтов, которые в процессе беременности подвергались воздействию ЭМП, создаваемых физиотерапевтическим оборудованием на рабочем месте [2].

При этом в Российской Федерации в настоящее время при специальной оценке условий труда на рабочих местах медицинского персонала, осуществляющего эксплуатацию физиотерапевтического оборудования, практически не уделяется внимания оценке ЭМП в связи с отсутствием адекватных методов контроля. Это вызвано следующими причинами:

1. медицинский персонал подвергается воздействию ЭМП различных частот и режимов излучения (непрерывных и импульсных с различной скважностью), а также их сочетанием;
2. воздействие зависит от количества пациентов за рабочую смену и длительности отдельных процедур;
3. медицинский персонал перемещается по отделению физиотерапии, находясь в зонах с разными характеристиками ЭМП, что в совокупности с предыдущим пунктом требует проведения хронометражных исследований;
4. в ряде случаев режимы генерации ЭМП не имеют соответствующих гигиенических регламентов (например, в СанПиН 1.2.3685-21 не нормируется воздействие магнитного поля в диапазоне частот 3–30 МГц, в котором работает ряд аппаратов УВЧ-индуктотермии с частотами 13,56 и 27,12 МГц);
5. диаграммы направленности излучения ЭМП аппаратов физиотерапии зависят от их технического состояния [3], что также может усложнять гигиеническую оценку.

Проводимые гигиенические исследования воздействия ЭМП на персонал физиотерапевтических кабинетов показали, что наибольшие превышения предельно допустимых уровней (далее – ПДУ) наблюдаются при работе аппаратов УВЧ- и МКВ-терапии [4]. Анализ литературных данных свидетельствует, что при работе подобной аппаратуры отмечаются превышения не только отечественных ПДУ, но и более высоких контролируемых уровней, которые могут рассматриваться как аналоги нормативов ICNIRP [5]. Перспективным направлением в оценке сочетанного воздействия ЭМП на медицинский персонал является численная дозиметрия с расчетом удельной поглощенной мощности и времени экспозиции. Она позволит выявить органы и ткани с максимальными уровнями поглощения энергии ЭМП («горячие пятна» – кандидаты в органы-мишени), а также оценить воздействие ЭМП на частотах, для которых в настоящее время отсутствуют гигиенические нормативы, и выявить возможность возникновения «горячих пятен» в отдельных органах и тканях организма работника даже при соблюдении ПДУ. Информация о наличии «горячих пятен» далее может использоваться при планировании биологических исследований *in vivo* и *in vitro*, позволяя выделить органы, которым необходимо уделить первоочередное внимание в экспериментах. Для проведения численной дозиметрии требуются инструментальные измерения уровней ЭМП на рабочих местах рядом с аппаратами УВЧ- и МКВ-терапии.

Целью данной работы является исследование электромагнитной обстановки на рабочих местах персонала физиотерапевтического отделения вблизи аппаратов УВЧ- и МКВ-терапии.

Исследование проводилось в кабинете УВЧ- и МКВ-терапии физиотерапевтического отделения клиники ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова». Исследовались 2 аппарата: УВЧ-70-01А (ЦНИИИА, СССР) с максимальной мощностью 66 Вт (27,12 МГц) и BTL-6000 Microwave (BTL, Великобритания) с максимальной мощностью 250 Вт (2460 МГц). Измерения проводились в точках контроля 1–5, как показано на рисунке 1. В точках 1 и 4 медицинские работники кратковременно находятся при включении и при необходимости регулировки аппарата (если пациент не чувствует тепла или ему слишком горячо), в точках 2, 3 и 5 – при необходимости регулировки положения

излучателей и контроля проведения физиотерапевтической процедуры (например, контроль работы аппаратов при помощи неоновых индикаторов ЭМП, входящих в комплекты поставки приборов). Во всех точках контроля измерения проводились на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза «стоя») согласно письму Роспотребнадзора от 23.06.2021 № 02/12560-2021-32.

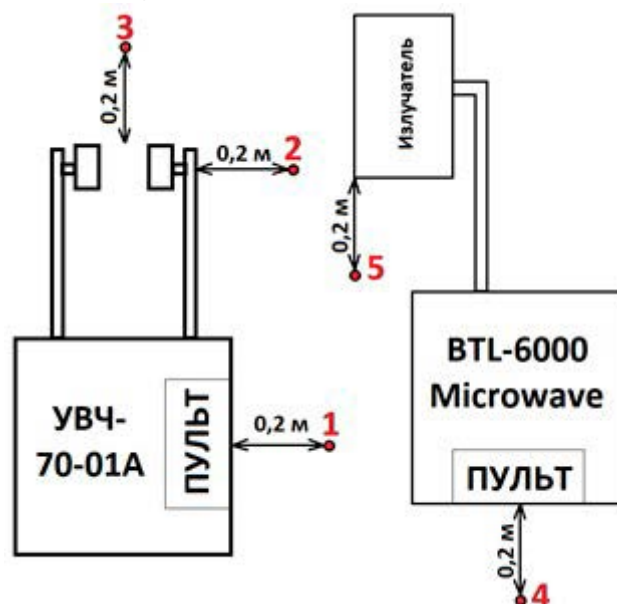


Рисунок 1 – Схема расположения точек контроля 1–5; расстояние между аппаратами не в масштабе

Для измерений использовались измерители параметров ЭМП NBM-550 (Narda Safety Tests Solutions GmbH, Германия) и EMR-200 (Wandel & Goltermann GmbH & Co, Германия) с изотропными антеннами-преобразователями. В точках 1–3 проводились измерения напряженностей электрического и магнитного полей (Е и Н соответственно), в точках 4 и 5 измерялась плотность потока энергии (далее – ППЭ). Измерения в каждой точке проводились три раза по 60 секунд каждое, после чего рассчитывались средние значения. Аппараты физиотерапии работали в типовых режимах. В связи с отсутствием гигиенических нормативов для магнитного поля на частоте 27,12 МГц для его ориентировочной гигиенической оценки использовались значения ПДУ ближайшего отнормированного частотного диапазона – 30...50 МГц. Проводилась оценка условий труда по коэффициенту превышения максимального ПДУ, а также оценка наихудших условий путем расчета коэффициента превышения ПДУ энергетической экспозиции (далее – ПДУ ЭЭ) в контрольных точках для всей рабочей смены (5 часов для данного кабинета физиотерапии) ввиду того, что измерения хронометража в данной работе не проводились.

Коэффициент превышения максимального ПДУ рассчитывался по формуле (1):

$$K_{\text{макс}} = \frac{\text{Измеренное значение } E, H \text{ или ППЭ}}{\text{ПДУ}_{\text{макс для } E, H \text{ или ППЭ}}}, \quad (1)$$

где $\text{ПДУ}_{\text{макс}E} = 300 \text{ В/м}$;

$\text{ПДУ}_{\text{макс}H} = 3,0 \text{ А/м}$;

$\text{ПДУ}_{\text{максППЭ}} = 1000 \text{ мкВт/см}^2$.

Итоговое значение $K_{\text{макс}}$ выбиралось исходя из оцениваемого параметра (Е/Н или ППЭ) и того, по какому показателю $K_{\text{макс}}$ выше (Е или Н).

Коэффициент превышения ПДУ ЭЭ рассчитывался по формулам (2–5) согласно ГОСТ 12.1.006-84 и СанПиН 1.2.3685-21:

$$K_{\text{ЭЭ}} = \frac{\text{ЭЭ}_E}{\text{ЭЭ}_{\text{ЕПДУ}}} + \frac{\text{ЭЭ}_H}{\text{ЭЭ}_{\text{НПДУ}}} + \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}}{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭПДУ}}}, \quad (2)$$

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 \times T, \quad (3)$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_H = H^2 \times T, \quad (4)$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{ППЭ} = ППЭ \times T, \quad (5)$$

где $T = 5$ часов;

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{ЕПДУ} = 7000 \text{ (В/м)}^2 \cdot \text{ч};$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{НПДУ} = 0,72 \text{ (А/м)}^2 \cdot \text{ч};$$

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_{ППЭДУ} = 200 \text{ (мкВт/см}^2\text{)} \cdot \text{ч}.$$

Для численного дозиметрического моделирования использовались система автоматизированного проектирования (САПР) T-FLEX CAD (Топ Системы, Российская Федерация), среда моделирования SEMCAD X v.20.0.1.8169 (SPEAG AG, Швейцария) и рабочая станция расчета численных моделей со специализированными аппаратными ускорителями по технологии NVIDIA CUDA. При моделировании исследовалось распределение локальной удельной поглощенной мощности (УПМ, SAR; Вт/кг), приведенной на 10 г массы по IEEE/IEC 62704-1, в фантоме тела женщины Ella v3.0 (SPEAG AG, Швейцария), так как женщины составляют подавляющее большинство персонала (медсестер), отпускающего процедуры для пациентов.

Результаты гигиенической оценки электромагнитной обстановки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты гигиенической оценки электромагнитной обстановки

Аппарат физиотерапии, режим работы	Точка контроля	Высота точки контроля над полом, м	Е, В/м	Н, А/м	ППЭ, мкВт/см ²	К _{ЭЭ} , раз	К _{макс} , раз
УВЧ-70-01А (40 Вт, непрерывный)	1	0,5	79,8	0,090	-	4,6	0,27
		1,0	150,5	0,107	-	16,3	0,50
		1,7	11,4	0,036	-	0,1	0,04
	2	0,5	236,7	0,084	-	40,1	0,79
		1,0	791,0	0,475	-	448,5	2,64
		1,7	25,0	0,049	-	0,5	0,08
	3	0,5	108,9	0,070	-	8,5	0,36
		1,0	335,9	0,174	-	80,8	1,12
		1,7	28,7	0,045	-	0,6	0,10
BTL-6000 Microwave (50 Вт, импульсный: коэффициент заполнения 0,2, частота импульсов 1 Гц)	4	0,5	-	-	77,7	1,9	0,08
		1,0	-	-	115,6	2,9	0,12
		1,7	-	-	50,3	1,3	0,05
	5	0,5	-	-	3330,8	83,3	3,33
		1,0	-	-	848,6	21,2	0,85
		1,7	-	-	170,4	4,3	0,17

Из полученных данных следует, что в точке 2 на высоте 1,0 м, точке 3 на высоте 1,0 м и точке 5 на высоте 0,5 м было зарегистрировано превышение максимальных ПДУ (300 В/м, 300 В/м и 1000 мкВт/см² соответственно), что позволяет отнести данные рабочие места при оценке по превышению максимального ПДУ к классу условий труда 3.1 согласно приказу Минтруда России от 21.11.2023 № 817н. Если руководствоваться Р 2.2.2006-05, то результаты оценки будут аналогичными, однако для точки контроля № 5 класс условий труда составит 3.2.

При оценке данных рабочих мест по энергетической экспозиции (исходя из наихудших условий) по приказу Минтруда России от 21.11.2023 № 817н класс условий труда составит 3.1, а при оценке по Р 2.2.2006-05 составит 3.4 при расчете К_{ЭЭ} по формулам (2–5). Подобная оценка показывает максимально возможный класс условий труда на рабочих местах у исследованных аппаратов физиотерапии. Действительный класс условий труда должен быть определен с проведением хронометражных исследований и, скорее всего, будет ниже за счет того, что медицинские работники проводят относительно малое время в исследованных точках контроля.

Так как в точке № 5 зарегистрированы наибольшие превышения максимального ПДУ, то было принято решение провести моделирование рабочих мест у аппарата МКВ-терапии BTL-6000. Для этого в САПР была построена трехмерная модель излучателя данного аппарата и проведены измерения свободного ЭМП, создаваемого излучателем. Далее в среде моделирования SEMCAD X было проведено моделирование ЭМП излучателя с оптимизацией по измеренным значениям. Различия в результатах математического моделирования от натурных измерений составили менее 25 %. Далее в среде SEMCAD X было смоделировано рабочее место у аппарата физиотерапии (рисунок 2).

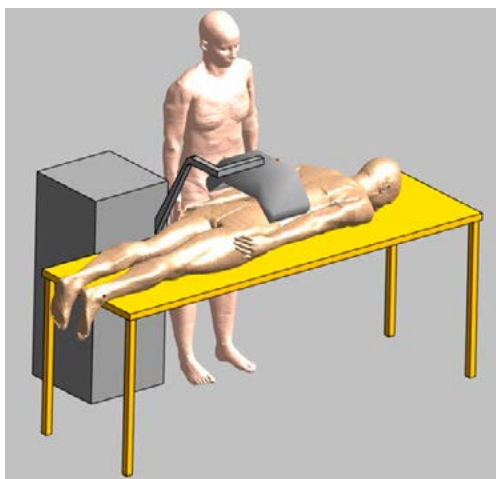


Рисунок 2 – Пример модели рабочего места у аппарата BTL-6000 (на данном рисунке показано положение медицинского работника в точке контроля № 5)

Моделирование воздействия ЭМП на медработника в точке контроля № 4 показало, что максимальные уровни локальной УПМ зарегистрированы в тканях стоп (кожа, связки, сухожилия, кости) – до 0,8 Вт/кг. При моделировании в точке контроля № 5 обнаружены максимумы локальной УПМ в правой кисти: в коже – до 6,9 Вт/кг, сухожилиях, связках и дистальных фалангах – до 6,6 Вт/кг, в проксимальных фалангах – до 4,6 Вт/кг. Наличие максимумов УПМ в кистях рук и стопах ног соответствует литературным данным о повышенном риске заболеваний кожи и опорно-двигательного аппарата у персонала кабинетов физиотерапии [1].

Данная работа показала актуальность исследований электромагнитной обстановки в кабинетах УВЧ- и МКВ-терапии. Условия труда в исследованном кабинете УВЧ- и МКВ-терапии относятся к классу вредности не ниже 3.2 по Р 2.2.2006-05 (3.1 при оценке по приказу Минтруда России от 21.11.2023 № 817н), однако для более точных оценок условий воздействия требуется проведение хронометражных исследований (в том числе с использованием носимых экспозиметров ЭМП) для более адекватной оценки энергетической экспозиции. Также требуется проведение численного моделирования распределения УПМ в фантоме тела человека при одновременном воздействии нескольких аппаратов физиотерапии, работающих на разных частотах. Полученные данные будут использоваться при планировании экспериментальных исследований на животных.

Литература

1. Vesselinova L. Long-term, low-intensity, heterogeneous electromagnetic fields: influence on physiotherapy personnel morbidity profile / L. Vesselinova // *Electromagnetic fields in biology and medicine* ; ed by M. S. Marko. – 1st ed. – Boca Raton, 2015. – Ch. 22. – P. 363–382.
2. Shah, S. G. Systematic literature review of adverse reproductive outcomes associated with physiotherapists' occupational exposures to non-ionising radiation / S. G. Shah, A. Farrow // *Journal of Occupational Health*. – 2014. – Vol. 56, iss. 5. – P. 323–331. – DOI: 10.1539/joh.13-0196-ra.
3. Non-ionizing radiation and physiotherapy / C. Koutsojannis, P. Chaidemenos, E. Tsepis [et al.] // *Epiteorese Klinikes Farmakologias kai Farmakokinetikes*. – 2013. – Vol. 31, iss. 3. – P. 165–170.
4. Марков, Д. В. Гигиеническая оценка и оптимизация электромагнитной обстановки современных физиотерапевтических кабинетов : дис. ... канд. биол. наук : 14.00.50 / Марков Дмитрий Владимирович ; Науч.-исслед. ин-т медицины труда Рос. акад. мед. наук. – М., 2008. – 141 с.
5. Shah, S. G. Assessment of physiotherapists' occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields from shortwave and microwave diathermy devices: a literature review / S. G. Shah, A. Farrow // *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. – 2013. – Vol. 10, iss. 6. – P. 312–327. – DOI: 10.1080/15459624.2013.782203.

Поступила 30.09.2025

АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ОБЕСПОКОЕННОСТЬ В СОСТАВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, И ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ДЛЯ ИХ БЕЗОПАСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

^{1,2}Назаренко А. К., *nazarenko.ak@fncg.ru*,

^{1,3}Хамидулина Х. Х., д. м. н., профессор, *khalidiya@yandex.ru*,

^{2,4}Тарасова Н. П., член-корреспондент РАН, д. х. н., профессор, *tarasova.n.p@muctr.ru*,

¹Тарасова Е. В., к. х. н., *tarasova.ev@fncg.ru*

¹Научный информационно-аналитический центр «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Москва, Российская Федерация;

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», г. Москва, Российская Федерация;

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация;

⁴Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

Современное производство полимерных материалов демонстрирует устойчивый рост. По оценкам международных организаций в 2023 г. мировой объем выпуска полимерных материалов превысил 460 млн тонн и продолжает увеличиваться, а к середине XXI века может достичь трехкратного значения [1]. Полимерные материалы широко используются в разных секторах экономики, включая упаковку, медицину, строительство, транспорт, электронику и т. д. Низкая стоимость, технологичность и многообразие свойств сделали его универсальным материалом. Вместе с тем столь широкое распространение сопровождается возрастающими санитарно-гигиеническими и экологическими вызовами.

К числу наиболее значимых проблем относится присутствие в составе полимерных материалов химических веществ, обладающих потенциально опасными свойствами. Химические компоненты полимерных материалов способны мигрировать в окружающую среду и контактирующие среды (вода, почва, воздух), переходить в пищевые продукты, накапливаться в биологических объектах и вызывать неблагоприятные эффекты для здоровья человека и экосистем.

В последние годы международное сообщество усилило внимание к вопросам химической безопасности полимерных материалов. Принятая в 2022 г. Ассамблеей ООН по окружающей среде резолюция 5/14 положила начало разработке глобального юридически обязывающего соглашения по сокращению пластикового загрязнения на всех стадиях жизненного цикла полимеров. В числе направлений будущего соглашения Программа ООН по окружающей среде (далее – ЮНЕП) выделяет управление рисками, связанными с химическими компонентами полимерных материалов [2].

Актуальной задачей является разработка подходов к выявлению химических веществ, вызывающих беспокойство в составе полимерных материалов (далее – ХВВО), их оценке и формированию приоритетных перечней для последующих регуляторных мер на международном и национальном уровнях.

Цель данной работы – разработать и научно обосновать алгоритм выявления ХВВО в составе полимерных материалов и предложить подход к формированию приоритетного перечня для их последующего безопасного регулирования.

На основании анализа национальных и международных источников информации с учетом комплексной оценки всех опасных свойств и регуляторных практик разработан последовательный алгоритм выявления ХВВО в составе полимерных материалов. Подход опирается на совокупность критериев, охватывающих (эко)токсикологические, регуляторные и социально-экономические аспекты (рисунок 1).

Схема «АЛГОРИТМ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ОБЕСПОКОЕННОСТЬ В СОСТАВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ»



Рисунок 1 – Схема «Алгоритм выявления химических веществ, вызывающих обеспокоенность в составе полимерных материалов»

На первом этапе проводится оценка опасности для здоровья человека и окружающей среды с учетом канцерогенного, мутагенного, репротоксического, эндокринного эффектов (1 и 2 классы опасности по согласованной на глобальном уровне системе классификации опасности и маркировки химической продукции (далее – СГС)), а также стойкости в окружающей среде, способности к биоаккумуляции, мобильности, токсичности для представителей водной биоты (острая – 1 класс опасности по СГС, хроническая – 1 и 2 классы опасности по СГС).

На втором этапе рассматриваются области применения вещества в составе полимерных материалов. Уточняются его функциональные назначения (например, мономер, пластификатор, антипирен, термостабилизатор и т. д.) и определяются сферы использования (игрушки, полимерные материалы, контактирующие

с пищевыми продуктами, упаковка, мебель, электрическое и электронное оборудование, предметы личной гигиены, медицинские изделия и т. д.).

На третьем этапе осуществляется оценка факторов риска воздействия вещества: растворимость в воде и липофильность, летучесть и возможность ингаляционного воздействия, химическая стабильность в полимерной матрице, потенциальная миграция из полимерного материала в пищу, воду и воздух, а также учет данных биомониторинга и эпидемиологических наблюдений.

На четвертом этапе анализируется регуляторный статус вещества: наличие или отсутствие гигиенических и экологических нормативов, запретов и ограничений, а также международные обязательства в отношении веществ, включенных в приложения Стокгольмской, Базельской и Минаматской конвенций.

Пятый этап подразумевает оценку социально-экономических аспектов вещества: объемы производства и импорта, обращение на территории Российской Федерации, количество контактирующих лиц, значимость для различных отраслей экономики.

На заключительном этапе осуществляется комплексная оценка всех полученных данных, в результате которой формируется научно обоснованный перечень ХВВО в составе полимерных материалов. Данный перечень служит основой для принятия комплекса регулирующих мер, направленных на минимизацию риска их воздействия на здоровье человека и окружающую среду. В числе таких мер – разработка гигиенических нормативов и установление допустимых уровней миграций в различные среды, поиск и внедрение безопасных альтернатив, внедрение эффективных технологий утилизации и переработки полимерных материалов, содержащих опасные вещества, реализацию запретительно-ограничительных мероприятий в отношении отдельных соединений [3].

В ходе применения алгоритма по этапам были получены следующие результаты:

по первому этапу для 1230 веществ-кандидатов сформированы (эко)токсикологические профили и определены доли по видам опасности. К канцерогенам отнесено около 21 % веществ, к мутагенам – 4 %, к репротоксикантам – 13 %, к эндокринным разрушителям – 11 %. По экологическим характеристикам 17 % веществ обладают острой водной токсичностью, 25 % – хронической, 9 % отнесены к стойким, биоаккумулятивным и мобильным;

по второму этапу вещества-кандидаты распределены по 22 типам функционального назначения и по 11 типам сфер использования;

по третьему этапу проведен сбор информации о растворимости в воде при 25 °С, давлении паров и потенциальной миграции веществ-кандидатов из полимерных материалов;

по четвертому этапу выявлено, что для 388 веществ-кандидатов установлены гигиенические нормативы в атмосферном воздухе; для 286 веществ-кандидатов – в воде [4]; для 333 веществ-кандидатов установлены экологические нормативы для водоемов рыбохозяйственного назначения [5]; 104 вещества-кандидата имеют запреты и (или) ограничения на территории Российской Федерации и стран Евразийского экономического союза; 177 веществ-кандидатов подпадают под регулирование Стокгольмской, Базельской и Минаматской конвенций;

по пятому этапу установлено, что в обращении на российском рынке находится 1141 вещество по данным Единого перечня химических веществ, которые требуют проведения социально-экономической оценки.

В настоящее время ведется разработка балльной системы оценки для веществ-кандидатов. Применение данной системы позволит рассчитать интегральные индексы приоритета и на их основе сформировать научно обоснованный приоритетный перечень ХВВО в составе полимерных материалов для последующего безопасного регулирования.

Таким образом, в результате исследования разработан и научно обоснован алгоритм выявления ХВВО в составе полимерных материалов, основанный на комплексной оценке токсикологических, экологических, регуляторных и социально-экономических критериев. Применение подхода позволит сформировать перечень ХВВО в составе полимерных материалов, и с использованием балльной системы выделить вещества, приоритетные для безопасного регулирования, в том числе гигиеническое и экологическое нормирование, запретительно-ограничительные меры.

Литература

1. State of the science on plastic chemicals – Identifying and addressing chemicals and polymers of concern / M. Wagner, L. Monclús, H. P. H. Arp [et al.]. – Norway : Zenodo, 2024. – A77, 103 p. – DOI: 10.5281/zenodo.10701706.
2. 5/14. End plastic pollution: towards an international legally binding instrument : resolution / adopted by the United Nations Environment Assembly // United Nations Environment Assembly. – URL: <https://digitallibrary.un.org/record/3999257?v=pdf> (date of access: 24.07.2025).

3. Предложения по усовершенствованию методической и нормативно-правовой базы Российской Федерации в области химической безопасности / Х. Х. Хамидулина, Е. В. Тарасова, А. К. Назаренко [и др.] // Токсикологический вестник. – 2023. – Т. 31, № 4. – С. 214–225.

4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации от 28 янв. 2021 г. № 2. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 23.09.2025).

5. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : приказ Федерал. агентства по рыболовству от 26 мая 2025 г. № 296 // КонсультантПлюс. Россия : справ. правовая система (дата обращения: 23.09.2025).

Поступила 29.09.2025

ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ГРУППЫ ХЛОРАЦЕТАНИЛИДЫ

Порошин М. А., mikhail_poroshin@bk.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Согласно прогнозу Всемирной организации здравоохранения, численность населения планеты составит 9 млрд человек к 2037 г. Очевидно, что для удовлетворения спроса населения в пищевых продуктах требуется интенсификация их производства агропромышленным комплексом, что в свою очередь ведет к росту использования и производства химических средств защиты растений (далее – ХСЗР), так называемых пестицидов.

Термин «пестициды» определен в Федеральном законе № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», где указано, что это вещества или смесь веществ, в том числе используемые в качестве регуляторов роста растений, феромонов, дефолиантов, десикантов и фумигантов, и препараты химического или биологического происхождения, предназначенные для борьбы с вредными организмами.

Наиболее используемыми в мире группами пестицидов являются гербициды, фунгициды и инсектициды (45 %, 28 % и 27 % в структуре мирового рынка ХСЗР соответственно) [1]. В Российской Федерации наибольший процент зарегистрированных препаратов – гербициды (60 % согласно Государственному каталогу по состоянию на 02.12.2024). Среди гербицидов хорошую биологическую эффективность показали довсходовые гербициды на основе производных хлорацетанилидов [2–4]. При этом применение ХСЗР не должно оказывать неблагоприятного влияния на здоровье работающих и населения.

В связи с вышеизложенным целью работы является изучение токсических свойств хлорацетанилидов, описанных в доступной литературе.

Поиск токсикологических сведений проведен по литературным данным, отчетам Европейского агентства по безопасности продуктов питания, а также доступным информационным ресурсам и базам (Codex Alimentarius, FAO/WHO, Extolnet, Scopus, Web of Science, MedLine, Springer Nature Link, CyberLeninka, PubMed, Elibrary).

Хлорацетанилиды являются рацемической смесью «R» и «S» энантиомеров. Наличие двух энантиомеров с одной стороны определяет биологическую эффективность, с другой – может приводить к неблагоприятным эффектам для нецелевых организмов. Это связано с тем, что в большинстве случаев только один из энантиомеров хирального пестицида отвечает за активность против целевого вредителя, поскольку молекулярной мишенью пестицида является фермент или биологический рецептор, активный центр которого также является хиральным. Кроме того, в хиральных средах как физических (плоскополяризованный свет), так и химических (растворители, реагенты или катализаторы), «поведение» рацематов будет различным, что может являться одной из причин различий в токсическом действии энантиомеров и их рацемических смесей.

Изучаемая группа представлена такими веществами, как алахлор, ацетохлор, бутахлор, диметенамид, метазахлор, метолахлор, пропизохлор.

Препараты на основе хлорацетанилидов используются для применения на основных сельскохозяйственных культурах против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорных растений.

Исследование параметров токсикометрии предлагается провести на примере гербицидов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации: диметенамид-П, метазахлор, С-метолахлор и пропизохлор. Ацетохлор в качестве объекта исследования рассматриваться не будет. Данное соединение включено в работу, так как представляет интерес его токсикологический профиль, и оно было разрешено к применению во многих странах мира (в т. ч. в Российской Федерации) до получения релевантных доказательств канцерогенности родительского соединения и наличия ко-метаболита.

Так, наиболее токсичным соединением по острой пероральной и хронической токсичности является диметенамид-рац (ЛД₅₀ перорально 379–466 мг/кг), наименее – пропизохлор (ЛД₅₀ перорально 2290–3765 мг/кг, NOEL крысы (90 дней) = 27 мг/кг; NOEL мыши (18 месяцев) = 20 мг/кг; NOEL собаки (1 год) = 5 мг/кг) [5]. При этом все соединения, включенные в обзор, обладают сенсibiliзирующим потенциалом: от слабого до умеренного (класс 3В–3А в соответствии с Гигиенической классификацией пестицидов и агрохимикатов по степени опасности (далее – Гигиеническая классификация)). Органами-мишенями в хронических экспериментах являются печень и почки.

Также исследователи отмечают, что некоторые вещества изучаемой группы обладают генотоксичностью. Так, ацетохлор индуцировал повреждения ДНК в гепатоцитах при воздействии больших доз.

Данные о канцерогенном эффекте некоторых соединений из изучаемой группы, в частности ацетохлора и пропизохлора, указывают на потенциальный канцерогенный риск для всей категории веществ.

Ацетохлор вызывал у крыс развитие аденом носового эпителия, опухолей желудка и бедренной кости, а также аденом, карцином легких и гистiocитарную саркому матки у мышей. Исследования механизма образования назальных аденом показали, что он не является генотоксическим, а связан с метаболической активацией с образованием сульфоксидного метаболита, который накапливается в обонятельном эпителии.

Пропизохлор приводил к увеличению частоты доброкачественных опухолей щитовидной железы, нефропатий, гиперплазии эндометрия, минерализация слизистой оболочки желудка, а также к образованию опухолей печени у самцов и фиброаденом молочной железы у самок крыс.

Тератогенность и эмбриотоксичность хлорацетанилидов хорошо изучена. Доказательства тератогенности обнаруживали при воздействии диметенамида и пропизохлора. Так, наблюдалось увеличение среднего процента ранних резорбций и расщепление грудных позвонков при изучении тератогенного эффекта диметенамида-рац и п-энантиомера. При этом диметенамид-П оказывал токсическое действие на организм матери (на основании снижения массы тела) в дозе ниже, чем рацемат. А для плодов, наоборот, диметенамид-рац оказывал тератогенный эффект при воздействии меньшей дозой.

При изучении тератогенного эффекта пропизохлора отмечали нарушение оксификации грудинных позвонков (гиреообразные формы), расщепление люмбальных тел позвонков, асимметрия грудинных тел позвонков, увеличение числа рудиментарных ребер.

В отношении эмбриотоксичности обнаружены различные эффекты веществ изучаемой группы. Диметенамид, метазахлор и метолахлор не обладают эмбриотоксическим эффектом и относятся к 4 классу опасности по эмбриотоксичности в соответствии с Гигиенической классификацией. Ацетохлор и пропизохлор, наоборот, таким действием обладают. В доступной литературе имеются данные, что при воздействии ацетохлора отмечали снижение массы тела плодов крыс и числа имплантаций при дозах, токсичных для материнского организма (3 класс). А при воздействии пропизохлора – у животных отмечали снижение числа желтых тел, увеличение массы плаценты, дозозависимое увеличение процента выкидышей. Данное соединение относится ко 2 классу опасности в соответствии с Гигиенической классификацией.

В исследованиях репродуктивной токсичности веществ изучаемой группы авторы отмечали снижение массы тела потомства при дозах, токсичных для материнского организма при воздействии ацетохлором, диметенамидом и пропизохлором.

Некоторые вещества оказывают токсическое влияние на эндокринную систему. Так, ацетохлор относится к 1В классу опасности в соответствии с МР 1.2.013-22 по влиянию на гипоталамо-гипофизарно-гонадную ось. Также некоторые зарубежные исследователи обнаружили доказательства, что ацетохлор нарушает функцию щитовидной железы. Предположительно, ацетохлор вызывает повышенную конъюгацию печеночных ферментов, что приводит к компенсаторному повышению уровня тиреотропного гормона и формированию опухолей щитовидной железы. С-метолахлор включен в Национальный перечень по изменению уровней тестостерона, эстрадиола, фолликулостимулирующих гормонов и наличию доказательств по ускорению полового созревания потомства. Пропизохлор в перечень не включен, но в зарубежной литературе удалось найти работу, описывающую его влияние на выработку кортизола и ингибирование глюкокортикоидных рецепторов в экспериментах *in vitro*.

Таким образом, нами установлено, что токсичность веществ в группе хлорацетанилидов различается. При этом вещества данной группы обладают отдаленными эффектами, метаболизируются в организме млекопитающих и объектах окружающей среды до более токсичных метаболитов, в т. ч. усиливающих повреждающее действие родительских соединений.

Родительские соединения и метаболиты токсичны для экосистем, гидробионтов, птиц, медоносных пчел, червей, диких млекопитающих, устойчивы в почве и обладают подвижностью в грунтовых водах (модель FOCUS).

В имеющейся доступной литературе отсутствует информация о токсическом действии веществ изучаемой группы при ингаляционном поступлении, что представляет научный интерес, так как при ингаляционном поступлении ксенобиотики вначале попадают в малый круг кровообращения (а не в большой – как при поступлении *per os*), в результате чего их токсическое действие может отличаться. Кроме того, на данный момент на территории Российской Федерации планируются к производству и применению препараты на основе этой группы веществ, поэтому необходимым является изучение их влияния при ингаляционном поступлении с целью минимизации риска для здоровья работающих и населения.

Литература

1. The Herbicide Revolution in Developing Countries: Patterns, Causes, and Implications / S. Haggbjale, B. Minten, C. Pray [et al.] // The European Journal of Development Research. – 2017. – Vol. 29. – P. 533–559. – DOI: 10.1057/s41287-017-0090-7.
2. Enantioselective effects of chiral amide herbicides napropamide, acetochlor and propisochlor: The more efficient R-enantiomer and its environmental friendly / J. Xie, L. Zhao, K. Liu [et al.] // Science of The Total Environment. – 2018. – Vol. 626. – P. 860–866. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.140.
3. Mahajan, G. Evaluation of Preemergent Herbicides for *Chloris virgata* Control in Mungbean / G. Mahajan, B. S. Chauhan // Plants (Basel). – 2021. – Vol. 10, iss. 8. – Art. № 1632. – DOI: 10.3390/plants10081632.
4. Pre-emergence herbicide selection for successful cultivation of black seed (*Nigella sativa* L.), psyllium (*Plantago ovata* Forsk), and quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) / M. Z. U. Haq, S. Shafiq, M. Z. U. Mohsin [et al.] // Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2024. – Vol. 43. – Art. № 100576. – DOI: 10.1016/j.jarmap.2024.100576.
5. Характеристика пропизохлора в хроническом пероральном санитарно-токсикологическом исследовании на крысах / Н. С. Белоедова, Т. А. Синицкая, М. А. Порошин [и др.] // Токсикологический вестник. – 2023. – Т. 31, № 1. – С. 37–46.

Поступила 10.09.2025

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОДНОРАЗОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ИХ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ

Протасевич У. С., toxmed@rspch.by,
Грынчак В. А., к. м. н., доцент, ecoltox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Качество оказания медицинской помощи пациентам напрямую зависит от разработки и внедрения новых изделий медицинского назначения, используемых для профилактики, диагностики и лечения пациентов [1].

Установление сроков годности медицинских изделий является одним из основных способов обеспечения их безопасного использования по назначению. Согласно литературным данным, применение в клинической практике медицинских изделий одноразового применения, имеющих длительный и постоянный контакт с внутренней средой пациентов с неправильно установленным сроком годности, может привести к тяжелым последствиям для пациентов, вплоть до летального исхода. Особенно это важно при разработке, постановке на производство и дальнейшей реализации изделий медицинского назначения, для которых ранее не были установлены сроки годности [2, 3].

Согласно перечню документов, необходимых для регистрации изделий медицинского назначения, производитель должен предоставить отчет об установленных сроках годности. Отчет на новое медицинское изделие одноразового применения должен подтверждать способность изделия сохранять заявленные свойства на протяжении всего срока годности. С целью составления указанного отчета производители используют различные методы по ускоренному старению изделий медицинского назначения. Однако после

старения, как правило, проводятся только испытания по стабильности технических характеристик изделий и не изучается их биологическое действие.

В рамках разработки метода определения сроков годности медицинских изделий одноразового применения является целесообразным изучение биологического действия после их ускоренного старения, что определило актуальность проведения данных экспериментальных исследований.

Цель работы - произвести оценку биологического действия одноразовых медицинских изделий, имеющих длительный и постоянный контакт с внутренней средой пациентов, после ускоренного старения.

Для ускоренного старения были выбраны 22 стерильных изделия медицинского назначения одноразового применения, имеющих длительный или постоянный контакт с внутренней средой пациентов, отечественного и зарубежного производства (Коста-Рика, Великобритания, Индия, Пуэрто-Рико и Российская Федерация). На момент моделирования ускоренного старения срок хранения изделий составлял не более 1 месяца от даты производства. Срок годности всех отобранных медицинских изделий составлял 5 лет, при этом они зарегистрированы и реализуются в Республике Беларусь.

Ускоренное старение моделировали посредством выдерживания медицинских изделий при температуре от 80 до 95 °C в низкотемпературной электропечи SNOL 67/350, Литва. Установленная температура являлась увеличенной на 50 °C от максимальной температуры хранения, указанной на этикетке каждого изделия медицинского назначения. Время выдерживания опытных групп изделий составляло 3,7 суток при моделировании срока хранения 1 год (У-1); 11,2 суток – 3 года (У-3) и 18,7 суток – 5 лет (У-5), которое было рассчитано согласно подходам, описанным в ASTM F1980-21 «Standard guide for accelerated aging of sterile barrier systems and medical devices». Контрольная группа медицинских изделий не подвергалась ускоренному старению.

В дальнейшем после выдерживания в электропечи для каждого медицинского изделия моделировали его условия использования по назначению. Готовили экстракты из изделий при температуре 37 °C в термостате электрическом суховоздушном ТС-1/80 производства ОАО «Смоленское СКТБ СПУ» (Российская Федерация) в зависимости от времени контакта изделия медицинского назначения с организмом человека. При контакте менее 10 мин экстракция составляла 4 ч; если время контакта более 10 мин, но менее 24 ч, экстракция – 24 ч. Соотношение площади поверхности или массы медицинского изделия к объему модельной среды определяли следующим образом: если толщина изделия менее 0,5 мм – 6 см²/см³, более 0,5 мм – 3 см²/см³, а если изделие неравномерное – 0,1 г/см³. В качестве модельной среды использовали раствор натрия хлорида 9 мг/мл производства СП ООО «Фармлэнд», Республика Беларусь.

Для оценки биологического было использовано 215 нелинейных белых мышей (18–22 г), 264 рандомизированных белых крыс (180–250 г) и 26 кроликов породы Шиншилла (2,0–3,5 кг). Лабораторные животные использовались повторно после 14-дневного карантина согласно соответствующим методам исследований. Проведение исследования было одобрено комиссией по биоэтике научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (протокол от 22.08.2023 № 4).

Изучение сенсибилизирующей способности экстрактов из медицинских изделий выполняли на модели воспроизведения и выявления гиперчувствительности замедленного типа в тесте опухания лапы мыши (далее – ТОЛМ). После предварительной сенсибилизации лабораторных животных в подушечку задней лапы вводили разрешающую дозу 100,0 мкг экстракта из изделия. По разнице в толщине лапы мышей, измеряемой до и через 24 ч после внутрикожного введения, судили о величине отека [4].

Оценку пирогенных реакций проводили путем анализа изменения температуры тела кроликов после внутривенной инъекции стерильного экстракта из медицинского изделия в ушную вену. Измерения температуры производили через 30, 90 и 150 мин после введения экстрактов. Учитывали максимальное повышение температуры по сравнению с исходными значениями для каждого кролика [4].

Гемосовместимость медицинских изделий в опытных и контрольной группах оценивали с помощью гемолитического теста *in vitro*, который основан на оценке степени гемолиза 10 % эритроцитарной взвеси крови белых крыс после добавления к ней экстрактов из изделий медицинского назначения [4].

Цитотоксическое действие *in vitro* изучали на первичной культуре эмбриональных фибробластов крыс в МТТ-тесте с использованием набора CellTiter 96° Aqueous One Solution Cell Proliferation Assay (MTS), Promega, США. Цитотоксичность оценивалась по выживаемости клеток в присутствии экстрактов из изделий по сравнению с отрицательным контролем [4].

Анализ полученных статистических данных в контрольной и опытных группах проводили по непараметрическому U-критерию Манна – Уитни, двустороннему точному критерию Фишера, а также методами описательной статистики. Расчеты производили в Microsoft Excel и STATISTICA 13. Результаты анализа представляли в виде медианы (Me) в интерквартильном диапазоне [P25; P75]. Статистически значимыми считали результаты при $p < 0,05$. Полученные результаты сравнивались с установленными гигиеническими

нормативами – показатели безопасности и безвредности для здоровья человека изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления [5].

Исследование выполнено в рамках задания 02.15. «Разработать и внедрить метод определения сроков годности медицинских изделий одноразового применения» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» на 2021–2025 годы (№ гос. регистрации 20231669).

Экстракты из медицинских изделий контрольной и опытных групп после выдерживания в течение 3,7 и 11,2 суток на модели воспроизведения гиперчувствительности замедленного не оказывали влияния на величины среднегрупповых показателей ТОЛМ в абсолютных и относительных единицах (0 баллов). При повышении времени выдерживания изделий до 18,7 суток и последующем однократном внутрикожном введении полученных экстрактов белым мышам у отдельных животных выявлено увеличение показателя ТОЛМ в абсолютных единицах более чем на 0,1 мм, что позволило произвести бальную оценку. Среднегрупповой показатель ТОЛМ опытной группы составлял 0,15 балла ($p = 0,18$) и установлен у 9,1 % ($p = 0,49$) медицинских изделий. Полученные экспериментальные данные указывают на отсутствие сенсибилизирующей способности экстрактов из всех опытных групп изделий в условиях моделирования гиперчувствительности замедленного типа у белых мышей.

При оценке пирогенных реакций экстрактов после 3,7 и 11,2 суток выдерживания изделий медицинского назначения изменения температуры тела кроликов оставались на уровне контрольных значений – 0,20 °С. Однако внутривенные инъекции в ушную вену экстрактов после 18,7 суток старения изделий инициировали статистически значимое повышение уровней температуры тела на 50,0 % ($p = 0,026$) по сравнению с контрольной группой, что обусловлено изменением свойств материалов, из которых изготовлены медицинские изделия. Экспериментально установленные значения изменения температуры тела после введения экстрактов из медицинских изделий всех опытных групп были ниже уровня гигиенического норматива 1,4 °С, что указывает на их апиогенные свойства.

Изучение совместимости с кровью лабораторных животных экстрактов из изделий медицинского назначения в гемолитическом тесте *in vitro* показало снижение гемосовместимости изделий с увеличением времени ускоренного старения. Так при выдерживании изделий в течении 3,7 и 11,2 суток и дальнейшем добавлении экстрактов из них уровень гемолиза эритроцитов повышался на 2,9 ($p = 0,54$) и 11,2 % ($p = 0,80$) соответственно, а после увеличения продолжительности старения до 18,7 суток – на 39,6 % ($p = 0,026$) относительно контрольной группы, при этом их значения не превышали установленный гигиенический норматив гемолиза 2,0 %, что определило их совместимость с кровью (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели биологического действия медицинских изделий одноразового применения, имеющих длительный или постоянный контакт с внутренней средой пациентов после ускоренного старения

Показатель, единицы измерения	Группы сравнения										
	контроль		У-1			У-3			У-5		
	Me [P25; P75]	изделия, %	Me [P25; P75]	изме- нения, %		Me [P25; P75]	изме- нения, %		Me [P25; P75]	изме- нения, %	
				изделия	показатель		изделия	показатель		изделия	показатель
Сенсибилизирующее действие, баллы	0,0	–	0,0	–	–	0,0	–	–	0,15 [0,10; 0,20]	9,1	–
Пирогенное действие, °С	0,20 [0,10; 0,30]	100,0	0,20 [0,10; 0,20]	100,0	–	0,20 [0,10; 0,20]	100,0	–	0,30 [0,20; 0,40]*	100,0	50,0
Гемолитическое действие, %	0,310 [0,249; 0,435]	100,0	0,319 [0,249; 0,466]	100,0	2,9	0,345 [0,267; 0,466]	100,0	11,2	0,433 [0,370; 0,468]*	100,0	39,6
Цитотоксическое действие, %	93,85 [91,16; 95,30]	100,0	91,34 [89,31; 92,99]	100,0	-2,7	90,22 [89,53; 92,05]	100,0	-3,9	86,57 [82,66; 88,57]*	100,0	-7,8
* статистически значимые различия с контролем при p < 0,05											

Анализ цитотоксических свойств экстрактов из изделий медицинского назначения после 18,7 суток старения установил статистически значимое снижение выживаемости клеток на 7,8 % ($p < 0,001$) по сравнению с группой контроля, однако их количественные значения были выше 70,0 %, что указывает на отсутствие

цитотоксического действия. Воздействие экстрактов из медицинских изделий после 3,7 и 11,2 суток выдерживания на клетки первичной культуры эмбриональных фибробластов крыс было менее выраженным, так выживаемость клеток снижалась на 2,7 ($p = 0,41$) и 3,9 % ($p = 0,15$) соответственно, что может быть связано с деградацией материалов и миграцией химических веществ в экстракты из изделий при данных условиях моделирования ускоренного старения.

Таким образом, экспериментально установлено, что моделирование ускоренного старения изделий медицинского назначения одноразового применения, имеющих длительный и постоянный контакт с внутренней средой пациентов, оказывает влияние на показатели безопасности и безвредности для здоровья человека биологического действия изделий медицинского назначения, такие как сенсibiliзирующее, пирогенное, гемолитическое и цитотоксическое действия, что обуславливает необходимость их изучения при установлении сроков годности новых медицинских изделий. Однако полученные количественные значения не превышали соответствующие гигиенические нормативы и зависели от времени ускоренного старения изделий.

Литература

1. Оценка биологической безопасности медицинских изделий (аналитический обзор) / В. И. Севастьянов, Н. В. Перова, Е. В. Арзуманянц [и др.] // Перспективные материалы. – 2024. – № 4. – С. 17–30.
2. Influence of low-level-laser therapy on the stability of orthodontic mini-screw implants. A systematic review and meta-analysis / D. Michelogiannakis, L. Jabr, A. B. Barmak [et al.] // European Journal of Orthodontics. – 2022. – Vol. 44, iss. 1. – P. 11–21. – DOI: 10.1093/ejo/cjab016.
3. Актуальные вопросы определения сроков годности медицинских изделий одноразового применения / В. А. Грынчак, У. С. Протасевич, Г. В. Лисовская [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., 23–24 нояб. 2023 г., г. Минск / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик [и др.]. – Минск, 2023. – С. 469–470.
4. Методы гигиенической оценки медицинских изделий : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 23 апр. 2019 г. № 020-1118 / И. И. Ильюкова, С. Ю. Петрова, Т. Н. Гомолко, О. А. Борис, М. В. Анисович, В. А. Грынчак ; учреждение-разраб. Науч.-практ. центр гигиены // Med.by : здравоохранение и мед. наука Респ. Беларусь. – URL: <http://med.by/methods/pdf/full/020-1118.pdf> (дата обращения: 24.04.2025).
5. Показатели безопасности и безвредности для здоровья человека изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 : в ред. от 29 нояб. 2022 г. № 829 // iLex : информ. правовая система (дата обращения: 19.08.2025).

Поступила 22.09.2025

УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЗАНЯТЫХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ревтович Е. А., *trud@rspch.by*,
Клебанов Р. Д., к. м. н., доцент, *trud@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Воздействие неблагоприятной производственной среды на работающих является одной из значимых причин высоких уровней общих заболеваний, формирования профессиональной патологии, производственно обусловленных заболеваний. В этой связи сохранение здоровья работающих – важнейшее условие повышения производительности труда и качества жизни трудящихся на основе обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, формирования здоровых и безопасных условий труда, минимизации рисков [1].

Среди комплекса неблагоприятных факторов производственного риска одним из значимых является воздействие инфракрасного излучения на работающих, указанный риск в большей степени характерен для работающих в машиностроительной отрасли промышленности, включая плавильные, кузнечные,

термообрабатывающие, электрогазосварочные, литейные и иные горячие цеха и участки [2]. Воздействие на работающих неблагоприятной среды, включая нагревающий микроклимат, инфракрасное излучение, может привести к развитию как общих, так и заболеваний, обусловленных вредными факторами условий труда. Труд в условиях нагревающей среды вызывает накопление избыточного тепла, перегревание организма, нарушение процессов теплообмена и возникающее при этом напряжение организма работающего, его функциональных систем, обеспечивающих температурный гомеостаз, сопровождается ухудшением самочувствия, снижением работоспособности и производительности труда с нарушениями состояния здоровья у работающих [3]. По литературным данным среди работающих горячих цехов, для которых характерны высокие уровни инфракрасного излучения, наблюдается и увеличение уровней заболеваемости органов сердечно-сосудистой системы и пищеварения – в 2–2,5 раза, в 1,5–1,7 раза чаще встречаются дистрофические изменения миокарда и в 7–8 раз – артериальная гипертензия [2].

Таким образом, изучение условий труда работающих горячих цехов и участков является одним из важных этапов при проведении оценки влияния инфракрасного излучения на организм человека.

В настоящее время проводится научно-исследовательская работа по изучению влияния инфракрасного излучения на организм работающих с целью обоснования допустимых значений экспозиционной дозы теплового облучения. Для изучения условий труда проанализированы материалы аттестации рабочих мест по условиям труда и протоколы лабораторных испытаний на предприятиях машиностроения г. Минска за пятилетний период (с 2020 по 2024 год). Для анализа были выбраны предприятия машиностроения, специализирующиеся на производстве как машин и оборудования, так и их отдельных частей, поскольку на этих предприятиях имеются рабочие места, для которых характерно воздействие высоких уровней инфракрасного излучения на работающих, так называемые горячие цеха и участки.

Время занятости работающих в условиях воздействия неблагоприятных факторов производственной среды, в том числе инфракрасного излучения, установлено по данным карт хронометражных наблюдений, оформленных при аттестации рабочих мест по условиям труда. На основании предоставленных материалов проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда работающих в соответствии с требованиями Санитарных норм и правил «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденных постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 декабря 2012 г. № 211.

Первое предприятие полного промышленного цикла специализируется на выпуске зубчатых колес и валов. В настоящее время на нем работает около 1700 человек. Комплексная гигиеническая оценка условий труда проведена по следующим профессиям: кузнец-штамповщик, нагреватель (сварщик) металла, плавильщик металла и сплавов, термист, электрогазосварщик.

По итогам проведенной комплексной гигиенической оценки условий труда классом 3.2 (вредные 2 степени) оценены условия труда на 38,5 % рабочих мест, классом 3.3 (вредные 3 степени) – 61,5 % рабочих мест. Основной вклад в формирование итогового класса условий труда вносили следующие производственные факторы: шумовое воздействие, нагревающий микроклимат и тяжесть трудового процесса. При оценке времени действия фактора согласно предоставленным данным шумовое воздействие оказывается на работающих в течение всей рабочей смены, воздействие нагревающего микроклимата – 77–87 % рабочей смены, рабочее место электрогазосварщика штампово-инструментального хозяйства кузнечного цеха характеризуется тем, что при нахождении в условиях нагревающего микроклимата 82 % рабочего времени, воздействие повышенных уровней инфракрасного излучения происходит в 49 % рабочей смены. По данным показателям условия труда на рабочих местах оценены следующим образом: по шумовому фактору классом 2 (допустимые) оценено 7,7 % рабочих мест, классом 3.1 (вредные 1 степени) – 38,5 % рабочих мест, классом 3.2 (вредные 2 степени) – 15,3 % рабочих мест, классом 3.3 (вредные 3 степени) – 38,5 % рабочих мест; по микроклиматическому фактору классом 3.1 (вредные 1 степени) оценено 30,8 % рабочих мест, классом 3.2 (вредные 2 степени) – 61,5 % рабочих мест, классом 3.3 (вредные 3 степени) – 7,7 % рабочих мест.

Основной вклад в формирование итогового класса условий труда по тяжести трудового процесса вносили региональная нагрузка при перемещении груза, суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены с рабочей поверхности и с пола, вынужденная рабочая поза, наклоны корпуса, статическая нагрузка на одну руку. По данному показателю условия труда на рабочих местах оценены классом 3.1 (вредные 1 степени) – 46,2 % рабочих мест, классом 3.2 (вредные 2 степени) – 53,8 % рабочих мест.

Напряженность трудового процесса на рабочих местах предприятия машиностроения оценена классом 1 (оптимальный) на 23,1 % рабочих мест, классом 2 (допустимый) – на 76,9 % рабочих мест.

Второе предприятие является крупнейшим в стране производителем сельскохозяйственных машин. На предприятии в настоящее время работает более 15 000 человек. Проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда рабочих мест огнеупорщика, занятого на ремонте ковшей и печей в горячем состоянии, литейщика металла и сплавов (бронза), кузнеца на молотах и прессах, кузнеца-штамповщика, термиста.

По итогам проведенной оценки классом 3.2 (вредные 2 степени) оценены условия труда на 11,1 % рабочих мест, классом 3.3 (вредные 3 степени) – 88,9 % рабочих мест. Основной вклад в формирование итогового

класса условий труда вносили шумовое воздействие и нагревающий микроклимат. Влияние шумового фактора, согласно имеющимся данным, происходит на протяжении всей рабочей смены, влияние микроклиматического фактора – 51–90 % рабочего времени. По данным производственным факторам условия труда на рабочих местах оценены следующим образом: по шумовому фактору классами 3.1 (вредные 1 степени), 3.2 (вредные 2 степени), 3.3 (вредные 3 степени) оценено по 33,3 % рабочих мест; по микроклиматическому фактору соответственно все рабочие места оценены классом 3.2 (вредные 2 степени). Воздействие пыли с содержанием кремний диоксида свыше 10 % на рабочем месте огнеупорщика, занятого на ремонте ковшей и печей в горячем состоянии, также происходит в течение всей смены, его условия труда по данному показателю оценены классом 3.2 (вредные 2 степени). Влияние химического фактора, в частности оксида углерода, как вносящего существенный вклад в итоговый класс условий труда, отмечается на рабочих местах термистов: по результатам оценки условия труда оценены классом 3.1 (вредные 1 степени) на 1 рабочем месте, классом 3.2 (вредные 2 степени) на 2 рабочих местах.

По тяжести трудового процесса условия труда на исследуемых рабочих местах оценены классом 2 (допустимые) на 33,3 % рабочих мест, классом 3.1 (вредные 1 степени) – на 66,7 % рабочих мест. Напряженность трудового процесса на рабочих местах оценена классом 1 (оптимальный) на 11,1 % рабочих мест, классом 2 (допустимый) – на 88,9 % рабочих мест.

На всех обследованных рабочих местах двух предприятий машиностроения установлено превышение показателей инфракрасного излучения. Согласно предоставленной информации, уровни инфракрасного излучения находятся в диапазоне от 190 Вт/м² до 2800 Вт/м² при установленном гигиеническом нормативе 140 Вт/м². Отмечается, что максимальные уровни инфракрасного излучения характерны для технологических операций, связанных с нагревом деталей, литьем и плавкой металла, в связи с чем наибольшему риску подвержены кузнецы и кузнецы-штамповщики, термисты, нагревательщики и литейщики. В целом, по результатам проведенного анализа и комплексной гигиенической оценки условий труда на исследованных рабочих местах показатель интенсивности инфракрасного излучения оценен следующим образом: класс 3.1 (вредные 1 степени) – 18,2 % рабочих мест; класс 3.2 (вредные 2 степени) – 81,8 % рабочих мест.

Учитывая вышеизложенное, на обследованных рабочих местах основными неблагоприятными факторами условий труда являются нагревающий микроклимат с интенсивным потоком инфракрасного излучения, высокий шум, физические нагрузки, химический фактор. По результатам комплексной гигиенической оценки условий труда определено, что итоговая оценка условий труда составила класс 3.3 (вредные 3 степени) на 72,7 % обследованных рабочих мест. Практически на всех изученных рабочих местах показатели микроклимата, включая интенсивность инфракрасного излучения, уровни производственного шума, а также тяжесть трудового процесса, не соответствовали допустимым гигиеническим параметрам. На 90,9 % обследованных рабочих мест показатель интенсивности инфракрасного излучения соответствовал классу условий труда 3.2 – вредные 2 степени.

Литература

1. Основные итоги деятельности Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» за 2019 г. / С. И. Сычик, Е. В. Дроздова, Е. В. Федоренко [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 30. – С. 240–250.
2. Зарицкая, В. В. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения как вредный производственный фактор / В. В. Зарицкая, Е. Ю. Захарченко, Я. Э. Паздникова // Наука и практика в медицине : сб. материалов всерос. образоват. форума, Благовещенск, 19–21 апр. 2023 г. / М-во здравоохранения Рос. Федерации, Амур. гос. мед. акад. ; редкол.: Т. В. Заболотских (пред.) [и др.]. – Благовещенск, 2023. – С. 241–244.
3. Квачантирадзе, Э. П. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Микроклимат : курс лекций / Э. П. Квачантирадзе. – М. : Триада, 2017. – 52 с.

Поступила 10.09.2025

РАЗРАБОТКА И СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДА КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДКОЛОНОЧНОЙ ДЕРИВАТИЗАЦИИ ДАНСИЛХЛОРИДОМ

Станишевская П. А., *chromatographic@rspch.by*,
Турко М. С., *chromatographic@rspch.by*,
Крымская Т. П., *chromatographic@rspch.by*,
Рута-Жуковская Е. Я., *chromatographic@rspch.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Гексаметилендиамин (далее – ГМДА) широко используется в производстве волокон и пластмасс в качестве основного продукта при производстве полиамидов, высокопрочных смол и полиамидных клеев. ГМДА является одним из мономеров, используемых в производстве таких полиамидов, как нейлон 6,6 и нейлон 6,10 [1].

ГМДА является токсичным веществом, которое может вызывать у человека сильные головные боли, ожоги, экземоподобные дерматиты, заболевания нервной системы и желудочно-кишечного тракта. По степени воздействия на организм человека ГМДА относится ко второму классу опасности. Он внесен в список опасных веществ Европейским химическим агентством, Агентством по охране окружающей среды.

Показатель миграции ГМДА, выделяющегося из изделий из полиамидов, в воздушной среде регламентируется рядом технических регламентов Таможенного союза: ТР ТС 007/2011, ТР ТС 008/2011, ТР ТС 017/2011, ТР ТС 019/2011, ТР ТС 025/2012, ТР ЕАЭС 042/2017. Предельно допустимая концентрация (далее – ПДК) уровня миграции в воздушную среду ГМДА, содержащегося в изделиях из полиамидов, составляет 0,001 мг/м³.

Следует отметить, что в литературе по аналитическим методам определения, нормативным документам, метод по определению уровня миграции ГМДА, содержащегося в изделиях из полиамидов, в воздушную среду отсутствует.

В целях применения и исполнения требований вышеуказанных технических регламентов необходимо разработать методику определения уровня миграции, выраженного в единицах массовой концентрации, в воздушную среду ГМДА, содержащегося в изделиях из полиамидов.

Целью работы являлась разработка методики определения уровня миграции, выраженного в единицах массовой концентрации, в воздушную среду ГМДА, содержащегося в изделиях из полиамидов.

Известно, что для количественного определения ГМДА в биологических объектах и объектах окружающей среды используют методы газовой хроматографии с применением электронозахватного, азотно-фосфорного и масс-спектрометрического (далее – МС) детекторов. Представлены подходы к определению ГМДА и его производных, основанные на применении метода обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (далее – ВЭЖХ) с диодно-матричным и флуориметрическим (далее – ФЛД) детектированием, МС и tandemной МС. Основным недостатком метода ГХ является невозможность прямого анализа водных растворов и недостаточная чувствительность, в то время как tandemные масс-спектрометры представляют собой очень дорогостоящее оборудование.

Высокая токсичность ГМДА требует разработки высокочувствительного и селективного метода его определения на уровне следовых концентраций – 0,0005 мг/м³. Данное обстоятельство обуславливает необходимость применения хроматографических методов. Однако пределы прямого хроматографического определения ГМДА ограничены в виду отсутствия в его структуре хромофоров и флуорофоров, низкой молекулярной массы вещества, его полярности, склонности к окислению.

Альтернативным подходом определения ГМДА, благодаря наличию в его структуре двух аминогрупп, является использование предколоночной химической модификации. Полученные высокофлуоресцентные, термостабильные производные ГМДА могут быть селективно определены методом ВЭЖХ ФЛД. Таким образом, эта методика является предпочтительной для рутинного анализа ГМДА.

Для ГМДА реакция дериватизации представляет собой реакцию нуклеофильного замещения, при которой 2 атома водорода замещаются на 2 молекулы дериватирующего реагента, образуя высокофлуоресцентный продукт. Схема реакции представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема реакции дериватизации ГМДА с дансилхлоридом

Существует большое разнообразие дериватирующих реагентов, взаимодействующих по аминогруппе [2]. Хорошо известны о-фталальдегид, флуорескамин, реагент-аналог – 2-метокси-2,4-дифенил-3(2H)-фуранон, сульфонилхлориды, такие как дансилхлорид (далее – Dns-Cl), дабсилхлорид и 1-пиренсульфонилхлорид, карбонилхлориды, (9-флуоренилметил)хлорформиат, сукцинимидилы, 6-аминохинолил-N-гидроксисукцинимидил-карбамат, бензофураны, 4-(N-хлороформилметил-N-метил)-амино-7-N, N-диметиламиносульфонилбензофуразан.

В качестве дериватирующего агента был выбран дансилхлорид, преимуществами которого являются доступность, высокая растворимость в воде и возможность достижения большого избытка при дериватизации, что позволит сместить равновесия в сторону образования продуктов реакции.

При разработке методики использовали ВЭЖХ-системы Surveyor Plus (США), Agilent 1260 Infinity (США) и Ex1800 (Exformma Technologies, Китай), оснащенных флуориметрическим детектором. Использована хроматографическая колонка Ultisil XB-C18 (4,6 × 150 мм зернением 5,0 мкм) (Welch Materials, Inc, Китай). В качестве реактивов были использованы: аналитический стандарт ГМДА (98,99 %, «Supelco», США), дансилхлорид (98,0 %, CAS 605-65-2 «TCI», Япония), натрий тетраборнокислый 10-водный (чда), ацетонитрил для хроматографии (99,99 %, «Carlo Erba Reagents», Франция). Для приготовления всех растворов использовали высокочистую воду с удельным сопротивлением 18,2 Мом × см, полученную с применением системы для деионизации воды Barhstead Easy Pure II (Thermo Scientific, США).

Исходный стандартный раствор ГМДА с концентрацией 100 мкг/см³ готовили растворением точной навески в дистиллированной воде. Раствор хранили при 4–8 °С не более 6 мес. и использовали для приготовления всех необходимых рабочих и градуировочных растворов с меньшими концентрациями соответствующим разбавлением дистиллированной водой. Полученные рабочие растворы хранили при 4–8 °С не более 3 мес., градуировочные растворы готовили непосредственно в день проведения соответствующего этапа эксперимента. Растворы Dns-Cl готовили растворением точных навесок в ацетонитриле и хранили при 4–8 °С не более 6 мес.

Известно, что полнота образования дансильных производных ГМДА зависит от следующих факторов: значения pH среды, концентрации реагента, температуры и продолжительности реакции. Дериватизацию проводили непосредственно в хроматографических виалах из темного стекла.

Поскольку реакция дериватизации Dns-Cl с ГМДА протекает по типу нуклеофильного замещения, требуется щелочная среда, чтобы ГМДА стал депротонированным. Была изучена зависимость протекания реакции дериватизации от pH в диапазоне от 4 до 11 ед. pH. В качестве буферного раствора использовали 0,05 М фосфатный и 0,05 М боратный буферные растворы. Результаты представлены на рисунке 2.

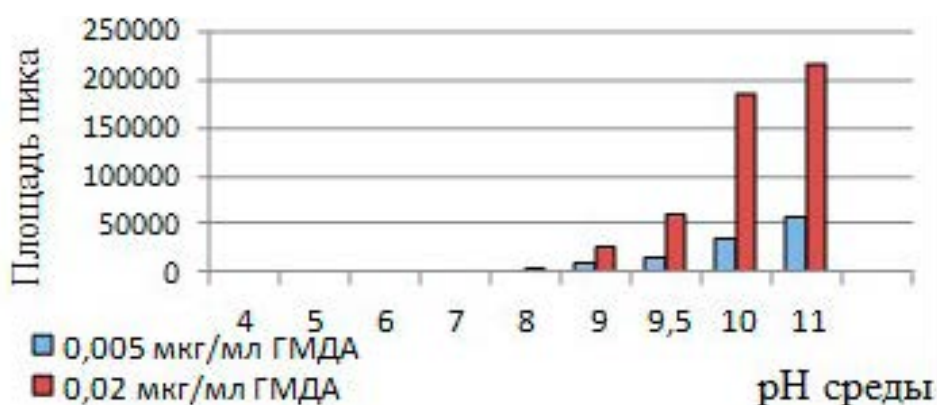


Рисунок 2 – Зависимость реакции дериватизации ГМДА и Dns-Cl от pH буферного раствора

Результаты показали, что с ростом показателя pH растет выход производного ГМДА, оптимальной является pH = 11.

Ввиду того что основная реакция дериватизации обратима и сопряжена с конкурирующим гидролизом реагента и другими побочными процессами, для достижения максимальной эффективности реакции требуется использование избытка реагента. Были проанализированы растворы Dns-Cl с концентрациями в реакционной смеси 2,5; 5,0; 50,0; 100; 250; 500 мкг/см³. Реакцию проводили в среде боратного буферного раствора с pH 11,0.

Использование высоких концентраций Dns-Cl сопровождается протеканием побочных реакций, соответственно появлением значительного пика реагента на хроматограмме и дополнительных пиков побочных продуктов. Снижение концентрации реагента также неэффективно, так как выход целевого продукта

ГМДА оказывается недостаточным для обеспечения требуемой чувствительности методики. Оптимальной концентрацией Dns-Cl в реакционной среде является 100 мкг/см³.

Температура оказывает существенное влияние на протекание реакции дериватизации. В ходе исследования, проведенного при избытке реагента, была изучена зависимость полноты и скорости образования производных от времени, нагревания и воздействия УЗ-излучения. Нагревание образцов проводили на водяной бане при 30, 40, 50, 60, 70 и 80 °С. Опыты по изучению времени реакции проводили при комнатной температуре. Все операции проводили с 2,0 нг/см³ раствором ГМДА и pH = 11,0. Согласно полученным результатам, максимальные выходы достигались при комнатной температуре (от 20 до 25 °С). Изучение влияния времени реакции на выход продукта ГМДА демонстрирует постепенное увеличение концентрации продукта и достигает своего максимума по истечении 24 ч. Использование ультразвука (УЗ) ускоряет химическую реакцию путем кавитации и улучшения массопереноса, что позволяет существенно сократить время анализа до 30 мин, однако приводит к уменьшению выхода на 20–40 %, что связано с ускорением не только основной реакции получения производных, но и побочных процессов в реакционной смеси.

Оптимальные условия дериватизации следующие: реакцию проводят в виалах из темного стекла вместимостью 2 см³. В виалу вносят 0,8 см³ раствора ГМДА, добавляют 0,1 см³ 0,05 М боратного буферного раствора с pH 11, перемешивают взбалтыванием. Далее добавляют 0,1 см³ раствора Dns-Cl в ацетонитриле с концентрацией 1000 мкг/см³. Растворы встряхивают и оставляют в темном месте на сутки. Также проводят анализ холостой пробы с дистиллированной водой, без наличия стандартного раствора ГМДА.

Выбор условий хроматографического определения ГМДА проводили экспериментально, учитывая физико-химические свойства реагентов и полученных дериватов. Для выбора оптимальной длины волны детектирования изучали спектры поглощения в диапазоне длин волн 190–600 нм и спектры эмиссии в диапазоне длин волн 200–1200 нм образующихся производных ГМДА и Dns-Cl.

Для определения ГМДА были опробованы хроматографические колонки, заполненные силикагелями с привитыми октадецильными группами, имеющими разную длину и размер частиц. Анализ показал эффективность применения универсальных колонок с привитыми C18-фазами для анализа неполярных производных ГМДА. Для анализа массовой концентрации Dns-ГМДА была выбрана хроматографическая колонка – Ultisil XB-C18 (4,6 × 150 мм, зернением 5,0 мкм).

Выбор состава и соотношения компонентов подвижной фазы проводили с использованием воды, ацетонитрила, воды с добавлением различных модификаторов (ортофосфорная, трифторуксусная, муравьиная кислоты) и буферных растворов (0,05 М фосфатный буферный раствор (pH = 3,0) и 0,005 М ацетатный буферный раствор (pH = 4,0)).

Установлено, что добавки модификаторов в подвижную фазу не оказывают влияния на время выхода деривата ГМДА. Использование в качестве элюентов ацетонитрила и воды оказалось оптимальным, что позволило эффективно определить анализируемый дериват при подобранных длинах волн детектирования.

Для всех видов колонок и для всех режимов элюирования наблюдали схожую хроматографическую картину: в начальной области (первые 4 мин анализа) регистрировали группу достаточно интенсивных пиков, которые соответствовали реагентам либо их продуктам гидролиза и других примесей, далее регистрировали пик реагент-ГМДА. Для обеспечения надежного определения пиков ГМДА, для их воспроизводимого обсчета и отделения пиков ГМДА от пиков мешающих веществ, были подобраны условия градиентного элюирования: колонка Ultisil XB-C18 (4,6 × 150 мм, зернением 5,0 мкм); температура термостата колонки 30 °С; программа элюирования: (А – ацетонитрил, В – вода деионизированная) 0–7 мин линейный подъем компонента А с 60 % до 95 %, 7–8 мин 95 %, 8–9 мин линейный спад до 60 %, 9–11 мин 60 %; скорость потока подвижной фазы – 1,3 см³/мин; объем вводимой пробы – 20–25 мкл; ориентировочное время анализа – 11 мин; длины волн детектирования – $\lambda_{\text{полл}} = 260$ нм, $\lambda_{\text{эм}} = 315$ нм. На рисунке 3 представлена хроматограмма стандартного раствора производного Dns-Cl и ГМДА с концентрацией 2,0 нг/см³.

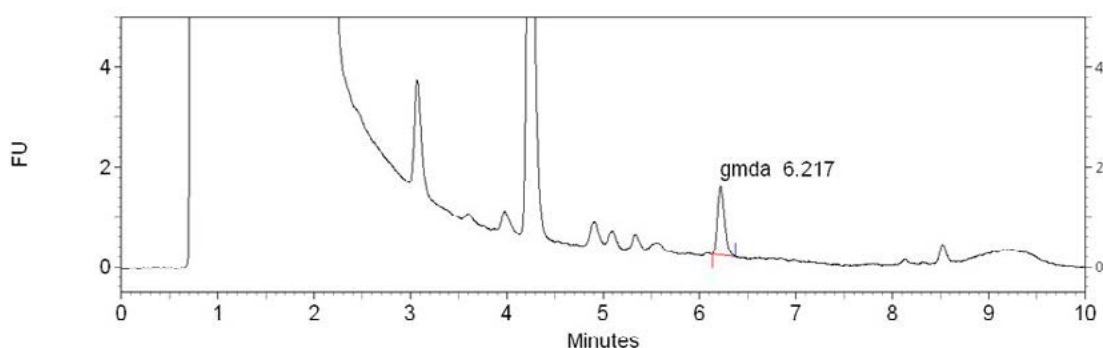


Рисунок 3 – Хроматограмма раствора производного ГМДА с реагентом Dns-Cl (2,0 нг/см³)

В выбранных условиях проведения реакции дериватизации и согласно условиям хроматографического определения построили градуировочную зависимость среднего значения площади хроматографического пика от массовой концентрации Dns-ГМДА в растворе в диапазоне концентраций от 2,0 нг/см³ до 10 нг/см³. График представляет собой линейную зависимость $y = bx$.

Следующим этапом разработки методики являлся подбор условий отбора проб воздушной вытяжки из изделий из полиамидов. Получение воздушной вытяжки из образцов изделий, содержащих в своем составе полиамид, проводят в соответствии с требованиями нормативных документов к вышеперечисленным ТР ТС. Выделения ГМДА в воздух возможно в виде паров и аэрозоля, в виде длинных игл вещество возгоняется. Для отбора проб использовали аспирацию определенного объема воздуха через поглотительную систему, заполненную растворителем. Объем аспирируемого воздуха зависит от чувствительности методики, которая составляет 0,0005 мкг/м³, и определяется необходимостью накопления такого количества вещества в поглотителе. Экспериментально установлено, что для достижения необходимой чувствительности методики требуется отбирать не менее 15 дм³ воздуха.

Для определения полноты поглощения ГМДА из воздуха были отобраны пробы в 2 последовательно соединенных поглотителя. Контролем полноты поглощения ГМДА служило отсутствие или наличие вещества в последующем поглотителе. Были изучены 4 поглотительных раствора и различные поглотительные приборы. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Поглощение ГМДА из воздушной вытяжки

Поглотительный раствор	Концентрация ГМДА в поглотительном растворе, нг/см ³								
	Поглотитель Рихтера			Поглотитель Зайцева			Поглотитель с пористой пластиной		
	1	2	% во 2	1	2	% во 2	1	2	% во 2
Вода	5,8	0,9	16 %	6,2	0	0 %	6,1	0	0 %
0,01 н HCl	5,4	1,4	26 %	5,1	1,0	20 %	6,0	0,8	13 %
Метанол	5,4	2,5	46 %	5,5	2,0	36 %	5,7	1,1	19 %
Этанол	6,0	0,9	15 %	5,8	0	0 %	5,5	0	0 %

Применение в качестве поглотительных растворов 0,01 н соляной кислоты и метанола неэффективно. При использовании 0,01 н соляной кислоты наблюдается до 26 % вещества во 2-м поглотителе, при использовании метанола эта цифра достигает 46 %. Высокие показатели степени поглощения демонстрируют этанол и дистиллированная вода, количество вещества во 2-м поглотителе составило 0 %. Использование в качестве поглотительной среды дистиллированной воды будет оптимальным, в связи с дальнейшей пробоподготовкой в водно-ацетонитрильных растворах.

Использование поглотителей с пористой пластинкой является наиболее эффективным. Это обусловлено высокими показателями степени поглощения и возможностью использования меньших объемов поглотительного раствора в сравнении с поглотителем Зайцева, вследствие увеличенной поверхности соприкосновения фаз.

Таким образом, установлены следующие условия отбора проб воздушной вытяжки: воздух с объемным расходом 0,3 дм³/мин аспирируют через поглотительный прибор с пористой пластинкой, содержащий 3 см³ дистиллированной воды, в течение 50 мин.

Для оценки достоверности и качества результатов, полученных при разработке методики были исследованы показатели точности методики: показатель предела повторяемости составил 22 %, показатель предела промежуточной прецизионности составил 30 %, относительная расширенная неопределенность при $P = 0,95$, $k = 2$ составила 30 %.

Разработан проект методики измерений «Массовая концентрация гексаметилендиамина, выделяемого из изделий из полиамидов, в воздушной среде. Методика измерений методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием». Разработанная методика по нижнему диапазону определения соответствует половине ПДК ГМДА в воздушной среде.

Метод определения ГМДА в воздушной среде основан на улавливании вещества из воздушной среды в поглотительный прибор с пористой пластинкой, заполненный дистиллированной водой, проведении реакции дериватизации с Dns-Cl в среде боратного буферного раствора и последующем определении методом ВЭЖХ ФЛД.

Литература

1. Kennedy, G. L. Jr. Toxicity of Hexamethylenediamine / G. L. Jr. Kennedy // Drug and Chemical Toxicology. – 2005. – Vol. 28, iss. 1. – P. 15–33.
2. Harvey, D. J. Derivatization of carbohydrates for analysis by chromatography; electrophoresis and mass spectrometry / D. J. Harvey // Journal of Chromatography B. – 2011. – Vol. 879, iss. 17–18. – P. 1196–1225.

Поступила 23.09.2025

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Степанова О. А., *nemova.aa@fncg.ru*,

Батенев Н. А., *Batenev.NA@fncg.ru*,

Дмитриева И. С., *Dmitrieva.IS@fncg.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана»
Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,
г. Мытищи, Российская Федерация

Детское население арктических и субарктических регионов Российской Федерации подвергается комплексному воздействию неблагоприятных факторов среды, среди которых приоритетное значение имеют суровые природно-климатические условия и связанные с ними нутриентные дефициты. Эти факторы формируют повышенную нагрузку на адаптационные системы растущего организма, что проявляется в снижении общей неспецифической резистентности и росте заболеваемости, в первую очередь инфекционной [1].

Ямало-Ненецкий автономный округ (далее – ЯНАО), являясь стратегически важным регионом российской Арктики, демонстрирует тревожные тенденции в состоянии здоровья детского населения. По данным Роспотребнадзора, первичная заболеваемость инфекционными и паразитарными болезнями у детей до 14 лет возросла с 64,2 до 135,46 случая на 1000 человек за период с 2020 по 2023 год [2]. Одной из ключевых причин такой динамики является дисбаланс в питании, обусловленный как удаленностью региона, так и изменением традиционных пищевых привычек в сторону «европейского» типа питания с высоким содержанием углеводов и низким – традиционных белковых продуктов (оленина, рыба) [3, 4].

В связи с этим разработка и внедрение биопротективных технологий, направленных на коррекцию выявленных дефицитов и повышение иммунологической резистентности, является актуальной научной и практической задачей. Данная работа посвящена оценке эффективности специализированного биопротективного продукта, разработанного с учетом региональных особенностей нутритивного статуса детей ЯНАО.

Целью работы являлось научное обоснование и оценка эффективности биологической профилактики детей дошкольно-школьного возраста, проживающих на территории ЯНАО в г. Ноябрьске.

Исследование проводилось в период с ноября 2024 г. по февраль 2025 г. в г. Ноябрьске. В нем принял участие 191 ребенок в возрасте от 5 до 11 лет, посещающий дошкольные и общеобразовательные учреждения. Все участники были разделены на группы наблюдения (получавшие биопротективный продукт) и контрольные группы. Формирование групп проводилось с учетом критериев включения и информированного согласия родителей.

В рацион питания детей введен специализированный пищевой продукт лечебного и диетического профилактического питания, состав которого был разработан на основе анализа дефицитов в рационах детей ЯНАО и включал следующие ключевые компоненты: иммуноактивные белки, такие как лактоферрин, обладающий антимикробной, противовирусной и иммуномодулирующей активностью, иммуноглобулины классов G, A и M, эссенциальные микронутриенты, дефицитные для региона: витамин D (для компенсации ультрафиолетовой недостаточности и коррекции иммунной дисфункции), йод (для обеспечения функции щитовидной железы и неврологического развития), железо (для поддержки эритропоэза и клеточного иммунитета), цинк и селен (как кофакторы антиоксидантной защиты и иммунного ответа).

Оценка адекватности питания проводилась методом анализа фактического питания с сравнением полученных данных с физиологическими нормами потребления.

Клиническое обследование включало осмотр педиатра с заполнением стандартизированной карты, оценку антропометрических данных и компонентного состава тела методом биоимпедансометрии.

Сбор данных о субъективной оценке здоровья детей, частоте заболеваний и функциональном состоянии желудочно-кишечного тракта осуществлялся при помощи анкетирования родителей исследуемых детей. В смывах ротовой жидкости изменения параметров иммунного ответа (уровни секреторного IgA, IgM, IgG, интерлейкинов (IL-1 β , IL-4), гамма-интерферона и лизоцима) определяли с помощью метода ИФА.

Количественный состав микробиоты толстого кишечника оценивали методом ПЦР с использованием тест-системы (43 показателя).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартных методов вариационной статистики с расчетом средних значений (M) и ошибок средних (m). Достоверность различий оценивали с помощью t -критерия Стьюдента, различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Медицинский осмотр показал, что к I группе здоровья можно было отнести лишь 31,25 % обследованных детей. Структура заболеваемости включала патологии нервной системы (12,5 %), органов дыхания (1,04 %), пищеварения (4,69 %) и опорно-двигательного аппарата (3,65 %). Широко распространены были избыточная масса тела (25,03 % по индексу массы тела, 28,5 % по доле жировой массы) и кариес (32,81 % детей). Высокий уровень патологии нервной системы в группе 5–6 лет (27,45 %) может быть косвенно связан с дефицитом йода, критически важного для нейрокогнитивного развития.

После курса биопротектики в группе наблюдения было зафиксировано статистически значимое снижение уровня интерлейкина-4 (далее – IL-4) – ключевого цитокина, ассоциированного с аллергическими реакциями и гуморальным иммунитетом (таблица 1). Так, у школьников 7–11 лет уровень IL-4 снизился с $1,06 \pm 0,05$ до $0,17 \pm 0,07$ пг/мл ($p < 0,05$), что интерпретируется как снижение антигенной нагрузки на организм. При этом уровень провоспалительного интерлейкина IL-1 β в этой группе остался стабильным, в то время как в контрольной группе он возрос, что свидетельствует о селективном иммуномодулирующем действии биопротектического продукта без избыточной активации воспалительного ответа.

Таблица 1 – Динамика иммунологических показателей у детей 7–11 лет до и после приема биопротектического продукта ($M \pm m$)

Показатель, ед. измерения	Группа наблюдения (до)	Группа наблюдения (после)	Контрольная группа (до)	Контрольная группа (после)
Интерлейкин-4 (ИЛ-4), пг/мл	$1,06 \pm 0,05$	$0,17 \pm 0,07^*$	$1,17 \pm 0,05$	$1,03 \pm 0,05$
Интерлейкин-1 β (ИЛ-1 β), пг/мл	$131,60 \pm 0,80$	$135,50 \pm 0,80$	$117,4 \pm 0,8$	$144,10 \pm 0,77^*$
Лизоцим-Г, нг/мл	$18,20 \pm 0,10$	$25,2 \pm 0,1^*$	$23,03 \pm 0,10$	$18,20 \pm 0,10$
Иммуноглобулин G (IgG), мг/мл	$0,10 \pm 0,01$	$0,15 \pm 0,01^*$	$0,08 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$
Иммуноглобулин M (IgM), мг/мл	$0,03 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01^*$	$0,04 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,01$

* статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) по сравнению с исходным уровнем в группе.

Важным маркером усиления местной защиты стало достоверное повышение активности лизоцима в слюне детей группы наблюдения (с $18,2 \pm 0,1$ до $25,2 \pm 0,1$ нг/мл у школьников; с $13,07 \pm 0,1$ до $19,29 \pm 0,1$ нг/мл у дошкольников). Лизоцим является ферментом неспецифической защиты, разрушающим клеточные стенки бактерий. Одновременно отмечалось повышение концентраций иммуноглобулинов IgM и IgG, что подтверждает поступление экзогенных антител и поддержку гуморального звена иммунитета.

По данным анкетирования родителей, после курса биопротектики в группе наблюдения отмечалось снижение частоты диспептических явлений в виде тошноты, рвоты, болей в животе и запоров. Эти субъективные данные получили объективное подтверждение при анализе микробиоты кишечника (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика количественного состава микробиоты кишечника у детей после приема биопротектического продукта (КОЕ/г, $M \pm m$)

Показатель	Группа наблюдения (до биопротектики)	Группа наблюдения (после биопротектики)
Нормофлора: <i>Bifidobacterium adolescentis</i>	$4,92 \pm 0,64$	$6,01 \pm 0,41^*$
Нормофлора: <i>Bifidobacterium animalis subsp. Lactis</i>	$1,98 \pm 0,16$	$2,09 \pm 0,11^*$
Условно-патогенная флора: <i>Clostridium perfringens</i> gr.	$5,66 \pm 0,50$	$5,36 \pm 0,54^*$

Условно-патогенная флора: <i>Staphylococcus aureus</i>	1,71 ± 0,38	1,04 ± 0,32*
* статистически значимые различия ($p \leq 0,05$).		

У детей, получавших в рационе питания специализированный продукт, выявлено увеличение количества нормофлоры в виде популяций *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Bifidobacterium animalis subsp. Lactis* и других видов бифидобактерий. Установлено снижение условно-патогенной и патогенной флоры микроорганизмов *Clostridium perfringens*, *Enterobacteriales*, *Pseudomonas spp.*, *Staphylococcus aureus*. Данный эффект можно объяснить действием лактоферрина, который, как известно, подавляет рост патогенов, укрепляет слизистый барьер кишечника и способствует росту полезной микрофлоры [5].

Отметим, что нормализация микробиоценоза приводит к снижению антигенной нагрузки на иммунную систему и улучшению функции желудочно-кишечного тракта.

Проведенное исследование демонстрирует эффективность и комплексное положительное влияние разработанного биопротифилактического продукта на ключевые аспекты здоровья детей, проживающих в условиях Арктического региона: биопротифилактический продукт компенсирует недостаток витамина D, йода, железа и селена. Наблюдается снижение провоспалительного фона (IL-4) при сохранении способности к противовирусному (гамма-ИФН) и антибактериальному (лизозим) ответу. Продукт способствует увеличению популяции нормофлоры и подавлению условно-патогенных микроорганизмов в микробиоте кишечника, что ведет к улучшению функции желудочно-кишечного тракта.

На основании полученных данных целесообразно включение данного биопротифилактического комплекса в систему организованного питания для детского населения Арктической зоны Российской Федерации:

для детей 5–6 лет – проведение курсов продолжительностью не менее 4 недель каждые 3–4 месяца;

для учащихся 1–5 классов – двукратный прием в течение учебного года (сентябрь, январь) курсом по 4 недели;

для часто и длительно болеющих детей – не менее 2 курсов в календарном году.

Внедрение этих мер будет способствовать повышению адаптационного потенциала организма, и, как следствие, снижению инфекционной заболеваемости и улучшению качества жизни подрастающего поколения на территориях Крайнего Севера.

Литература

1. Изучение питания, антропометрических показателей и состава тела у коренного и пришлого населения российской Арктики / А. К. Батурин, А. В. Погожаева, Э. Э. Кешабянц [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 5. – С. 11–16.
2. О состоянии здорового питания населения в Российской Федерации : доклад. – М. : Роспотребнадзор, 2022. – 127 с.
3. Козлов, А. И. Связанные с потреблением углеводных продуктов нутрициологические и генетические риски развития ожирения у коренных северян / А. И. Козлов // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 1. – С. 5–16.
4. Алиментарный статус детей коренных народностей Крайнего Севера / Н. И. Данилова, А. В. Истомин, Б. М. Раенгулов [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2003. – Т. 84, № 2. – С. 145–147.
5. The Impact of Lactoferrin on the Growth of Intestinal Inhabitant Bacteria / A. Vega-Bautista, M. de la Garza, J. C. Carrero [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – Vol. 20, iss. 19. – Art. № 4707. – DOI: 10.3390/ijms20194707.

Поступила 29.09.2025

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СЕНСИБИЛИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ, ДИСБИОТИЧЕСКОГО И ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КОМБИНАЦИЙ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Филиповская Е. Н., promtox@rspch.by,
Чернышова Е. В., к. м. н., promtox@rspch.by,
Емельянова О. А., к. б. н., promtox@rspch.by,
Студеничник Т. С., к. б. н., promtox@rspch.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Для обоснования мер безопасности применения на производстве новых микробных препаратов, включая комбинации молочнокислых бактерий, используемых в пищевой промышленности, необходима их оценка в комплексе токсиколого-гигиенических исследований. Помимо оценки патогенности, токсигенности и токсичности, необходимо изучение таких эффектов, как сенсibilизирующая активность, общетоксическое действие и специфическое влияние микроорганизма на нормальную микрофлору кишечника (дисбиотическое действие), особенно для штаммов, относящихся к пробиотическим [1].

Целью настоящей работы явилось экспериментальное изучение сенсibilизирующей способности, общетоксического действия и дисбиотической активности новых комбинаций молочнокислых бактерий.

Объектом исследований являлись три комбинации (консорциума) молочнокислых бактерий (далее – КМБ), разработанных для применения в качестве заквасочных культур при производстве кисломолочных продуктов.

Консорциум заквасочных микроорганизмов представляет собой комбинацию различных видов микроорганизмов (молчнокислых бактерий, пробиотиков, дрожжей), применяемую в изготовлении кисломолочной продукции, хлебобучочных изделий и иных ферментированных продуктов. Данные консорциумы необходимы для получения требуемых органолептических свойств (вкуса, аромата, консистенции) и технологических характеристик готовых продуктов.

Таксономический состав консорциума № 1 включал *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Leuconostoc sp.*; № 2 – *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Leuconostoc sp.*, *Leuconostoc mesenteroides*; № 3 – *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Leuconostoc sp.* Исходным материалом для выделения указанных микробных комбинаций послужили образцы фермерских полутвердых сыров различных категорий.

Представленные для исследований консорциумы представляли собой сыпучие лиофилизированные биомассы, состоящие из жизнеспособных бактериальных клеток. Также была предоставлена лиофилизированная защитная среда (криопротектор, сухой компонент) на основе сахарозы и обезжиренного молока, не содержащая микроорганизмы. Соотношение биомассы и сухого компонента (далее – СК) в лиофилизате рассчитывалось на основании результатов определения численности жизнеспособных клеток молочнокислых микроорганизмов в одном грамме препарата. Так, средняя концентрация жизнеспособных клеток в КМБ № 1 составляла $1,9 \times 10^{11}$ КОЕ/г, № 2 – $1,0 \times 10^{10}$ КОЕ/г, № 3 – $1,7 \times 10^{12}$ КОЕ/г.

Для проведения экспериментов готовились суспензии на основе стерильного физиологического раствора (далее – ФР), содержащие рабочую концентрацию бактерий на уровне $1,0 \times 10^9$ КОЕ/см³ каждого консорциума.

Токсиколого-гигиенические исследования КМБ проводились на лабораторных животных – нелинейных белых крысах (самцах и самках) с исходной массой тела 150–220 г в соответствии с [2].

Исследования выполнены с соблюдением этических норм обращения с лабораторными животными, которые соответствуют правилам, принятым Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для исследовательских и иных научных целей (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and other Scientific Purposes (ETS 123), Strasbourg, 1986).

Схема, объем и методы исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Схема и объем токсиколого-гигиенических исследований комбинаций молочнокислых бактерий

Название эксперимента и схемы его проведения	Вид и количество животных	Метод исследований
Определение сенсибилизирующей способности КМБ после подострого ингаляционного воздействия	Белые крысы – 72 шт.: опытная и контрольная (СК + ФР) группы по 12 крыс для каждой КМБ	Выявление гиперчувствительности замедленного типа
Общетоксическое действие КМБ в условиях субхронического внутрижелудочного введения	Белые крысы – 56 шт.: опытная и контрольная (СК) группы по 8 крыс для каждой КМБ; общая контрольная группа (ФР) – 8 крыс	Учет клинических проявлений интоксикации и выживаемости, динамика массы тела, относительные коэффициенты массы внутренних органов, гематологические, иммунологические и биохимические показатели крови и мочи
Определение дисбиотического действия КМБ	Белые крысы – 56 шт.: опытная и контрольная (СК) группы по 8 крыс для каждой КМБ; общая контрольная группа (ФР) – 8 крыс	Оценка состояния микробиоты кишечника лабораторных животных

Оценку сенсибилизирующей способности проводили на модели подострого ингаляционного воздействия путем ежедневного интраназального введения крысам суспензий КМБ в стандартной дозе – по 0,1 см³ в рабочей концентрации $1,0 \times 10^9$ микробных клеток на 180 г массы животного в течение пяти дней. На шестые сутки гиперчувствительность замедленного типа выявляли провокационным внутрикожным тестом опухания лапы (далее – ВТОЛ), вводя в апоневроз задней лапы разрешающую дозу испытуемого препарата ($1,0 \times 10^6$ м.кл./жив.). Реакцию учитывали через 24 ч путем измерения толщины лапы микрометром.

Для оценки потенциального сенсибилизирующего действия криопротектора использовали дополнительный контроль. Разрешающая доза СК (0,35 % рабочая концентрация на стерильном ФР) вводилась во вторую заднюю лапу каждого животного, участвующего в эксперименте, включая контрольные группы. Интенсивность сенсибилизирующей реакции оценивалась по балльной шкале в соответствии с положениями инструкции № 009-1015 [2].

Общетоксическое действие изучали в субхроническом эксперименте при ежедневном (пять раз в неделю в течение четырех недель) внутрижелудочном введении крысам суспензий КМБ в рабочих разведениях в дозе по 2 см³, при этом средние дозы составляли $9,17 \times 10^9$ м.кл./кг (КМБ № 1, № 2) и $10,4 \times 10^9$ м.кл./кг (КМБ № 3). Трем контрольным группам вводили суспензию СК и одной контрольной группе – ФР. На протяжении опыта регистрировали состояние, поведение животных, потребление ими корма и воды, отмечали возможные проявления токсичности, динамику массы тела. По окончании эксперимента определяли относительные коэффициенты массы внутренних органов, гематологические, биохимические, иммунологические показатели крови, показатели мочевыделительной системы.

Дисбиотическое действие оценивали путем бактериологического исследования фекалий животных до начала и после четырех недель воздействия согласно инструкции по применению № 008-0914 [3]. Определяли содержание основных групп микроорганизмов кишечной микробиоты: бифидобактерии, лактобактерии, кишечная палочка, энтерококки, условно-патогенные грамотрицательные бактерии, стафилококки, клостридии. Количество колониеобразующих единиц (далее – КОЕ) определяли как десятичный логарифм числа учтенных колоний, выросших в 1 грамме образца.

При статистической обработке экспериментальных данных использовали программы Microsoft Excel и Statistica 13. Статистическая оценка различий между двумя независимыми выборками проводилась с применением параметрического метода *t*-критерия Стьюдента, различия между контрольными и опытными группами считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Оценка сенсибилизирующей способности изучаемых трех консорциумов показала, что провокационная проба ВТОЛ у животных приводила к слабым отечно-воспалительным реакциям, при этом интегральный показатель ВТОЛ в опытных группах белых крыс не имел статистически значимых различий с контрольными группами, получавшими СК и ФР.

На основании полученных данных и в соответствии с классификационными критериями [2] испытанные комбинации молочнокислых бактерий были отнесены к 4 классу аллергенной опасности, как вещества со слабой сенсибилизирующей способностью. При этом аэрозоли любых промышленных штаммов микроорганизмов, включая те, что демонстрируют слабую сенсибилизирующую активность в экспериментальных условиях, при ингаляционном пути проникновения в организм, особенно в высоких концентрациях, могут

представлять риск развития аллергических заболеваний у работающих, что обуславливает необходимость строгого выполнения профилактических мероприятий [1].

По результатам субхронического эксперимента по изучению общетоксического действия на протяжении всего периода опытов случаев гибели животных, а также выраженных клинических симптомов интоксикации зарегистрировано не было. Статистически значимых различий в показателях прироста массы тела и относительных весовых коэффициентах внутренних органов (печень, почки, селезенка, сердце, легкие) между опытными и контрольными группами животных не установлено.

Анализ гематологических показателей выявил снижение относительного количества гранулоцитов на 16,2 % ($p < 0,05$) в группе КМБ № 2 по сравнению с контролем на ФР. Достоверные различия по данному показателю между опытной группой и группой контроля, получавшей суспензию СК не отмечено.

При исследовании биохимических показателей сыворотки крови у животных, получавших КМБ № 1, отмечено повышение активности щелочной фосфатазы на 65 % и уровня триглицеридов на 38 % по сравнению с контролем на ФР ($p < 0,05$), при этом изученные показатели не отличались от группы контроля на криопротекторе. Для КМБ № 3 отмечено незначительное (в 1,2 раза, $p < 0,05$) снижение уровня креатинина сыворотки крови по сравнению с контролем на СК.

Со стороны остальных биохимических и гематологических показателей, а также показателей мочевыделительной системы существенных сдвигов у животных опытных групп по сравнению с контрольными группами не выявлено.

Со стороны иммунологических показателей у животных опытной группы, получавших КМБ № 1, отмечалась тенденция к активации неспецифических факторов защиты. Так, у них увеличился уровень лизоцима и бактерицидной активности сыворотки крови по сравнению с контролем ($p < 0,05$). Остальные изученные иммунологические параметры сыворотки крови животных опытных групп не имели статистически значимых изменений по сравнению с контрольными группами.

Исследование микробиоты кишечника показало, что после четырех недель воздействия во всех изученных группах животных (опытных и контрольных) показатели микрофлоры кишечника существенно не изменились. Статистически значимых изменений в количественном соотношении основных групп микроорганизмов в кишечнике белых крыс (кишечные палочки, энтерококки, условно-патогенные бактерии и др.) под воздействием КМБ № 1 (таблица 2), № 2 (таблица 3) и № 3 (таблица 4) не выявлено, что свидетельствует об отсутствии дисбиотического действия изучаемых КБМ на нормальную микрофлору кишечника лабораторных животных.

Таблица 2 – Результаты бактериологического исследования микробиоты кишечника крыс при введении комбинаций молочнокислых бактерий № 1

Исследуемые группы микроорганизмов, единицы измерения	фон			4-недельная затравка		
	контроль (ФР)	контроль (СК)	опыт	контроль (ФР)	контроль (СК)	опыт
Кишечные палочки, Ig (КОЕ/г)	6,20 ± 0,52	6,12 ± 0,23	6,18 ± 0,40	5,60 ± 0,17	5,80 ± 0,39	5,76 ± 0,50
Лактозонегативные условно-патогенные грамотрицательные бактерии, Ig (КОЕ/г)	3,52 ± 0,12	3,49 ± 0,16	3,35 ± 0,11	3,89 ± 0,20	3,80 ± 0,39	3,83 ± 0,52
Стафилококки, Ig (КОЕ/г)	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Фекальные энтерококки, Ig (КОЕ/г)	5,32 ± 0,25	5,42 ± 0,20	5,19 ± 0,20	6,66 ± 0,55	6,68 ± 0,44	6,65 ± 0,53
Лактобактерии, Ig (КОЕ/г)	8,55 ± 0,36	8,66 ± 0,41	8,72 ± 0,35	8,83 ± 0,33	8,80 ± 0,31	8,70 ± 0,56
Клостридии, Ig (КОЕ/г)	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Бифидобактерии, Ig (КОЕ/г)	10,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00	10,91 ± 0,11	10,62 ± 0,48	10,54 ± 0,29

Таблица 3 – Результаты бактериологического исследования микрофлоры кишечника крыс при введении комбинаций молочнокислых бактерий № 2

Исследуемые группы микроорганизмов, единицы измерения	фон			4-недельная затравка		
	контроль (ФР)	контроль (СК)	опыт	контроль (ФР)	контроль (СК)	опыт
Кишечные палочки, lg (КОЕ/г)	6,20 ± 0,52	6,39 ± 0,33	6,21 ± 0,29	5,60 ± 0,17	5,82 ± 0,50	5,86 ± 0,43
Лактозонегативные условно-патогенные грамотрицательные бактерии, lg (КОЕ/г)	3,52 ± 0,12	3,66 ± 0,14	3,50 ± 0,19	3,89 ± 0,20	3,83 ± 0,60	3,80 ± 0,49
Стафилококки, lg (КОЕ/г)	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Фекальные энтерококки, lg (КОЕ/г)	5,32 ± 0,25	5,36 ± 0,19	5,26 ± 0,14	6,66 ± 0,55	6,80 ± 0,64	6,82 ± 0,33
Лактобактерии, lg (КОЕ/г)	8,55 ± 0,36	8,49 ± 0,29	8,59 ± 0,25	8,83 ± 0,33	8,86 ± 0,50	8,88 ± 0,29
Клостридии, lg (КОЕ/г)	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Бифидобактерии, lg (КОЕ/г)	10,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00	10,91 ± 0,11	10,7 ± 0,43	10,87 ± 0,43

Таблица 4 – Результаты бактериологического исследования микрофлоры кишечника крыс при введении комбинаций молочнокислых бактерий № 3

Исследуемые группы микроорганизмов, единицы измерения	фон			4-недельная затравка		
	контроль (ФР)	контроль (СК)	опыт	контроль (ФР)	контроль (СК)	опыт
Кишечные палочки, lg (КОЕ/г)	6,20 ± 0,52	6,14 ± 0,25	6,30 ± 0,42	5,60 ± 0,17	5,59 ± 0,31	5,65 ± 0,47
Лактозонегативные условно-патогенные грамотрицательные бактерии, lg (КОЕ/г)	3,52 ± 0,12	3,51 ± 0,14	3,42 ± 0,19	3,89 ± 0,20	3,75 ± 0,25	3,62 ± 0,62
Стафилококки, lg (КОЕ/г)	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Фекальные энтерококки, lg (КОЕ/г)	5,32 ± 0,25	5,40 ± 0,30	5,35 ± 0,20	6,66 ± 0,55	6,81 ± 0,25	6,72 ± 0,27
Лактобактерии, lg (КОЕ/г)	8,55 ± 0,36	8,22 ± 0,15	8,52 ± 0,19	8,83 ± 0,33	8,74 ± 0,47	8,91 ± 0,27
Клостридии, lg (КОЕ/г)	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00
Бифидобактерии, lg (КОЕ/г)	10,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00	10,91 ± 0,11	10,73 ± 0,61	10,75 ± 0,40

На основании результатов выполненных экспериментальных исследований можно заключить, что в унифицированных условиях воспроизведения сенсибилизации при ингаляционном подостром воздействии комбинаций молочнокислых бактерий № 1, № 2, № 3 на организм белых крыс в стандартных концентрациях и выявления провокационным внутрикожным тестом опухания лапы животных гиперчувствительности замедленного типа не установлено статистически значимых различий индукции гиперергической кожной реакции у всех опытных животных по сравнению с контрольными группами. Следовательно, изученные комбинации молочнокислых бактерий № 1, № 2, № 3 не обладают существенной сенсибилизирующей способностью и, согласно классификационным критериям, могут быть отнесены к 4 классу аллергенной опасности (слабые (малоопасные) производственные аллергены).

При дозозависимом пероральном воздействии в течение месяца в средних дозах КМБ № 1 – $9,17 \times 10^9$ м.кл./кг, № 2 – $9,17 \times 10^9$ м.кл./кг, № 3 – $10,4 \times 10^9$ м.кл./кг консорциумы вызывали изменения только отдельных функциональных показателей, активацию ряда показателей гуморальных факторов антибактериальной защиты сыворотки крови у опытных животных без существенного проявления токсического действия.

Комбинации молочнокислых бактерий № 1, № 2, № 3 в изученных средних дозах после четырех недель субхронического эксперимента не вызывали у лабораторных животных проявлений дисбиотического действия.

Литература

1. Филонюк, В. А. Методология гигиенического регламентирования микробных препаратов и разработки методик выполнения измерений содержания микроорганизмов в воздухе рабочей зоны / В. А. Филонюк, В. В. Шевляков, Н. В. Дудчик ; М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены. – Минск : БелНИИТ «Транстехника», 2018. – 264 с.

2. Обоснование предельно допустимых концентраций и методик выполнения измерений содержания в воздухе рабочей зоны микроорганизмов-продуцентов и микробных препаратов на их основе : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 16 окт. 2025 г. № 009-1015 / Шевляков В. В., Филонюк В. А., Дудчик Н. В., Эрм Г. И., Студеничник Т. С., Козлова Т. О., Чернышова Е. В., Соболев Ю. А., Буйницкая А. В., Нежвинская О. Е., Янецкая С. А., Сычик Л. М. ; учреждение-разраб. Науч.-практ. центр гигиены // Med.by : здравоохранение и мед. наука Респ. Беларусь. – URL: <http://med.by/methods/pdf/full/009-1015.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).

3. Методы экспериментального определения дисбиотического действия микроорганизмов-продуцентов и биотехнологических препаратов на их основе : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 9 сент. 2014 г. № 008-0914 / Дудчик Н. В., Филонюк В. А., Шевляков В. В., Козлова Т. О., Трейлиб В. В., Янецкая С. А., Науменко С. А., Ушкова Л. Л., Грищенкова Т. В., Эрм Г. И., Студеничник Т. С., Адамович А. В. ; учреждение-разраб. Науч.-практ. центр гигиены // Med.by : здравоохранение и мед. наука Респ. Беларусь. – URL: <http://med.by/methods/pdf/full/008-0914.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).

Поступила 30.09.2025

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ПРИ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ

Шабардина Л. В., lada.shabardina@mail.ru,
Шеломенцев И. Г., goricks@list.ru

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Российская Федерация

Многие технологические процессы в металлургической промышленности сопровождаются выбросом в воздух рабочей зоны высокодисперсных аэрозолей, содержащих высокодисперсные фракции частиц железа, свинца, меди и их соединений.

Особую обеспокоенность вызывает способность ряда наночастиц (далее – НЧ) при интраназальном поступлении преодолевать гематоэнцефалический барьер (далее – ГЭБ) и проникать в структуры центральной нервной системы (далее – ЦНС) через ретроградный аксональный транспорт по обонятельному нерву. Попадая в нервную ткань, НЧ могут индуцировать окислительный стресс на субклеточном уровне, вызывая широкий спектр нейротоксических эффектов, включая когнитивные и поведенческие нарушения.

Большинство современных исследований токсикокинетики и токсикодинамики НЧ проведены с использованием относительно высоких доз, в то время как в условиях современных тенденций к строгому нормированию и снижению профессиональной химической нагрузки приоритетное значение приобретает изучение эффектов доз, приближенных к условиям реальной экспозиции. Это определяет важность комплексной оценки нейротоксичности металлооксидных НЧ в субхроническом эксперименте на крысах с моделированием интоксикации при помощи повторных интраназальных введений.

В исследовании анализировались данные субхронической токсичности НЧ PbO, CuO, CdO, Fe₂O₃, синтезированных методом лазерной абляции тонких металлических листовых мишеней в деионизированной воде. Стабильность суспензий характеризовалась величиной дзета-потенциала и была высокой (дзета-потенциал вплоть до 42 mV), что позволило путем частичного испарения воды при 50 °C повысить концентрацию суспензии до 0,5 мг/мл без изменения размера и химической идентичности НЧ.

Исследование проводили на крысах в возрасте 3–4 месяцев с массой тела около 200 г. Содержание крыс осуществлялось в соответствии с международными нормативными документами [1]. Эвтаназию проводили методом быстрой декапитации под изофлурановой анестезией. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (протокол № 2 от 20 апреля 2020 г.).

Животные были случайным образом разделены на 5 групп («НЧ PbO», «НЧ CdO», «НЧ CuO», «НЧ Fe₂O₃» и «Контроль») по 12 особей в каждой. Моделирование субхронической токсичности проводили путем интраназального введения суспензии НЧ в концентрации 0,5 мг/дм³ в каждый носовой ход 3 раз/неделю, в течение 6 недель. Суммарная доза воздействия на одну крысу за весь период составила 0,9 мг НЧ. Контрольной группе интраназально вводили тот же объем деионизированной воды.

В ходе эксперимента выполняли тест «Открытое поле с норками» для оценки исследовательского поведения, а также оценивали суммационно-пороговый показатель (далее – СПП). Для минимизации влияния адаптации к стрессу, связанному с процедурой введения, результаты тестов усредняли по данным всех 6 недель эксперимента.

По окончании периода воздействия животных подвергали эвтаназии, забирали кровь для биохимического анализа, готовили образцы назальных смывов [2] и мазков-отпечатков носовой полости для цитологического исследования [3], срезы тканей головного мозга для электронно-микроскопического изучения изменений миелиновых оболочек аксонов и состояния митохондрий нейронов (классификация [4]). Для идентификации НЧ и их локализации исследовали ультратонкие срезы двух отделов головного мозга – базальных ядер и обонятельных луковиц.

Статистическую значимость различий оценивали с использованием t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна – Уитни. Результаты сканирующей электронной микроскопии (далее – СЭМ) анализировали с помощью критерия согласия Пирсона (χ^2). Различие считалось статистически значимым при $p \leq 0,05$.

Размеры НЧ были охарактеризованы с использованием СЭМ. Используемые НЧ CuO имели средний диаметр (21 ± 4) нм, НЧ CdO – (65 ± 16) нм, НЧ PbO – $(49,6 \pm 16)$ нм, НЧ Fe₂O₃ – (18 ± 4) нм.

Электронно-микроскопическое исследование показало, что воздействие всех изучаемых металлооксидных НЧ вызывало ультраструктурные повреждения миелиновых оболочек. Наиболее распространенной аномалией было образование множественных кратеров разного диаметра. В нервных клетках выявлено НЧ PbO и НЧ Fe₂O₃, но не отмечено отложений НЧ CuO и НЧ CdO.

Исследование морфотипов митохондрий по классификации M. G. Sun и соавт. выявило статистически значимые различия между группами экспонированных и контрольных животных по критерию Пирсона (χ^2). В тканях базальных ганглиев головного мозга экспонированных животных доля митохондрий с нормальным морфотипом была ниже по сравнению с контрольной группой: «НЧ CuO» – на 61,28 %, «НЧ CdO» – на 29,0 %, «НЧ PbO» – на 20,7 %, «НЧ Fe₂O₃» – на 26,4 %. Под воздействием НЧ CuO и НЧ Fe₂O₃ отмечалось также возрастание доли нормально-везикулярного и везикулярного морфотипа митохондрий в сравнении с контролем (в 3,31 и 2,62 раза в группе «НЧ CuO» и на 31,9 и 10,0 % в группе «НЧ Fe₂O₃» соответственно). При экспозиции к НЧ CdO и НЧ PbO увеличивалось лишь соотношение нормально-везикулярного морфотипа (на 10,6 % и 27,9 % соответственно).

В образцах обонятельных луковиц наблюдались схожие тенденции: доля митохондрий нормального морфотипа под действием НЧ сокращалась (на 53,01 % в группе «НЧ CuO», на 35,0 % – «НЧ CdO», на 26,4 % – «НЧ PbO», на 36,4 % – «НЧ Fe₂O₃»), а нормально-везикулярного (в 1,67 раза в группе «НЧ CuO», на 34,3 % – «НЧ CdO», на 27,2 % – «НЧ PbO», на 19,8 % – «НЧ Fe₂O₃») и везикулярного – возрастала (в 2,25 раза в группе «НЧ CuO», на 24,4 % – «НЧ CdO», на 21,8 % – «НЧ Fe₂O₃»). Все указанные изменения были статистически значимы при $p < 0,05$ согласно критерию согласия Пирсона.

Со стороны биохимических и цитологических показателей были зарегистрированы негативные сдвиги в экспонированных группах. Наибольшее число отклонений отмечено в группе «НЧ PbO» (по 85 % показателей): снижение уровня восстановленного глутатиона, церулоплазмينا, активности сукцинатдегидрогеназы (далее – СДГ); тенденция к росту концентрации основного белка миелина и снижению SH-групп; сокращение числа клеток мерцательного эпителия на фоне увеличения лимфоцитов. НЧ CdO также оказывали негативное воздействие на антиоксидантную систему, сокращая уровень церулоплазмينا и активность СДГ. В группе «НЧ CuO» выявлено значительное увеличение доли лимфоцитов в цитограмме мазков-отпечатков носовой полости и сокращение макрофагов в риноцитологических смывах. НЧ Fe₂O₃ не вызвали никаких изменений по данным параметрам, за исключением подавления активности СДГ (таблица 1).

Таблица 1 – Биохимические и цитологические показатели экспериментальных крыс

Показатель	Экспериментальные группы				
	Контроль	Группы воздействия			
		НЧ CuO	НЧ CdO	НЧ PbO	НЧ Fe ₂ O ₃
Биохимические показатели					
SH-группы, ммоль/л	4,85 ± 1,00	5,18 ± 1,08	5,18 ± 1,02	3,07 ± 0,32	5,49 ± 0,96
Восстановленный глутатион в гемолизате крови. мкмоль/л	33,77 ± 4,69	34,03 ± 4,14	31,88 ± 3,23	14,61 ± 1,24 ^{1,2,3}	27,38 ± 2,56 ⁴

Показатель	Экспериментальные группы				
	Контроль	Группы воздействия			
		НЧ CuO	НЧ CdO	НЧ PbO	НЧ Fe ₂ O ₃
Каталаза в сыворотке крови, мкмоль/л	0,72 ± 0,10	0,76 ± 0,07	0,81 ± 0,03	0,96 ± 0,21 ^{1,2}	0,73 ± 0,08 ⁴
Малоновый диальдегид (МДА) в сыворотке крови, мкмоль/л	51,54 ± 9,30	34,70 ± 6,97	27,32 ± 9,05	35,56 ± 12,42	39,45 ± 7,31
Церулоплазмин в сыворотке крови, мг/%	80,61 ± 1,82	72,78 ± 3,96	64,82 ± 4,11 ¹	28,50 ± 3,48 ^{1,2,3}	76,46 ± 9,74 ⁴
Активность СДГ, число гранул формазана на 50 лимф	583,70 ± 6,24	471,52 ± 5,86 ¹	459,35 ± 6,17 ¹	550,65 ± 10,86 ^{1,2,3}	499,13 ± 7,91 ^{1,4}
Основной белок миелина, нг/мл	2,44 ± 0,43	2,12 ± 0,24	2,31 ± 0,33	3,70 ± 0,55 ^{2,3}	2,99 ± 0,60
<i>Показатели цитогаммы мазков-отпечатков носовой полости</i>					
Клетки мерцательного эпителия, %	93,20 ± 1,11	91,43 ± 2,01	92,14 ± 2,29	86,43 ± 2,82 ¹	92,86 ± 0,80
Лимфоциты, %	2,00 ± 0,32	4,71 ± 1,06 ¹	3,00 ± 0,90 ²	5,86 ± 1,30 ¹	3,14 ± 0,55
Сегментоядерные нейтрофилы, %	2,00 ± 0,32	2,29 ± 1,29	2,57 ± 1,11	5,71 ± 1,54 ¹	2,00 ± 0,31
Эозинофилы, %	1,40 ± 0,68	0,43 ± 0,20	0,86 ± 0,26	0,57 ± 0,20	0,57 ± 0,20
Моноциты, %	1,40 ± 0,24	1,14 ± 0,14	1,43 ± 0,30	1,43 ± 0,20	1,43 ± 0,30
<i>Риноцитологические показатели смывов из носовой полости</i>					
Клетки эпителия, %	20,56 ± 8,15	24,91 ± 4,78	12,33 ± 2,02 ²	41,26 ± 4,08 ^{1,3}	29,83 ± 12,84
Нейтрофилы, %	56,67 ± 8,61	64,53 ± 1,95	72,46 ± 4,63	41,18 ± 4,78 ^{2,3}	51,33 ± 10,11
Макрофаги, %	21,26 ± 2,13	9,37 ± 3,95 ¹	14,48 ± 3,80	17,40 ± 3,19	17,83 ± 5,51
Эозинофилы, %	1,51 ± 0,85	1,19 ± 0,58	0,73 ± 0,37	0,17 ± 0,17	1,00 ± 0,63
¹ статистически значимые отличия от контрольных показателей; ² от группы «НЧ CuO»; ³ от группы «НЧ CdO»; ⁴ от группы «НЧ PbO».					

Парадоксальным образом, несмотря на минимальные биохимические и цитологические сдвиги, наиболее выраженные негативные изменения поведенческих реакций наблюдались в группе «НЧ Fe₂O₃»: отмечена тенденция к снижению общей двигательной активности, подавление исследовательского поведения (сокращение числа опусканий головы в «норки», подъемов корпуса и головы, обнюхивания отверстий). В группе «НЧ CuO» также выявлены значительные сдвиги – сокращение числа горизонтальных движений, заглядываний в «норки», общей двигательной активности на фоне роста уровня тревожности (увеличение числа дефекаций). Воздействие НЧ CdO вызывало сокращение количества подъемов головы и корпуса, а НЧ PbO не приводило к значимым изменениям (таблица 2).

Таблица 2 – Поведенческие показатели экспериментальных животных

Показатель	Экспериментальные группы				
	Контроль	Группы воздействия			
		НЧ CuO	НЧ CdO	НЧ PbO	НЧ Fe ₂ O ₃
Суммационно-пороговый показатель	11,63 ± 0,43	10,94 ± 0,36	10,56 ± 0,38	11,89 ± 0,38 ³	10,93 ± 0,34
Подъемы головы	6,94 ± 0,93	6,73 ± 0,86	4,17 ± 0,48 ^{1,2}	5,75 ± 0,76	3,60 ± 0,66 ^{1,2,4}
Подъемы корпуса	0,86 ± 0,15	0,60 ± 0,17	0,35 ± 0,10 ¹	0,51 ± 0,15	0,21 ± 0,06 ^{1,2}
Горизонтальные движения	12,54 ± 0,88	8,90 ± 0,74 ¹	12,43 ± 0,99 ²	11,24 ± 0,94	6,00 ± 0,52 ^{1,2,3,4}
Заглядывания в «норки»	8,83 ± 0,60	6,60 ± 0,46 ¹	8,15 ± 0,62 ²	7,40 ± 0,44	4,83 ± 0,38 ^{1,2,3,4}
Обнюхивание отверстий	8,74 ± 0,77	7,25 ± 0,69	6,83 ± 0,71	8,46 ± 0,77	3,26 ± 0,52 ^{1,2,3,4}
Грумминг (5 сек – 1 балл)	0,68 ± 0,09	0,75 ± 0,18	0,87 ± 0,14	0,46 ± 0,11 ⁰	0,80 ± 0,18
Дефекации	0,60 ± 0,12	1,04 ± 0,18 ¹	0,93 ± 0,18	0,83 ± 0,17	0,77 ± 0,14

Показатель	Экспериментальные группы				
	Контроль	Группы воздействия			
		НЧ CuO	НЧ CdO	НЧ PbO	НЧ Fe ₂ O ₃
Общая двигательная активность	38,58 ± 2,34	30,82 ± 2,23 ¹	32,80 ± 2,27	33,83 ± 2,06	18,70 ± 1,62 ^{1,2,3,4}
¹ отмечены статистически значимые отличия от контрольных показателей; ² от группы «НЧ CuO»; ³ от группы «НЧ CdO»; ⁴ от группы «НЧ PbO».					

Наблюдаемые различия в проявлении интоксикации НЧ могут объясняться их уникальными свойствами и их избирательным механизмом нейротоксичности, а также химической природой и размерами. Сравнительный анализ между экспериментальными группами выявил специфические паттерны токсического ответа, отражающие различия в механизмах нейротоксичности изучаемых НЧ.

НЧ Fe₂O₃, судя по их отложениям в клетках нервной ткани, вероятно, способны проникать непосредственно из носовой полости в обонятельные луковицы и другие отделы мозга, не вызывая явного системного воспаления или окислительного стресса, так как их путь очень локализован. Помимо этого, в организме имеются системы метаболизма железа, поэтому на начальных этапах НЧ Fe₂O₃ могут не восприниматься как прямая угроза, что вкуче приводит к менее выраженному ответу со стороны биохимического и цитологического профиля. Однако их накопление в клетках головного мозга индуцирует изменение морфологии митохондрий, ведущее к нарушению их нормального функционирования и, как следствие, к дегенерации миелиновой оболочки нервных волокон, зависимых от энергии митохондрий. Отложение НЧ в обонятельных луковицах – ключевом отделе обработки информации о запахах, связанном с лимбической системой, которая отвечает за память и поведение, обуславливает и серьезные отклонения показателей поведенческих тестов.

Проведенное межгрупповое сравнение позволило выявить, что наибольшее количество негативных биохимических и цитологических сдвигов обнаруживалось в группе «НЧ PbO» по сравнению с другими экспонированными группами, но при этом изменения со стороны поведенческих реакций были незначительны. Вероятно, это связано со способностью данных НЧ легко растворяться в биосредах с высвобождением ионов свинца, которые действуют как системный яд, нарушая работу ферментов и вызывая местное воспаление. Они неспецифически связываются с SH-группами ферментов, нарушая работу антиоксидантной системы, синтез гема и многие другие метаболические пути. Хотя часть НЧ все же проникает и откладывается в клетках мозга, приводя к повреждению структуры миелина и изменению мембран митохондрий, однако доля нарушенных органелл в группе «НЧ PbO» ниже по сравнению с остальными экспонированными группами. Вероятно, эти повреждения недостаточны для серьезных поведенческих нарушений или специфичны для когнитивных функций, не оцененных в рамках данного исследования.

Воздействие НЧ CdO вызывало умеренные биохимические сдвиги, не накапливаясь в тканях мозга, но повреждая миелиновую оболочку нервных волокон и смещая соотношение морфотипов митохондрий. Это может быть связано с их более медленным растворением и, как следствие, менее выраженным системным действием. Относительно крупный размер исследуемых НЧ CdO может затруднять его проникновение в ткани мозга непосредственно через ГЭБ, но при этом наблюдаемое повреждение миелиновой оболочки нервных волокон и сокращение нормальных морфотипов митохондрий может достигаться путем кадмий-индуцированного выброса провоспалительных цитокинов. Некоторый процент НЧ, недостаточный для накопления, но достаточный для повреждения миелина, вероятно, способен транспортироваться по обонятельному нерву, минуя ГЭБ.

НЧ CuO, как и НЧ PbO, обладают высоким ионным потенциалом, но имеют отличия по кинетике и локализации этого процесса. Оседая на слизистой, НЧ CuO растворяются, что сопровождается генерацией ионов и свободных радикалов, это вызывает локальное воспаление, что проявляется в увеличении лимфоцитов в мазках-отпечатках. При этом сокращение макрофагов в смывах из носовой полости говорит об их гибели в результате воспалительной реакции и поглощения частиц и ионов. Такой клеточный ответ эффективно подавляет системное распространение ионов меди, поэтому значительного повышения маркеров окислительного стресса не происходит. Однако провоспалительные медиаторы могут проникать в мозг, вызывая нейровоспаление, обуславливающее развитие аномалий миелиновой оболочки аксонов, изменение ультраструктуры митохондрий и поведенческих реакций.

Полученные в ходе исследования данные демонстрируют, что нейротоксические эффекты металлооксидных НЧ могут реализовываться различными путями, которые определяются их физико-химическими свойствами. Наблюдаемые проявления интоксикации свидетельствуют о том, что ЦНС может быть мишенью

воздействия НЧ даже на низких уровнях воздействия. Результаты проведенной работы обуславливают необходимость комплексного подхода для оценки риска НЧ, а также дополнительных исследований закономерностей их распределения.

Литература

1. International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals // Council for International Organizations for Medical Science, International Council for Laboratory Animal Science. – URL: https://grants.nih.gov/grants/olaw/guiding_principles_2012.pdf (date of access: 15.09.2025).
2. Bogaerts, P. A. Value of nose cytology as a diagnostic aid / P. A. Bogaerts, P. A. Clement // *Acta oto-rhino-laryngologica Belgica*. – 1981. – Vol. 35. iss. 1. – P. 67–73.
3. Применение цитологического метода исследования мазков у экспериментальных животных для оценки токсического действия металлосодержащих наночастиц / Р. Р. Сахаутдинова, М. П. Сутункова, И. А. Минигалиева, Т. В. Бушуева // *Гигиена и санитария*. – 2020. – Т. 99, № 1. – С. 120–124.
4. Correlated three-dimensional light and electron microscopy reveals transformation of mitochondria during apoptosis / M. G. Sun, J. Williams, C. Munoz-Pinedo [et al.] // *Nature Cell Biology*. – 2007. – Vol. 9. – P. 1057–1065. – DOI: 10.1038/ncb1630.

Поступила 30.09.2025

НАПРАВЛЕНИЕ «ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ВИРУСОЛОГИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ»

АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПРОТЕЙНОЙ ИНФЕКЦИИ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ АМБУЛАТОРНЫХ ПАЦИЕНТОВ

Анискович Е. Д., aniskovich@belriem.by,
Пугач В. В., pugach@belriem.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время роль условно-патогенных микроорганизмов в патологии человека ежегодно возрастает. Одной из групп условно-патогенных микроорганизмов, характеризующихся наиболее выраженной клинико-эпидемиологической значимостью в патологии человека, являются бактерии порядка *Enterobacterales*, способные обуславливать широкий спектр инфекционных заболеваний, отличающихся многообразием форм клинической манифестации и различной степенью тяжести. Одним из значимых в патологии человека родов энтеробактерий являются *Proteus spp.* [1].

Бактерии рода *Proteus* являются частью нормальной кишечной микрофлоры теплокровных животных и человека, широко распространены в окружающей среде. Роль протеев в патогенезе инфекционных заболеваний как внебольничного происхождения, так и инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, обусловлена их биологическими особенностями и широким адаптационным потенциалом.

Proteus spp. являются частой причиной урогенитальных, раневых и ожоговых инфекций, инфекций дыхательных путей как внебольничного, так и внутрибольничного происхождения. Так, по литературным данным, доля протеев среди микроорганизмов, выделенных из раневого содержимого за период с 2012 по 2020 гг. на территории Республики Беларусь, составила 11,4 % [2].

Основным средством лечения бактериальных инфекций являются антибиотики, однако в результате их широкого применения в медицине и других отраслях (ветеринария, сельское хозяйство и др.) количество устойчивых представителей порядка *Enterobacterales* существенно возросло.

Ввиду высокого медицинского и социального значения резистентных бактерий в 2024 г. Всемирная организация здравоохранения обновила список приоритетных бактериальных патогенов. К критическому уровню приоритетности были отнесены бактерии порядка *Enterobacterales*, устойчивые к цефалоспорином III поколения, а также энтеробактерии, устойчивые к карбапенемам [3]. Таким образом бактерии рода *Proteus* относятся к группе микроорганизмов, характеризующихся высоким уровнем медико-социальной значимости ввиду широкого распространения в их популяции множественной лекарственной устойчивости. Эти микроорганизмы представляют наиболее высокую опасность для пациентов больниц и лечебно-реабилитационных центров, а также для пациентов, подключенных к аппаратам искусственной вентиляции легких или имеющих установленные венозные катетеры.

Цель настоящего исследования – изучить выявляемость и оценить чувствительность к антибиотикам клинических штаммов *Proteus spp.*, выделенных из биологического материала в период с января 2023 г. по июнь 2025 г.

За проанализированный период в инновационную лабораторию научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – НИИ ГТ ЭВМ) на микробиологические исследования поступило 23911 проб биологического материала от амбулаторно обследованных пациентов. Для выделения микроорганизмов, присутствующих в пробах, применяли стандартные методы [4]. Определение чувствительности выделенных штаммов осуществляли с использованием диско-диффузионного метода (метод Кирби – Бауэра) с последующей интерпретацией результатов в соответствии с критериями Европейского комитета по тестированию чувствительности к противомикробным средствам. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с вероятностью безошибочного прогноза 95 %.

При анализе половой структуры амбулаторно обследованных пациентов, от которых поступали на исследование пробы биологического материала, было установлено, что большая часть проб ($59,54 \pm 0,62$ %),

n = 14236) поступала от пациентов женского пола. Доля проб, полученных от пациентов мужского пола, составила $(37,39 \pm 0,61) \%$, n = 8941). В $(3,07 \pm 0,22) \%$, n = 734) случаев пол пациента указан не был.

Анализ возрастной структуры пациентов исследованной выборки показал, что большая часть проб $(85,27 \pm 0,45) \%$, n = 20388) поступала от пациентов в возрасте 18 лет и старше, в то время как на долю проб, полученных от лиц в возрасте младше 18 лет, приходилось $(14,59 \pm 0,45) \%$, n = 3488). В $(0,15 \pm 0,05) \%$, n = 35) случаев возраст пациента указан не был.

Чаще всего амбулаторно обследованные пациенты НИИ ГТ ЭВМ обращались по поводу проведения микробиологических исследований отделяемого ЛОР-органов (отделяемое носоглотки, уха и т. д.) – доля полученных проб соответствующих видов биоматериала составила $(48,91 \pm 0,63) \%$, n = 11694). Иные виды биологического материала, поступавшего на исследование, были представлены преимущественно мочой $(22,26 \pm 0,53) \%$, n = 5322), отделяемым половых органов $(15,06 \pm 0,45) \%$, n = 3601) и фекальными образцами $(11,42 \pm 0,40) \%$, n = 2731). Реже всего пациенты обращались по поводу проведения микробиологических исследований из прочего биологического материала (отделяемое глаз, ран, очагов поражения, суставная жидкость, грудное молоко и т. д.), на долю которого приходилось $(2,35 \pm 0,19) \%$, n = 563) проб.

Результаты проведенных исследований показали, что условно-патогенные и патогенные микроорганизмы присутствовали в $(67,58 \pm 0,59) \%$ исследованных проб (n = 16160), среди которых микроорганизмы рода *Proteus* были выявлены в 381 образце, что составляет $(2,36 \pm 0,23) \%$.

При анализе половой структуры пациентов, от которых были получены пробы биоматериала, содержавшие *Proteus spp.*, было установлено, что вклад обеих половых групп в общую половую структуру был сопоставим – $(46,72 \pm 5,01) \%$ (n = 178) проб были получены от пациентов мужского пола и $(49,34 \pm 5,02) \%$ (n = 188) от пациентов женского пола. В $(3,94 \pm 1,95) \%$ (n = 15) проб, из которых были выделены штаммы протеев, пол пациента указан не был.

Большая часть $(82,94 \pm 3,78) \%$, n = 316) штаммов протеев была выделена из биологического материала, поступившего от пациентов в возрасте 18 лет и старше. На долю проб, полученных от пациентов в возрасте младше 18 лет и содержащих микроорганизмы рода *Proteus*, пришлось $(16,80 \pm 3,75) \%$ (n = 64). Для одной из проб биоматериала, из которой был выделен штамм протеев, возраст пациента указан не был $(0,26 \pm 0,51) \%$.

При анализе структуры биоматериала, в котором были выявлены *Proteus spp.*, было установлено, что большая часть выявленных штаммов протеев была получена из образцов мочи – $(55,91 \pm 4,99) \%$ (n = 213). В ином биологическом материале протеев выделялись заметно реже: так, на штаммы, выделенные из отделяемого половых органов, приходилось $(21,26 \pm 4,11) \%$ (n = 81), из отделяемого ЛОР-органов – $(10,76 \pm 3,11) \%$ (n = 41), из фекальных образцов – $(10,24 \pm 3,04) \%$ (n = 39), а из прочего биологического материала – $(1,84 \pm 1,35) \%$ (n = 7).

Чувствительность выделенных штаммов *Proteus spp.* определялась к шести антибиотикам пяти классов: ингибитор-незащищенные (ампициллин) и ингибитор-защищенные (амоксиклав/клавуланат) аминопенициллины, цефалоспорины III поколения (цефотаксим), карбапенемам (меропенем), фторхинолонам (офлоксацин) и аминогликозидам (гентамицин).

Среди всех выделенных протеев 67 штаммов $(17,59 \pm 3,82) \%$ были чувствительны ко всем включенным в исследование антибиотикам. Половая и возрастная структура пациентов, в пробах которых были выделены чувствительные ко всем включенным в исследование антибиотикам штаммы протеев, а также структура биологического материала, из которого были выделены чувствительные штаммы, представлена на рисунке 1.

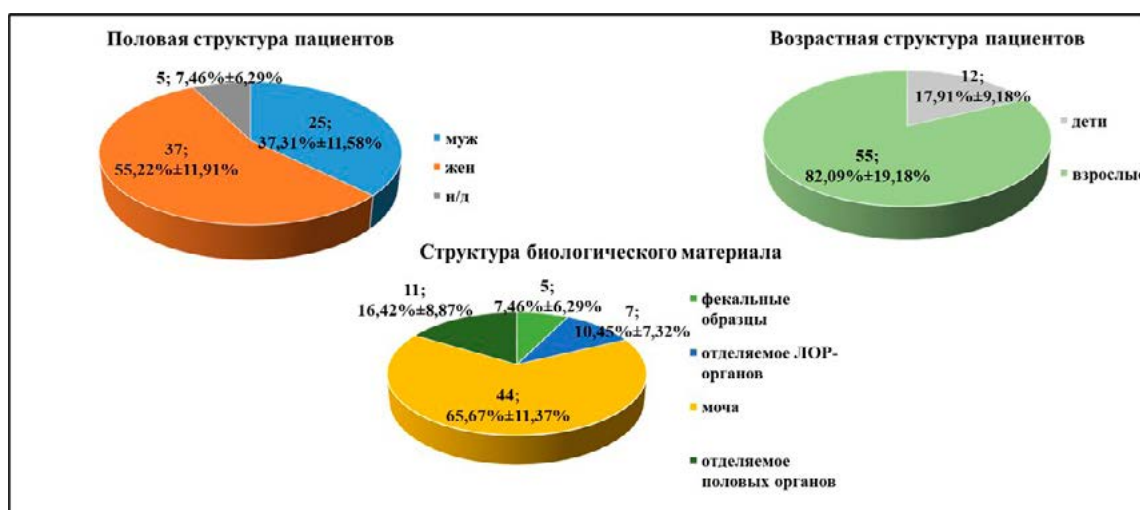


Рисунок 1 – Характеристика проб биоматериала, из которых были выделены чувствительные ко всем испытанным противомикробным средствам штаммы *Proteus spp.*

Таким образом, в половой структуре пациентов, в биоматериале которых содержались чувствительные ко всем исследованным антибиотикам штаммы протеев, превалируют пробы, полученные от женщин. В возрастной структуре пациентов, в биоматериале которых содержались чувствительные ко всем исследованным антибиотикам штаммы протеев, превалируют пробы, полученные от пациентов в возрасте 18 лет и старше. Чувствительные ко всем протестированным противомикробным средствам штаммы *Proteus spp.* чаще выделялись из мочи.

За исследованный период был выделен один штамм ($0,26 \pm 0,51\%$) протеев, характеризовавшийся устойчивостью ко всем протестированным противомикробным средствам. Данный штамм был выделен из мочи взрослого амбулаторно обследованного пациента женского пола.

В ($4,72 \pm 2,13$) % ($n = 18$) проб были выявлены бактерии рода *Proteus*, чувствительные к карбапенемам и устойчивые ко всем остальным протестированным классам антибиотиков.

Чувствительность штаммов микроорганизмов рода *Proteus* в отношении отдельных антибиотиков представлена на рисунке 2.

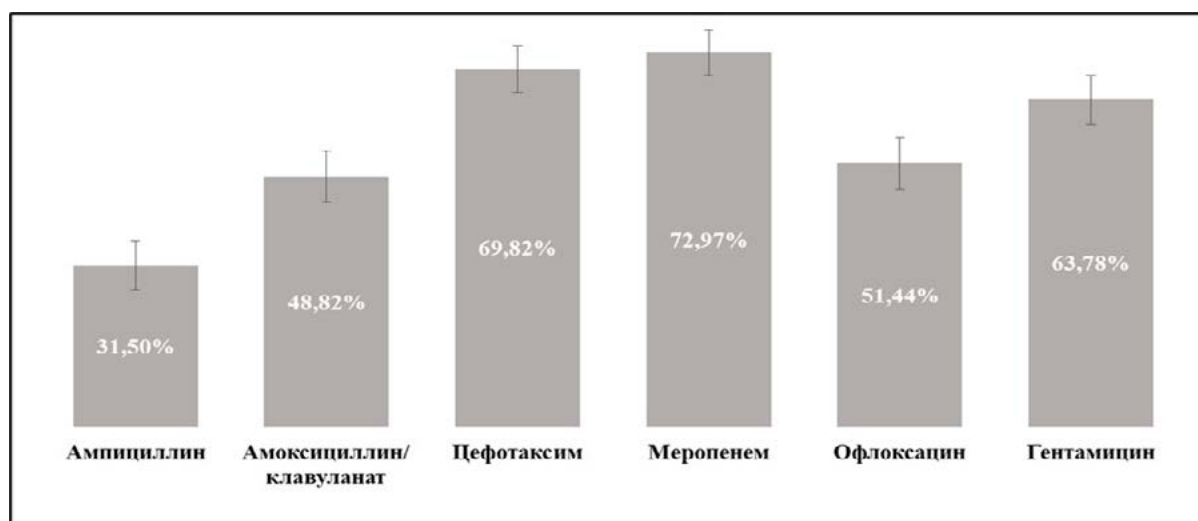


Рисунок 2 – Доля чувствительных к включенным в исследование противомикробным средствам штаммов *Proteus spp.*

На основании представленных на рисунке 2 данных можно заключить, что устойчивость выделенных штаммов протеев варьировала от ($27,03 \pm 4,46$) % ($n = 103$) к карбапенемам до ($68,50 \pm 4,66$) % ($n = 261$) к ингибитор-незащищенным аминопенициллинам. Резистентность к остальным протестированным классам антибиотиков составила ($30,18 \pm 4,61$) % ($n = 115$) к цефалоспорином III поколения, ($36,22 \pm 4,83$) % ($n = 138$) к аминогликозидам, ($48,56 \pm 5,02$) % ($n = 185$) к фторхинолонам, ($51,18 \pm 5,02$) % ($n = 195$) к ингибитор-защищенным аминопенициллинам.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют об относительно невысокой выявляемости *Proteus spp.* в биоматериале амбулаторно обследуемых пациентов, при этом чаще всего возбудители протейной инфекции выявлялись в образцах мочи. В целом, чувствительность протеев к наиболее широко применяемым в медицинской практике антибиотикам снижена. Доля резистентных к цефалоспорином III поколения и карбапенемам штаммов *Proteus spp.* относительно высока (около 30 %), что в совокупности с выявлением резистентного ко всем включенным в исследование антибиотикам штамма, а также штаммов, устойчивых ко всем антибиотикам, кроме карбапенемов, вызывает беспокойство и требует проведения дополнительных исследований, в том числе с применением молекулярно-генетических методов определения чувствительности к противомикробным средствам для оценки распространенности в Республике Беларусь экстремально резистентных бактерий рода *Proteus* и эффективного управления рисками, ассоциированными с этой инфекционной патологией.

Литература

1. Эсауленко, Е. В. Возрастающая роль инфекционных болезней в современном мире и значимость непрерывного медицинского образования специалистов для успешной борьбы с ними / Е. В. Эсауленко // Вестник Новгородского государственного университета. – 2020. – № 3 (119). – С. 4–9.

2. Характер раневой микрофлоры и резистентность к антибиотикам: результаты мониторинга 2012–2020 гг. / Л. П. Титов, В. А. Горбунов, А. Н. Хархаль [и др.] // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 58–70.

3. WHO Bacterial Priority Pathogens List, 2024: bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance / World Health Org. – Geneva : WHO, 2024. – 56 p. – URL: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/1a41ef7e-dd24-4ce6-a9a6-1573562e7f37/content> (date of access: 15.09.2025).

4. Микробиологические методы исследования биологического материала : инструкция по применению : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 19 марта 2010 г. № 075-0210 / Коломиец Н. Д., Тонко О. В., Сорокая Т. И., Марейко А. М., Литиновская Л. Г., Ермакова Т. С., Колодкина В. Л., Сергейчик Н. Л., Левшина Н. Н., Славинская А. А., Точко Н. И., Войтик С. Б., Новомлинова Л. В., Шитикова П. В., Ключко Н. Л., Куличковская И. В. ; учреждения-разраб. Белорус. мед. акад. последиплом. образования, Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья [и др.] // Нац. антидопинговая лаб. – URL: <https://url-shortener.me/6DR7> (дата обращения: 15.09.2025).

Поступила 30.09.2025

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПОЛИОМАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Аринович А. С., office@belriem.by,

Амвросьева Т. В., д. м. н., профессор, office@belriem.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Роль полиомавирусов (далее – ПВ), а именно вирусов, впервые выявленных у пациента Джона Каннингема (далее – JCV) и пациента В.К. (далее – ВКВ), в развитии неврологических заболеваний все больше подтверждается различными исследованиями, в частности, в отношении прогрессирующей мультифокальной лейкоэнцефалопатии (далее – ПМЛ).

ВКВ и JCV являются представителями семейства *Polyomaviridae*. Инфицирование ими довольно распространено в человеческой популяции. Как JCV, так и ВКВ попадают в организм человека чаще в детском возрасте. Имея сродство к клеткам, находящимся в дыхательных путях, они вызывают клинические проявления, сходные с простудой. ПВ, в том числе, имеют тропность к эндотелию, выстилающему внутреннюю поверхность кровеносных микрососудов. Его инфицирование вызывает иммунный ответ в соответствующих клетках, что, вероятно, обеспечивает первичную иммунную защиту организма от папилломавирусной инфекции (далее – ПВИ). После первичного инфицирования развивается латентная инфекция, при которой вирусы остаются в клетках мочевыводящих путей, в основном, почках. В эпителиальных клетках проксимальных канальцев почек не происходит интерфероновый ответ на проникновение ПВ [1]. ПВ-латенция может иметь место также и в В-лимфоцитах, клетках селезенки, головного мозга. Реактивация ПВИ, как правило, происходит в условиях сильной иммуносупрессии на фоне ВИЧ-инфекции, в посттрансплантационном периоде, при сахарном диабете, беременности, терапии онкологических, аутоиммунных заболеваний и др., что может приводить к серьезным неврологическим последствиям.

В работах некоторых авторов показано, что у JCV-инфицированных В- и другие моноклеарные клетки играют основную роль в транспорте и реактивации данного вируса в центральной нервной системе (далее – ЦНС). Оказавшись в ЦНС в результате первичного инфицирования, либо вследствие спонтанной локальной реактивации (у ВИЧ-инфицированных пациентов), JCV поражает олигодендроциты, ответственные за выработку миелина, астроциты, а также нейроны гранулярных клеток. В результате поражения ЦНС у пациентов развивается ПМЛ. ПМЛ – это редкое, быстро прогрессирующее инфекционное, демиелинизирующее инвалидизирующее и часто фатальное заболевание. Большинство пациентов с развивающейся ПМЛ имеют ослабление клеточного иммунитета, вызванное СПИД (наиболее распространенный фактор риска), расстройствами ретикулоэндотелиальной системы (лейкемия, лимфома), другими состояниями (синдром Вискотта-Олдрича, трансплантация органов). Около 24 % ПМЛ-пациентов, получающих в качестве терапии рассеянного склероза натализумаб, умирают. ПМЛ приводит к тяжелой неврологической инвалидизации и смертности до 30–50 %. Несмотря на исследования, в которых сообщалось об использовании внутривенного иммуноглобулина (далее – ВВИГ), мефлохина, миртазапина, цидофовира и бринцидофовира при ПМЛ,

общая клиническая эффективность этих методов лечения оказалась противоречивой. Данные методы были эффективны лишь *in vitro*, но не в рамках клинических испытаний. В 2021 г. был описан случай улучшения течения ПМЛ у пациента с системной красной волчанкой на фоне лечения пембролизумабом – наблюдался отсроченный, но эффективный клинический ответ после длительной интенсивной терапии. Перспективным оказалось и применение донорских ВКV-специфических цитотоксических лимфоцитов [2, 3].

ВКV, в первую очередь, ассоциируется с полиомавирус-ассоциированной нефропатией у реципиентов почки. Однако в последнее время появляется все больше описаний клинических случаев с неврологическими проявлениями данной инфекции. Хотя ВКV поражает преимущественно почечный эпителий, некоторые исследования установили его присутствие в образцах при поражении моста головного и спинного мозга у пациентов с предполагаемым менингитом или энцефалитом, менингоэнцефалитом (у пациента, находившегося на высокоактивной антиретровирусной терапии), а также при системной инфекции с поражением легких, почек и селезенки. В систематическом обзоре и метаанализе 2022 г. была показана значительная связь между ПВИ и опухолями головного мозга. Более того, эти результаты свидетельствовали о том, что ПВИ может быть потенциальным фактором риска развития рака головного мозга [2, 4]. И все же, несмотря на вышеупомянутые данные, подтверждений этиологической роли ПВ при обнаружении их ДНК в образцах ликвора от пациентов с различными нейропатологиями (кроме ПМЛ), на настоящий момент не имеется. В нашей стране эта проблема практически не изучалась.

Целью настоящей работы было изучение частоты выявления ВКV и JCV в ликворе пациентов с заболеваниями ЦНС и вторичными неврологическими осложнениями, находившихся на лечении в учреждениях здравоохранения Республики Беларусь в период 2017–2025 гг.

Всего исследовано 76 образцов ликвора от 69 пациентов: 19 – ВИЧ+ с подозрением на ПМЛ, 3 – с рассеянным склерозом, 14 – с подозрением на ПМЛ, 1 – с неуточненным энцефалитом, 3 – с менингоэнцефалитом, 4 – с неврологическими осложнениями и мультифокальным поражением головного мозга (признак ПМЛ) при гемолитико-уремическом синдроме (1), системном саркоидозе (1), В-клеточной лимфоме (1), сепсисе с развившимся менингитом и энцефалитом (1), а также от 25 детей с неврологическими клиническими проявлениями до/после трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (далее – ГСК).

Выделение ДНК/РНК осуществляли с использованием наборов «РИБОпреп» (Амплисенс, Россия) и «НК-экстра» (ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – РЦГЭиОЗ), Республика Беларусь). Выявление ДНК ВКV, JCV проводили методом ПЦР в режиме реального времени согласно разработанной методике определения ДНК полиомавирусов (ВК и JС вирусов). Количественную детекцию ВКV и JCV осуществляли с использованием «Набора реагентов для выявления и количественного определения ДНК ВКV методом полимеразной цепной реакции с гибридизационно-флуоресцентной детекцией» и «Набора реагентов для выявления и количественного определения ДНК ВК вируса (ВКV), JС вируса (JCV) и аденовирусов (AdV) методом ПЦР с гибридизационно-флуоресцентной детекцией «ВКV-JCV-AdV» (РЦГЭиОЗ, Республика Беларусь). Постановку ПЦР в реальном времени проводили на амплификаторах RotorGeneQ (Corbett Life Sciences, Австралия), CFX96 Real-TimeSystem (Bio-Rad, США), Quant Studio 5 (Thermo Scientific, США).

В результате выполненных исследований ДНК ПВ была обнаружена у 8,7 % обследованных пациентов ($n = 69$). При этом у 5,8 % из них выявлен только JCV, у 1,45 % – только ВКV. У 1,45 % пациентов в исследуемых образцах присутствовала ДНК обоих вирусов.

У одного JCV+ пациента (с 4-ой клинической стадией ВИЧ-инфекции) вирусная нагрузка составила $1,3 \times 10^4$ ГЭ/мл. Еще у двух ВИЧ-положительных пациентов, у которых стадия инфекции требовала уточнения, вирусные нагрузки оказались несколько выше – $1,8 \times 10^5$ ГЭ/мл и 1×10^6 ГЭ/мл. В ликворе другого пациента с мультифокальным поражением головного мозга на фоне лечения индолентной В-клеточной лимфомы 4 стадии (с поражением костного мозга, селезенки, лимфоузлов ворот печени) был обнаружен JCV в концентрации $5,8 \times 10^5$ ГЭ/мл, что было выявлено в рамках проведенной дифференциальной диагностики между ПМЛ и опухолевым поражением головного мозга, как осложнения основного заболевания.

Еще 2 случая наличия ПВ были выявлены у детей. Так, сочетанная реактивация ВКV и JCV обнаружена у ребенка с X-сцепленной адренолейкодистрофией – тяжелым наследственным нейродегенеративным заболеванием, при котором в организме накапливается большое количество насыщенных длинноцепочечных жирных кислот, что вызывает повреждение белого вещества головного мозга и коры надпочечников. При этом вирусные нагрузки составили $1,2 \times 10^4$ ГЭ/мл и 1×10^4 ГЭ/мл для ВКV и JCV, соответственно. Параллельные исследования мочи и плазмы крови от этого ребенка в тот же день показали наличие ВКV-вирурии (более 1×10^{11} ГЭ/мл), ВКV-виремии ($1,7 \times 10^5$ ГЭ/мл), JCV-вирурии (1×10^{12} ГЭ/мл) на фоне отсутствия JCV-виремии за весь период наблюдения. При контрольном исследовании (спустя 23 дня после выявления ПВ в ликворе) результат повторной ПЦР-диагностики на предмет наличия ДНК JCV был уже отрицательным, а концентрация ДНК ВКV снизилась до $3,1 \times 10^3$ ГЭ/мл. В этом случае можно предположить, что у данного пациента могла иметь место как активная репликация ПВ в ЦНС, так и заброс клеток периферической крови, содержащей зараженные ПВ В-лимфоциты, в исследованные образцы ликвора.

У второго ребенка с острым лимфобластным лейкозом, по причине которого была проведена трансплантация ГСК, после чего развился ассоциированный с вирусом Эпштейна-Барр лимфопролиферативный синдром, в ликворе были детектированы ВКВ ($3,9 \times 10^3$ ГЭ/мл) и ВЭБ ($<10^3$ копий/мл), а в плазме крови – ВКВ ($7,3 \times 10^7$ ГЭ/мл). В момент забора образцов во время посттрансплантационной терапии данного пациента он применял дексаметазон.

Представленные результаты, полученные на ограниченной случайной выборке взрослых пациентов и детей с заболеваниями ЦНС и вторичными неврологическими осложнениями основных заболеваний, указывают на наличие у них ВКВ/JCV инфекции и диктуют необходимость продолжения исследований в данном направлении с расширением количественного состава обследуемых групп для понимания роли данных возбудителей в развитии неврологической патологии.

Литература

1. Human polyomavirus BKV infection of endothelial cells results in interferon pathway induction and persistence / P. An, M. T. Sáenz Robles, A. M. Duray [et al.] // PLoS pathogens. – 2019. – Vol. 15, iss. 1. – Art. № e1007505. – DOI: 10.1371/journal.ppat.1007505.
2. Atkinson, A. L. Fifty Years of JC Polyomavirus: A Brief Overview and Remaining Questions / A. L. Atkinson, W. J. Atwood // Viruses. – 2020. – Vol. 12, iss. 9. – Art. № 969. – DOI: 10.3390/v12090969.
3. Allogeneic BK virus-specific T-cell treatment in 2 patients with progressive multifocal leukoencephalopathy / F. Hopfner, N. Möhn, B. Eiz-Vesper [et al.] // Neurology: Neuroimmunology & Neuroinflammation. – 2021. – Vol. 8, iss. 4. – Art. № e1020. – DOI: 10.1212/NXI.0000000000001020.
4. Association between human polyomavirus infection and brain cancer: a systematic review and meta-analysis / F. Goudarzi Far, V. Tambrchi, R. Nahid Samiei [et al.] // Microbial Pathogenesis. – 2022. – Vol. 173, Pt. A. – Art. № 105797. – DOI: 10.1016/j.micpath.2022.105797.

Поступила 30.09.2025

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУНОДОМИНАНТНЫХ БЕЛКОВ ВИРУСА ГЕПАТИТА А

*Бельская И. В., konf2025@belriem.by,
Казловский И. С., к. б. н., доцент, konf2025@belriem.by,
Амвросьева Т. В., д. м. н., профессор, konf2025@belriem.by,
Поклонская Н. В., к. б. н., konf2025@belriem.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Вирусный гепатит А (далее – ГА) остается актуальной инфекцией с ежегодной регистрацией более 170 млн случаев заболевания по всему миру, включая крупные вспышки в странах с высоким уровнем жизни (США – до 43000 случаев, Европа – ~4500). Ключевым маркером острого вируса ГА (далее – ВГА) является присутствие в сыворотке вирусспецифических IgM, которые обнаруживаются у заболевших практически одновременно с возникновением клинических проявлений болезни.

Несмотря на значимость проблемы вирусного ГА, в Беларуси отсутствуют отечественные тест-системы для серологической диагностики данного заболевания. Реализованные ранее на территории нашей страны технологии обнаружения вирусспецифических антител (далее – АТ) к ВГА были основаны на цельновирионных антигенах, получаемых путем культивирования вируса, что затрудняло масштабирование производства [1].

Альтернативой применению вирусных частиц при создании серодиагностических наборов являются рекомбинантные полипептиды. Они способны обеспечить высокую чувствительность и специфичность в условиях исключения трудностей, ассоциированных с культивированием вируса.

В составе полипротеина ВГА идентифицирован 41 антигенный домен, 19 из которых локализованы в структурных, а 22 – в неструктурных белках вируса. Пять доменов являются иммунодоминантными, обеспечивающими наиболее сильные иммунные взаимодействия. Один из них локализован в белке VP2 (57-90 аминокислотных остатков (далее – а. о.)), следующий – содержит С-концевой участок VP1 и N-концевой фрагмент белка 2A (767-842 а. о.). Третий эпитоп расположен в С-концевой части белка 2С и N-концевой части белка

3А (1403-1456 а. о.), четвертый включает почти полный белок 3В (1500-1519 а. о.), пятый – С-концевую область белка 3С и N-концевую часть белка 3D.

Получение рекомбинантных антигенов ВГА возможно в различных системах экспрессии, включая клетки насекомых, растений и бактерий *Escherichia coli*. Наиболее предпочтительной является прокариотическая система на основе бактерий кишечной палочки. Однако она сопряжена с проблемой накопления рекомбинантных белков в тельцах включения и трудностями их растворения без потери антигенной активности из-за некорректного фолдинга макромолекулы [2]. Современные подходы, такие как получение отдельных эпитопов, использование векторов холодного шока и альтернативные методы очистки, позволяют преодолеть эти трудности и обеспечить получение функциональных рекомбинантных антигенов.

Принимая во внимание преимущества использования рекомбинантных белков ВГА при создании средств лабораторной диагностики по сравнению с цельноклеточным компонентом, их получение и изучение антигенных свойств представляется перспективным направлением исследований.

Настоящая работа посвящена разработке технологии получения иммунодоминантных белков ВГА на основе векторов прокариотической экспрессии семейств pET и pColdI в клетках *E. coli* ArcticExpress (DE3).

Выбор потенциальных ВГА-специфических антигенов был основан на уже известных данных о расположении иммуогенных эпитопов в пределах полипротеина вируса. При этом фланкирование регионов осуществляли таким образом, чтобы предотвратить нарушение структуры определенных с помощью сервиса «Predicted antigenic peptides» антигенных (далее – АГ) детерминант, закодированных в первичной аминокислотной последовательности (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика модельных ВГА-специфических белков, содержащих иммунодоминантные антигенные детерминанты

Название модельного белка	Размер АГ-кодирующего фрагмента	А. о. в пределах полипротеина	Индекс антигенности	Содержание АГ-детерминант в соответствии с алгоритмом Коласкара и Тонгаонкара	Расчетная молекулярная масса белка, кДа
VP4/VP2	735 п.о.	1-245	1,04	1-10	29,7
VP3	738 п.о.	246-492	1,04	11-19	30,2
VP1-A2	606 п.о.	655-857	1,02	28-35	25,6
3AGD	1065 п.о.	1405-1760	1,03	61-71	42,6
Nsp-chim, состоящий из Nsp1/2/3	915 п.о. (402/348/165 п.о.)	810-944, 1421-1531, 1712-1767	1,02	34-39,61-64,71-72	37

Клонирование фрагментов гена *HAVgs1* (GenBank Gene ID: 1493917), кодирующих аминокислотную последовательность ВГА-специфических полипептидов, осуществляли методом полимеразной цепной реакции со стадией обратной транскрипции с использованием ArtMix-RT ревертазы («АртБиотех», Республика Беларусь). Источником гена служила геномная РНК ВГА, выделенная из образцов биологического материала пациентов с вирусным ГА набором «НК экстра» (ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – РЦГЭиОЗ), Республика Беларусь). Наличие генетического материала возбудителя в образцах биологического материала подтверждали с помощью тест-системы «АмплиСенс HAV-FL» («АмплиСенс», Россия).

Белок-кодирующие фрагменты генома ВГА интегрировали методом продолжительной перекрывающейся ПЦР (далее – ПП-ПЦР) в бактериальные экспрессионные векторы pET42a(+) («Invitrogen», США) и pColdI («Takara Bio», Япония). Каждый этап клонирования контролировали методом электрофореза, который проводили в агарозном геле различной концентрации (от 0,8 % до 1,5 % в зависимости от массы анализируемого фрагмента).

Синтезированным с помощью ПП-ПЦР продуктом трансформировали компетентные клетки *E. Coli* ArcticExpress (DE3), которые высевали на плотную селективную питательную среду Luria-Bertany (далее – LB) с совместимым антибиотиком до конечной концентрации 100 мкг/мл.

Выросшие колонии анализировали на наличие плазмид со встроенным геном-мишенью методом ПЦР. Клетки, содержащие целевую плазмиду, культивировали в жидкой среде LB с последующим выделением плазмидной ДНК методом щелочного лизиса.

Нуклеотидные последовательности были экспрессированы путем индукции с последующим добавлением в среду культивирования 0,5 мМ изопропил-β-D-1-тиогалактопиранозид (далее – ИПТГ). Индукция синтеза белка в клетках, несущих генетические векторы на основе pColdI-системы, в том числе включала этап доведения культуральной жидкости до 15 °С. Очищенные белковые препараты получили с помощью

аффинной металл-хелатной хроматографии на Co-NTA-смоле («Qiagen», Германия) с предварительным этапом вымывания и рефолдинга целевого полипептида из бактериальных телец включения в 8 М мочевины. Фракции, содержащие белок, подвергали диализу против 1000-кратного объема 50 мМ Трис-HCl-буфера (pH 8,0), содержащего 50 мМ NaCl.

Денатурирующий гель-электрофорез белков проводили в полиакриламидном геле по методу Лэмли с использованием 4% концентрирующего и 15% разделяющего гелей. По окончании электрофореза гели визуализировали при помощи красителя Кумасси R-250. Определение молекулярных масс белков, а также уровня экспрессии клонированных генов проводили с помощью программного обеспечения ImageLab («Bio-Rad», США).

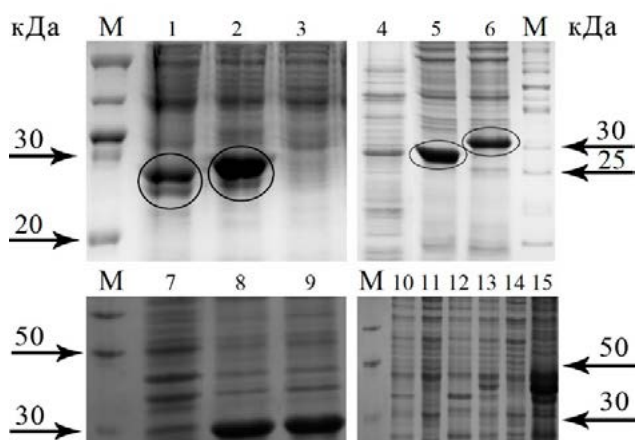
Проверку антигенной активности рекомбинантных полипептидов осуществляли методом непрямого иммуноферментного анализа с использованием IgM и/или IgG-содержащих к ВГА проб биологического материала (n = 52) от пациентов с ПЦР-подтвержденным диагнозом вирусный ГА. Предварительные исследования были направлены на выявление суммарных АТ (IgM/IgG/IgA) без их дифференциации на классы. Контролем специфичности стали образцы сыворотки крови доноров, для которых подтверждено отсутствие противовирусных АТ (n = 14). Верификацию содержания IgM и IgG к ВГА осуществляли с помощью коммерческих наборов «Вектоген А-IgM» и «Вектоген А-IgG» («Вектор-Бест», Россия).

Этапы конструирования плазмид, несущих фрагменты генома ВГА включали: клонирование целевых генов; лиnearизацию векторов, совместимых с используемой системой синтеза белка; интеграцию полученных продуктов амплификации в соответствующие векторы экспрессии.

Основой для реализации безлигазного способа создания векторов экспрессии стали олигонуклеотидные праймеры, которые позволили ввести на 5'- и 3'-концах генов и векторов последовательности нуклеотидов, обеспечивающие их спаривание за счет формирования комплементарных участков ДНК. Аналогичный подход использовали при редактировании нуклеотидной последовательности коммерческого вектора pET42a(+) с целью включения дополнительного октагистидинового олигопептида на С-конце целевого полипептида, соответственно. При проведении ПП-ПЦР вставка с вектором формировали смесь линейных конкатемеров, содержащих различное количество повторов вставка-вектор. Полученные смеси линейных молекул использовали для трансформации бактериальных клеток-реципиентов *E. coli*, в которых происходила рекомбинация и формирование кольцевой молекулы-плазмиды, несущей в себе вставку.

Полученные трансформанты использовали для оценки возможности синтеза целевых полипептидов ВГА в бактериальных клетках. Протоколы индукции экспрессии рекомбинантных белков варьировали в зависимости от используемого векторного носителя. Для конструкций на основе вектора pET42a(+) применяли стандартный протокол: при достижении оптической плотности культуральной жидкости 0,6 ед. опт. пл. ($\lambda = 600$ нм) в среду вносили ИПТГ до конечной концентрации 0,5 мМ, после чего клетки инкубировали при 30 °C в течение 12 часов. Для конструкций на основе вектора pColdI использовали аналогичный протокол, за исключением этапа индукции: культуральную биомассу предварительно охлаждали на ледяной бане до 15 °C в течение 30 минут, после чего продолжали инкубацию при той же температуре в течение 12 часов.

По завершении культивирования биомассу клеток анализировали методом ПААГ-электрофореза в денатурирующих условиях (рисунок 1).



М – положение и молекулярные массы стандартных белков; 3, 4, 7, 10, 13 – лизат интактных клеток *E. coli* ArcticExpress (De3), 1-2, 5-6, 8-9, 11-12, 14-15 – препараты клеточных белков *E. coli*, несущих плазмиды: pET42-VP1-A2 (1), pET42-VP4/VP2 (2), pCold-VP1-A2 (5), pCold-VP4/VP2 (6), pCold-VP3 (8), pET42-VP3 (9), pCold-3AGD (11), pET42-3AGD (12), pCold-Nsp-chim (14) и pET42-Ncp-chim (15)

Рисунок 1 – Электрофореграммы белкового состава рекомбинантных клеток *E. coli*

Анализ электрофореграмм подтвердил синтез рекомбинантных белков корректной молекулярной массы (Таблица 1). Вместе с тем стоит отметить, что у штаммов *E. coli*, содержащих конструкции pCold-3AGD, pCold-Nsp-chim, pET42-3AGD и pET42-Nsp-chim, отмечено отсутствие выраженного белкового сигнала в ожидаемой области. Возможными причинами этого могли быть неоптимальные условия культивирования или недостаточная эффективность экспрессии, обусловленная особенностями структуры генетических конструкций, кодирующих неструктурные белки ВГА.

После экспрессии проводили очистку рекомбинантных белков с помощью аффинной металл-хелатной хроматографии до электрофоретически гомогенного состояния. При этом следует подчеркнуть, что введение в рамку считывания генов-мишеней дополнительного олигонуклеотида, кодирующего октагистидиновый олигопептид на С-конце, позволило получить высокоочищенные белковые препараты, чистота которых составляла не менее 93,4 %.

Поскольку основное применение рекомбинантные ВГА-специфические полипептиды находят в лабораторной диагностике вирусного ГА, на следующем этапе оценили способность белков в составе клеточного лизата связываться с антиВГА АТ с целью поиска клонов, которые бы характеризовались наиболее выраженными антигенными свойствами. В исследованиях использовали 1 : 100 и 1 : 400 разведения АТ-содержащих ($n = 4$) и АТ не содержащих образцов ($n = 4$), положительный или отрицательный результат для которых подтвержден с использованием коммерческих тест-систем производства Вектор-Бест. В качестве отрицательного контроля был использован лизат клеток *E. coli*, несущих интактный вектор pColdI.

Критерием оценки антигенных свойств рекомбинантных белков на данном этапе выступали значения отношения среднего показателя оптической плотности (далее – ПОП), полученного для АТ-содержащих образцов (далее – $\mu\text{ПОП}+$), к среднему ПОП, полученному для отрицательных образцов (далее – $\mu\text{ПОП}-$). Ожидаемые значения параметра $\mu\text{ПОП}+/\mu\text{ПОП}-$ должны были соответствовать следующим условиям: отличаться от спектра значений, характерных для отрицательного контроля; составлять более 1 единицы; показывать тенденцию роста по мере увеличения разведения анализируемого образца, что обусловлено снижением фона, связанного с неспецифическим взаимодействием при относительно стабильном специфическом сигнале.

На основании проведенного анализа нами показано, что все рекомбинантные белки, за исключением VP3, характеризовались проявлением специфических антигенных свойств разной степени выраженности.

Сравнительные исследования по эффективности обнаружения ВГА-специфических АТ проводили с использованием хроматографически чистых препаратов структурных белков VP1/A2, VP4/VP2 и неструктурных антигенов Nsp-chim и 3AGD. Анализ их характеристик осуществляли методом непрямого иммуноферментного анализа с использованием IgM и/или IgG-содержащих к ВГА проб биологического материала ($n = 52$).

Расчет минимального граничного результата для положительного образца проводили на основании значения среднего ПОП отрицательных образцов ($n = 14$) в совокупности с добавочной величиной 3σ , полученной по выборке. Критерием оценки полуколичественных данных являлся коэффициент позитивности (далее – КП), который выражался как ПОП анализируемого образца к наиболее низкому значению ПОП для положительного образца.

Результаты проведенных исследований показали, что суммарные вирус-специфические АТ обнаруживались у 90,4 % [79,0 % ; 96,3 %] пациентов с подтвержденным диагнозом вирусный гепатит А при использовании рекомбинантного полипептида VP1/A2, у 71,2 % [57,7 % ; 81,8 %] – при использовании белка VP4/A2; у 44,2 % [31,6 % ; 57,8 %] и 30,8 % [19,9 % ; 44,3 %] – при использовании антигенов Nsp-chim и 3AGD, соответственно.

Кроме того, сравнительные исследования значений КП, полученных с использованием коммерческой тест-системы и рекомбинантных белков, продемонстрировали высокую степень связи (r -Спирмена = 0,86) данных показателей для белка VP1/A2. Связь этих показателей для белка VP4/A2 была слабее – 0,63, а для неструктурных белков характеризовалась обратной зависимостью, выраженной слабо ($r = -0,05$; $-0,15$).

Очевидно, что представленные структурные белки, VP1/A2 в частности, обладают наиболее широким спектром антигенных взаимодействий с антиВГА суммарными АТ, по сравнению с неструктурными белками, характер взаимодействия АТ с которыми остался неясным.

В связи с этим обстоятельством следует отметить, что в группе пациентов ($n = 12$), пробы биологического материала которых содержали IgM и не содержали IgG (IgM+; IgG-), значения КП к химерному белку Nsp-chim вируса более чем в 2 раза превышали данные показатели, полученные с помощью зарегистрированного набора реагентов производства Вектор-Бест (рисунок 2).

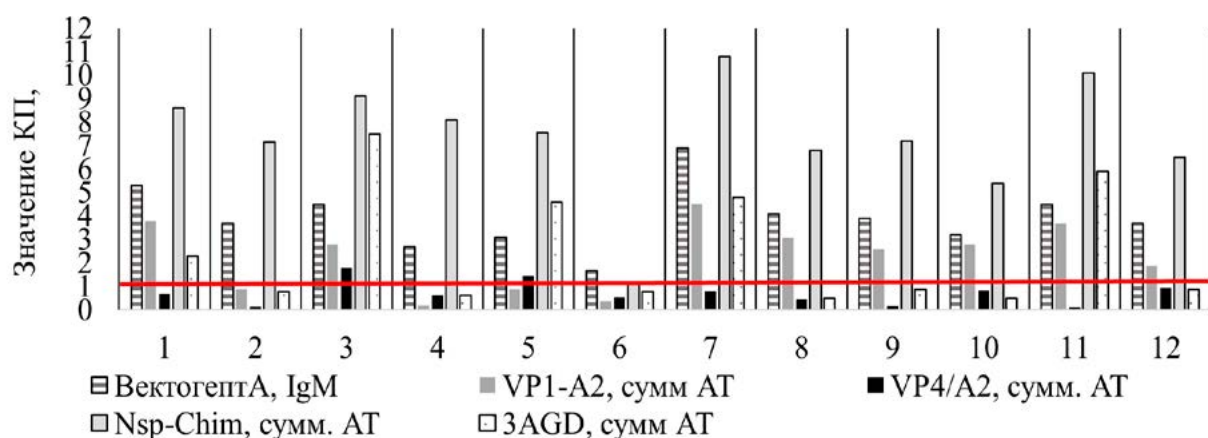


Рисунок 2 – Регистрация показателей КП для образцов, содержащих антиВГА IgM и не содержащих антиВГА IgG

Подтверждений тому, что неструктурные белки ВГА способны более эффективно связывать противовирусные АТ по сравнению со структурными белками на определенных стадиях формирования иммунного ответа, в литературных источниках нами не найдено. Nsp-chim является химерой фрагментов полипротеина вируса, и соответственно, не является нативным белком. Поэтому перспективы его применения в диагностике ВГА еще предстоит изучить.

Полученные данные свидетельствуют о том, что рекомбинантные полипептиды, полученные в прокариотической системе экспрессии, могут быть использованы в качестве антигенного компонента при создании тестов для серодиагностики на ГА. В наших исследованиях структурный белок VP1/A2 показал наибольшую чувствительность обнаружения ВГА-специфических суммарных АТ. Однако, неструктурный белок Nsp-chim был более эффективен в выявлении серологических маркеров ГА у пациентов с подтвержденным содержанием IgM+; IgG- к ВГА в крови. Принимая во внимание его возможную значимость в диагностике раннего ГА, повышение продуцирующей способности штаммов в отношении белка Nsp-chim является необходимым этапом предстоящих исследований.

Комплексный подход, включающий как структурные, так и неструктурные белки, открывает путь к созданию отечественной ИФА-системы, соответствующей по своей чувствительности известным зарубежным аналогам. Полученные данные являются важным шагом на пути к технологической независимости нашей страны в области создания средств серодиагностики вирусного ГА.

Литература

1. Гудков, В. А. Конфирматорный тест для подтверждения специфичности выявления антител класса IgM к вирусу гепатита А методом иммуноферментного анализа / В. Г. Гудков, А. С. Вириная // Мир вирусных гепатитов. – 2009. – № 2. – С. 26–27.
2. Solubility as a limiting factor for expression of hepatitis A virus proteins in insect cell-baculovirus system / H. C. Da Silva Junior, C. P. Pestana, R. Galler, M. A. Medeiros // Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. – 2016. – Vol. 111, iss. 8. – P. 535–538. – DOI: 10.1590/0074-02760160153.

Поступила 30.09.2025

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВАРИАНТА «СТРАТУС» ВИРУСА SARS-COV-2 НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Булда К. Ю., *konf2025@belriem.by*,
Гасич Е. Л., д. б. н., доцент, *konf2025@belriem.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Рекомбинантные формы варианта Омикрон вируса SARS-CoV-2 начали свое широкое распространение с вариантов ХВВ, таких как «Арктур», «Эрис» с 2023 г., которые внесли существенный вклад в эволюцию вируса. Однако, начиная с 2024 г. данные варианты были вытеснены сублиниями варианта Омикрон ВА.2.86, вплоть до 2025 г.. В первой половине 2025 г. отмечена одновременная циркуляция и смена нескольких сублиний варианта JN.1, а также вариантов KP.2, KP.3 и LP.8. [1]. Параллельно к концу мая – началу июня 2025 г. внимание надзора привлек вариант «Нимбус» NB.1.8.1. 23 мая 2025 г. группа экспертов Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ) присвоила NB.1.8.1 статус «варианта под наблюдением», отметив ранние сигналы о росте его доли и отсутствие на тот момент признаков повышения тяжести заболевания. Летом 2025 г. установлен рост доли сублиний XFG в ряде регионов, что поставило перед службами здравоохранения задачу оперативной оценки его распространения и возможных последствий. Вариант «Стратус» (далее – XFG) – рекомбинантная форма варианта Омикрон вируса SARS-CoV-2, отнесенная ВОЗ к «варианту под наблюдением» 25 июня 2025 г. Первый зарегистрированный и идентифицированный геном XFG в базе данных международного консорциума GISAID датируется 27 января 2025 г. [2]. В последующем доля XFG постепенно начала расти в некоторых регионах мира. К 24 августа 2025 г., XFG составил около 65 % от всех зарегистрированных последовательностей, что указывает на его способность вытеснять параллельно с ним циркулирующие варианты сублиний JN.1. Вариант XFG возник в результате рекомбинации сублиний LF.7 и LP.8.1.2. S-белок XFG имеет характерные замены R346T, K444R, V445R, F456L, N487D и Q493E, которые формируют профиль ускользания от антител. По состоянию на 25 июня 2025 г. ВОЗ оценивает общий риск, связанный с XFG, как низкий, при этом ожидаемая защита вакцин от тяжелого течения сохраняется [3].

Актуальность работы обусловлена необходимостью идентификации и подтверждения циркуляции XFG в Республике Беларусь. Частичное секвенирование участка S-гена методом Сэнгера, позволяет надежно фиксировать профиль мутаций, характерный для XFG, и оперативно оценивать его долю среди циркулирующих вариантов.

Цель исследования – оценить распространенность варианта «Стратус» SARS-CoV-2 в Республике Беларусь посредством частичного секвенирования участка S-гена по Сэнгеру и описать профиль ключевых замен.

Для генотипирования вариантов вируса SARS-CoV-2 использовали назофарингеальные мазки, содержащие вирус SARS-CoV-2, собранные в период с 22 августа по 22 сентября 2025 г. на территории Республики Беларусь. Критериями включения являлись: подтверждение наличия вируса SARS-CoV-2 методом ПЦР с обратной транскрипцией в режиме «реального времени», значение порогового цикла ≤ 25 . Итоговый объем для секвенирования составил 35 образцов.

Для всех отобранных образцов был определен генетический вариант вируса SARS-CoV-2 методом частичного секвенирования S-участка генома.

Экстракцию РНК вируса SARS-CoV-2 из клинических образцов проводили методом сорбции РНК на магнитных частицах. Для синтеза кДНК использовали случайный гексамер, обратную транскриптазу с буфером, и ингибитор РНКаз. Генотипирование варианта вируса SARS-CoV-2 проводили методом ПЦР с использованием последовательностей праймеров: 72_L – GTGATGTTCTTGTAAACAATAACGAAC, 75_L – GAAAATGGAACCATACAGATGCTGT, 74_R – TGATAGATTCTTTTCTACAGTGAAGGA, 77_R – CACTGACACCACCAAAAGAACATG, амплифицирующих S участок генома вируса размером 1819 п. н. Полученные ампликоны анализировали в 1,7% агарозном геле, а затем их очищали ферментативным методом. Секвенирующую ПЦР выполняли с использованием BrilliantDye v3.1 (Nimagen, Нидерланды). Очистку продуктов секвенирующей ПЦР проводили методом спиртового осаждения и ацетата натрия, с последующим растворением в высокоочищенном формамиде. Секвенирование фрагментов S участка генома SARS-CoV-2 проводили на генетическом анализаторе 3500 (Applied Biosystems, США). Определение нуклеотидной последовательности осуществляли с использованием Sequencing Analysis Software v.5.1.1 (Applied Biosystems, США), BioEdit v.7.2. Для определения генетического варианта вируса SARS-CoV-2 проводили идентификацию замен на основании картирования аминокислотных замен в пределах секвенированного участка S-гена, используя электронный ресурс <https://clades.nextstrain.org/>.

В анализ включены 35 положительных образцов SARS-CoV-2, собранных в период с 22 августа по 22 сентября 2025 г. Демографическая характеристика выборки: 21/35 (60 %) – женщины,

14/35 (40 %) – мужчины. Медианный возраст выборки составил 33 года. Образцы были получены из семи регионов Республики Беларусь: г. Минск дал наибольший вклад – 20/35, Гомельская область – 3/35, Брестская область – 4/35, Витебская область – 2/35, Минская область – 2/35, Гродненская область – 1/35, Могилевская область – 3/35. В совокупности 94,3 % (33/35) образцов соответствовали сублинии XFG впервые обнаруженной 22 сентября. В нашей выборке сублиния XFG была представлена вариантами XFG.3 и XFG.6. Вариант XFG.3 доминировал на протяжении всего периода (30/35, 85,7 %), тогда как XFG.6 отмечался в 8,6 % (3/35). Два образца относились к сублиниям JN.1 : PY.1 из Витебска и NW.1.2 из Минска, обнаруженные 23 и 25 августа, соответственно. Пространственное распределение также указывает на широкую представленность сублинии XFG на территории Республики Беларусь (рисунок 1). Во всех областях, доля XFG составляла 100 %, а в г. Минске доля XFG составила 95 % (19/20), при этом XFG.3 (n = 17) и XFG.6 (n = 2). В Витебской области выявлено циркуляция XFG.3 и PY.1. Гродненская и Минская области представлены малым числом образцов (по 1–2), которые соответствовали XFG.

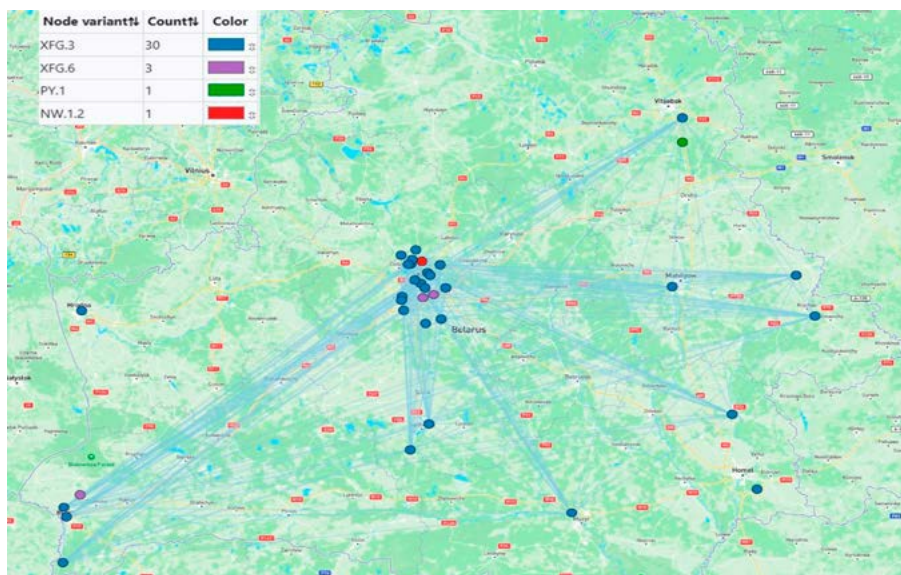


Рисунок 1 – Карта распространения вариантов вируса SARS-CoV-2, циркулирующих в Республике Беларусь в период август–сентябрь 2025 г.

Отличительная особенность варианта XFG.6 – это наличие аминокислотной замены L441I. Во временной динамике доля XFG демонстрировала устойчивое преобладание уже начиная с сентября во всех регионах страны. Полученные результаты согласуются с быстро сформировавшимся распространением XFG с конца лета 2025 г. Наличие единичных находок сублиний JN.1 – PY.1 и NW.1.2 отражает позднюю фазу вытеснения конкурирующих сублиний.

Полученные нами данные о доминировании варианта «Стратус» в Республике Беларусь с начала сентября 2025 г. согласуются с глобальными данными и отражают замещение в пользу XFG среди циркулирующих вариантов. В целом, в нашей выборке, собранных в период с августа по сентябрь 2025 г., вариант «Стратус» является доминирующим как во времени, так и в большинстве регионов страны.

В условиях динамичной эволюции SARS-CoV-2 система здравоохранения нуждается в быстрых и надежных инструментах подтверждения профиля циркулирующего варианта и применение частичного секвенирования участка S методом Сэнгера позволяет оперативно идентифицировать и оценить долю варианта «Стратус» на территории Республики Беларусь. Полученные данные дополняют рутинный надзор, облегчают планирование мер инфекционного контроля и служат основанием для дальнейшего углубленного геномного надзора. Таким образом, в Республике Беларусь характерна временная динамика, для фазы «фиксации» сублинии XFG, описанной ВОЗ: быстрой с вытеснением конкурирующих сублиний, последующее сохранение доминирования и ограниченная внутривариантная вариабельность, где соотношение вариантов XFG.3 и XFG.6, по нашим данным, смещено в пользу XFG.3.

Литература

1. Antigenic and virological characteristics of SARS-CoV-2 variants BA.3.2, XFG, and NB.1.8.1 / C. Guo, Y. Yu, J. Liu [et al.] // The Lancet Infectious Diseases. – 2025. – Vol. 25, iss. 7. – P. e374–e377. – DOI: 10.1016/S1473-3099(25)00308-1.

2. GISAIID's Role in Pandemic Response / S. Khare, C. Gurry, L. Freitas [et al.] // China CDC Weekly. – 2021. – Vol. 3, № 49. – P. 1049–1051. – DOI: 10.46234/ccdcw2021.255.

3. Risk Evaluation for SARS-CoV-2 Variant Under Monitoring: XFG // World Health Org. – URL: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/25062025_xfg_ire.pdf (date of access: 29.09.2025).

Поступила 30.09.2025

ПЕРЕДАЮЩАЯСЯ ЛЕКАРСТВЕННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВИЧ-1 У ПАЦИЕНТОВ, НАЧИНАЮЩИХ АНТИРЕТРОВИРУСНУЮ ТЕРАПИЮ, В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В 2023–2025 ГГ.

Бунас А. С., konf2025@belriem.by,

Гасич Е. Л., д. б. н., доцент, konf2025@belriem.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

ВИЧ-инфекция остается одной из приоритетных проблем общественного здравоохранения как в мире, так и в Республике Беларусь, несмотря на снижение заболеваемости. По данным ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» (далее – РЦГЭиОЗ), по состоянию на июль 2025 г. выявлено 578 случаев, что демонстрирует снижение на 7,4 % по сравнению с аналогичным периодом в 2024 г. [1]. Однако, несмотря на тенденцию к снижению заболеваемости, эпидемиологическая ситуация требует постоянного слежения и адаптации клинических подходов к лечению и профилактике.

В 2018 г. в Республике Беларусь реализуется стратегия назначения антиретровирусной терапии (далее – АРТ) всем пациентам с подтвержденной ВИЧ-инфекцией вне зависимости от клинической стадии заболевания. Такой подход способствует снижению вирусной нагрузки, уменьшению смертности и предотвращению новых случаев инфицирования. Однако расширение охвата АРТ связано с увеличением распространения лекарственно устойчивых вариантов ВИЧ-1, что также приводит к распространению первичной лекарственной устойчивости.

Результаты международных исследований, в частности, проведенных Всемирной организацией здравоохранения, свидетельствуют о росте частоты первичной лекарственной устойчивости к лекарственным средствам АРТ, в частности, класса нуклеозидных ингибиторов обратной транскриптазы (далее – ННИОТ), что обусловило пересмотр схем первой линии терапии. В 2022 г. в Республике Беларусь также был утвержден клинический протокол, предусматривающий переход на схемы АРТ, включающие ингибитор интегразы второго поколения долутегравир, обладающий высоким генетическим барьером к развитию лекарственной устойчивости [2].

Формирование лекарственной устойчивости к антиретровирусным лекарственным средствам обусловлено рядом молекулярных механизмов, включая селективное давление терапии и генетический барьер лекарственных средств. Последний определяется как количество и характер мутаций, необходимых для снижения эффективности лекарственного средства: так, высокий генетический барьер требует наличия множественных мутаций для формирования устойчивости. Под действием АРТ происходит отбор вариантов ВИЧ-1, сохраняющих репликативную активность в присутствии лекарственных средств, что приводит к вытеснению исходных вариантов и снижению эффективности терапии. Кроме того, отдельные мутации могут обуславливать перекрестную лекарственную устойчивость к нескольким препаратам одного класса.

Целью данного исследования являлось определение распространенности мутаций лекарственной устойчивости ВИЧ-1 к нуклеозидным, ННИОТ и ингибиторам протеазы в группе пациентов, начинающих АРТ в период 2023–2025 гг.

В рамках исследования было проанализировано 290 образцов РНК ВИЧ-1, выделенных из сыворотки или плазмы крови пациентов, проживающих на территории Республики Беларусь. В выборку включали пациентов старше 18 лет, ранее не получавших АРТ либо возобновляющих лечение после перерыва продолжительностью более трех месяцев. Сбор биологического материала осуществлялся в период с 2023 по 2025 год.

Экстракция вирусной РНК производили с использованием комплекта реагентов «РИБО-преп» производства ФБУН «Центральный НИИ Эпидемиологии» Роспотребнадзора (г. Москва, Россия). Секвенирование участка гена *pol*/ВИЧ-1 осуществляли с применением тест-системы «Бел ВИЧ-1-резистентность-субтип» производства РЦГЭиОЗ (г. Минск, Республика Беларусь) методом Сэнгера на платформе 3500 Genetic Analyzer (Applied Biosystems, США).

Для определения генетических вариантов ВИЧ-1 были использованы такие программные инструменты, как COMET HIV-1 v.2.4 и REGA HIV-1 Subtyping Tool v.3.0, а также филогенетический анализ (IQ-TREE, метод максимального правдоподобия, bootstrap 1000, общая реверсивная модель GTR G+I) [3]. Прогнозируемый уровень лекарственной устойчивости устанавливали при помощи базы данных лекарственной устойчивости ВИЧ Стенфордского университета, распространенность мутаций, важных для эпидемиологического надзора определяли с использованием инструмента CPR (Calibrated Population Resistance) [4]. Для визуализации кластеров передачи лекарственной устойчивости использовали онлайн-инструмент MicrobeTrace v2.0 (модель TN93, максимальное пороговое значение 0,01).

В исследование было включено 290 пациентов с ВИЧ-инфекцией, проживающих в различных регионах Республики Беларусь. Наибольшее количество пациентов поступило из Минской области (25,9 %) и г. Минска (21,7 %), наименьшее – из Могилевской (6,6 %) и Гродненской областей (6,9 %). По полу преобладали пациенты мужского пола (59,6 %), тогда как на долю пациентов женского пола пришлось 43,1 % выборки. Наиболее представленной возрастной группой являлись пациенты в возрасте 36,47 лет (40,7 %). Пациенты старше 60 лет составили 4,5 % выборки (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика пациентов, включенных в исследование

Характеристика	Область							Всего
	Брест	Гомель	Гродно	Минск	г. Минск	Могилев	Витебск	
Количество пациентов (n, %)	46	30	20	75	63	19	37	290
	15,9 %	10,3 %	6,9 %	25,9 %	21,7 %	6,6 %	12,8 %	
Мужчины (n, %)	23	20	12	41	38	11	20	165
	7,9 %	6,9 %	4,1 %	14,1 %	13,1 %	3,8 %	6,9 %	56,9 %
Женщины (n, %)	23	10	8	34	25	8	17	125
	7,9 %	3,4 %	2,8 %	11,7 %	8,6 %	2,8 %	5,9 %	43,1 %
Возраст (лет)								
18–35 (n, %)	18	11	4	18	28	7	16	102
	6,2 %	3,8 %	1,4 %	6,2 %	9,7 %	2,4 %	5,5 %	35,2 %
36–47 (n, %)	14	12	8	41	21	10	12	118
	4,8 %	4,1 %	2,8 %	14,1 %	7,2 %	3,4 %	4,1 %	40,7 %
48–59 (n, %)	12	6	6	13	11	2	7	57
	4,1 %	2,1 %	2,1 %	4,5 %	3,8 %	0,7 %	2,4 %	19,7 %
>60 (n, %)	2	1	2	3	3	-	2	13
	0,7 %	0,3 %	0,7 %	1,0 %	1,0 %		0,7 %	4,5 %
Путь инфицирования								
Прием инъекционных наркотиков (n, %)	2	4	1	12	11	7	3	40
	0,7 %	1,4 %	0,3 %	4,1 %	3,8 %	2,4 %	1,0 %	13,8 %
Половой (гомосексуальный) (n, %)	3	1	2	2	13	1	3	25
	1,0 %	0,3 %	0,7 %	0,7 %	4,5 %	0,3 %	1,0 %	8,6 %
Половой (гетеросексуальный) (n, %)	41	25	17	59	39	11	31	223
	14,1 %	8,6 %	5,9 %	20,3 %	13,4 %	3,8 %	10,7 %	76,9 %
Не установлен (n, %)	-	-	-	2	-	-	-	2
				0,7 %				0,7 %
Группа риска								
Нет (n, %)	36	24	16	58	38	11	30	213
	12,4 %	8,3 %	5,5 %	20,0 %	13,1 %	3,8 %	10,3 %	73,4 %
Лица, употребляющие инъекционные наркотики (n, %)	2	4	1	12	11	7	3	40
	0,7 %	1,4 %	0,3 %	4,1 %	3,8 %	2,4 %	1,0 %	13,8 %
Мужчины, имеющие секс с мужчинами (n, %)	2	1	2	2	13	1	3	24
	0,7 %	0,3 %	0,7 %	0,7 %	4,5 %	0,3 %	1,0 %	8,3 %
Лица в пенитенциарной системе (n, %)	-	-	-	1	-	-	-	1
				0,3 %				0,3 %
Мигранты (n, %)	6	1	1	1	1	-	1	11
	2,1 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %		0,3 %	3,8 %
Не установлено (n, %)	-	-	-	1	-	-	-	1
				0,3 %				0,3 %

Основным путем передачи ВИЧ-инфекции был гетеросексуальный путь, установленный у 76,9 % участников. Доля пациентов, инфицированных через инъекционное употребление наркотиков составила 13,8 %, через половые контакты между мужчинами – 8,6 %. В двух случаях путь передачи установлен не был. Большинство пациентов (73,4 %) не относились к группам риска.

Генетический анализ выявил доминирование под-подтипа A6, выявленного в 94,5 % образцов, тогда как прочие генетические варианты встречались единично. На долю подтипа B приходилось 1,4 % образцов, подтипа G – 0,7 %, подтипов C и A1 – по 0,3 %. Также было установлено наличие рекомбинантных форм CRF02_AG (1,4 %), CRF03_AB (0,3 %) и CRF63_02A6 (1,0 %).

Мутации, ассоциированные с лекарственной устойчивостью (далее – ЛУ) к как минимум одному антиретровирусному лекарственному средству, были обнаружены у 45,9 % пациентов. Наибольшая доля таких мутаций выявлена к ННИОТ – в 23,8 % последовательностей, а также нуклеозидных ингибиторов обратной транскриптазы (далее – НИОТ) – 22,4 %. Мутации, связанные с устойчивостью к ингибиторам протеазы, встречались в 0,7 % случаев. Среди аминокислотных замен к ННИОТ преобладали полиморфная мутация E138A, характерная для под-подсубтипа A6 (8,62 %), и мутация K103N (9,31 %). Остальные варианты мутаций, включая те, что связаны с устойчивостью к ингибиторам протеазы, имели частоту менее 1,7 % (рисунок 1).

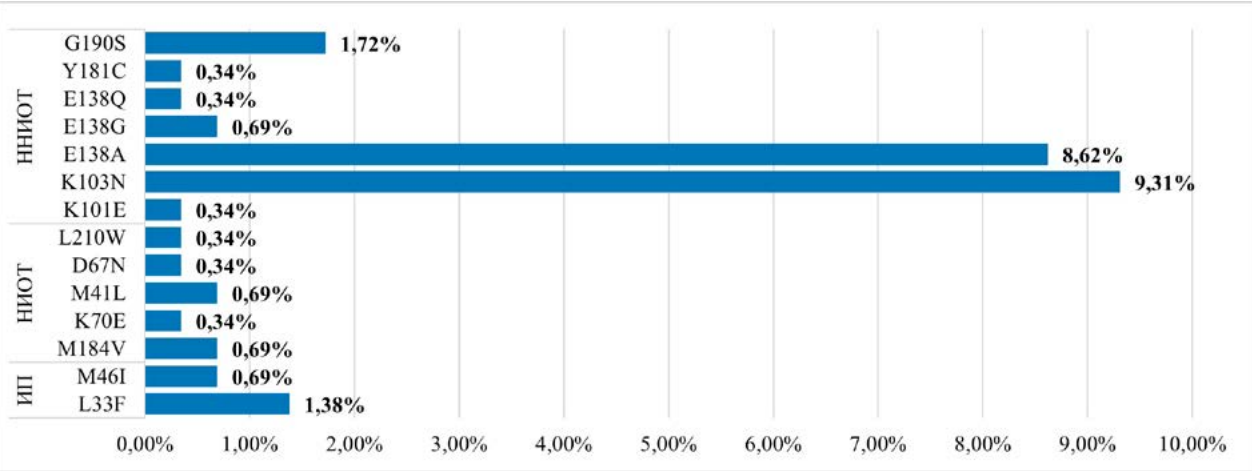


Рисунок 1 – Распространенность основных мутаций лекарственной устойчивости ВИЧ-1

Анализ ЛУ к лекарственным средствам АРТ показал, что наибольший уровень устойчивости наблюдался к ННИОТ. В 12,8 % и 12,4 % образцов была выявлена ЛУ к невирапину и эфавиренцу соответственно. Среди НИОТ наибольший уровень ЛУ установлен для зидовудина (2,1 %), тогда как к ламивудину, эмтрицитабину и тенофовиру устойчивость составила менее 1 % (рисунок 2).

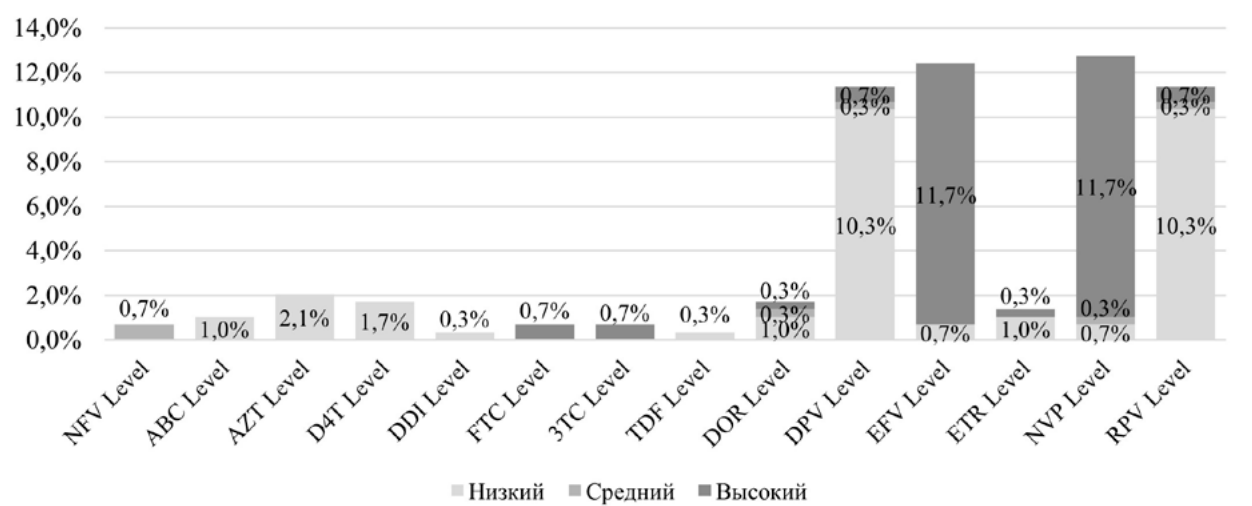


Рисунок 2 – Частота и уровни лекарственной устойчивости к ингибиторам протеазы, НИОТ и ННИОТ

Анализ молекулярных кластеров передачи ВИЧ-инфекции выявил наличие 16 кластеров, включающих 34 последовательности. Из них 14 кластеров включали последовательности, полученные от пациентов, проживающих в одном регионе, что указывает на локализованную передачу ВИЧ-1. Все кластеры были сформированы последовательностями ВИЧ-1 под-подтипа А6 (рисунок 3).

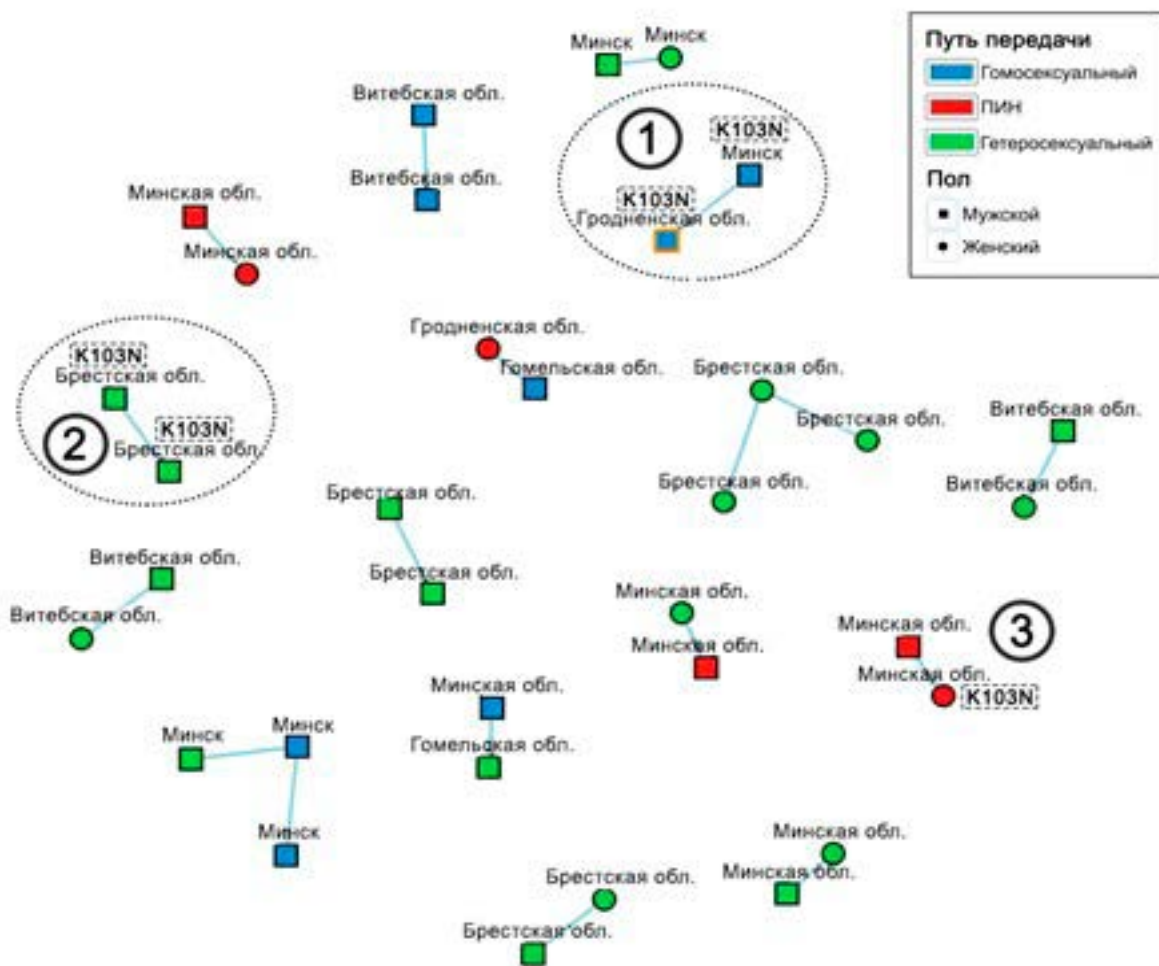


Рисунок 3 – Кластерный анализ передачи мутаций лекарственной устойчивости ВИЧ-1

Особое внимание заслуживают кластеры 1 и 2, в которых наблюдалась передача мутации K103N, входящей в список мутаций, важных для эпидемиологического надзора, что свидетельствует о передаче лекарственно устойчивого варианта вируса. В кластере 3 в одной из последовательностей также была обнаружена данная аминокислотная замена, однако не было установлено ее передачи внутри кластера.

Таким образом, проведенное исследование позволило охарактеризовать молекулярно-эпидемиологические особенности ВИЧ-1 среди пациентов, начинающих АРТ в Республике Беларусь в 2023–2025 гг. Генотипический анализ подтвердил доминирование под-подтипа А6 (94,5 %), указывая на его устойчивое распространение в регионе. Мутации, ассоциированные с развитием ЛУ к как минимум одному классу ингибиторов протеазы или обратной транскриптазы ВИЧ-1, были обнаружены у 45,9 % пациентов, при этом чаще всего были выявлены основные мутации ЛУ к НИОТ (22,4 %) и ННИОТ (23,8 %). Наиболее распространенной основной мутацией ЛУ являлась аминокислотная замена K103N, обнаруженная у 9,3 % пациентов. Данная замена связана с развитием ЛУ к ННИОТ невирапину и эфавиренцу и снижает восприимчивость ВИЧ-1 к данным лекарственным средствам в 50 и 20 раз соответственно. Сохраняется высокий уровень первичной лекарственной устойчивости к ННИОТ – так, к невирапину и эфавиренцу он составил 12,8 % и 12,4 % соответственно. Анализ молекулярных кластеров передачи ЛУ ВИЧ-1 выявил, что в двух из 16 кластеров, образованных последовательностями под-подтипа А6, происходила передача мутации K103N. Полученные данные подтверждают необходимость молекулярного мониторинга и эпидемиологического надзора за циркуляцией лекарственно устойчивых вариантов ВИЧ-1.

Литература

1. Эпидситуация по ВИЧ-инфекции в Республике Беларусь по состоянию на 1 июля 2025 года // Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – URL: <https://rcheph.by/news/epidsituatsiya-po-vich-infeksii-v-respublike-belarus-po-sostoyaniyu-na-1-iyulya-2025-goda.html> (дата обращения: 29.09.2025).
2. Об утверждении клинического протокола : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25 июля 2022 г. № 73 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22239094p> (дата обращения: 31.07.2025).
3. IQ-TREE 2: New Models and Efficient Methods for Phylogenetic Inference in the Genomic Era / B. Q. Minh, H. A. Schmidt, O. Chernomor [et al.] // Molecular Biology and Evolution. – 2020. – Vol. 37, iss. 5. – P. 1530–1534. – DOI: 10.1093/molbev/msaa015.
4. HIV Drug Resistance Database : [website]. – Stanford, 1998–2025. – URL: <https://hivdb.stanford.edu/> (date of access: 29.09.2025).

Поступила 30.09.2025

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОВАРИАНТОВ *TRICHOMONAS VAGINALIS* ИЗОЛИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Виноградова А. В., konf2025@belriem.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Trichomonas vaginalis – урогенитальный патоген человека, вызывающий трихомониаз, наиболее распространенную в мире паразитарную инфекцию, передающуюся в основном половым путем. При прикреплении к клеткам хозяина паразит изменяет форму эллипсоида, типичную для жгутиконосцев, на уплощенную амeboидную или цистоподобную при помощи модификаций цитоскелета, основой которого является актин [1]. В местах контакта с клеткой-хозяином у него образуются псевдоподии. Морфологическая трансформация *T. vaginalis* напрямую связана с уровнем цитоадгезии и количеством адгезинов, представленных у простейших [2].

Актин – белок эукариотических клеток, который участвует во множестве процессов, включая формирование структуры цитоскелета, клеточную подвижность, ригидность клеточной стенки, внутриклеточный транспорт, цитоплазматический поток, цитокинез, эндоцитоз, экзоцитоз, движение микроворсинок и, возможно, хромосомную конденсацию и митоз. Актин является консервативным белком; актины из различных организмов имеют аминокислотную идентичность 65–70 % [2].

Консервативный структурный белок, актин давно используется для выяснения молекулярной филогении различных групп простейших. С помощью полимеразной цепной реакции (далее – ПЦР) полиморфизма длин рестрикционных фрагментов у *T. vaginalis* было выявлено 8 различных типов гена актина: A, E, G, H, I, M, N и P [3]. Молекулярно-генетическая характеристика *T. vaginalis* актуальна для изучения вирулентности, развития генотипической резистентности к противопротоzoйным препаратам и выбора этиопатогенетической терапии.

Целью данной работы является молекулярно-генетическая идентификация различных геновариантов *T. Vaginalis*, изолированных в Республике Беларусь.

Положительные в отношении *T. vaginalis* образцы для исследования были получены в период с 2020 по 2024 год от 345 пациентов с воспалительными заболеваниями урогенитального тракта.

Для выделения нуклеиновых кислот из полученных образцов использовали набор НК-экстра (АртРНК Экстракт, Республика Беларусь) в соответствии с инструкцией производителя.

Ген актина выявляли методом гнездовой ПЦР с помощью двух пар праймеров: внешних – Tv8S (5'-TCTGGAATGGCTGAAGAAGACG-3') и Tv9R (5'-CAGGGTACATCGTATTGGTC-3') и внутренних – Tv10S (5'-CAGACACTCGTTATCG-3') и Tv11R (5'-CGGTGAACGATGGATG-3'), предложенных Crucitti et al. [3]. Размер мишени составлял 1100 п. н.

Состав реакционной смеси для проведения ПЦР первой стадии: 1,5 единицы ДНК-полимеразы ArtStart, 1х буфер для Taq полимеразы, MgCl₂ в концентрации 3 мМ, dNTP в концентрации 200 мкМ каждого, праймеры Tv8S и Tv9R в концентрациях 25 пмоль и 5 мкл экстрагированной ДНК. Конечный объем реакционной

смеси составлял 25 мкл. Режим амплификации включал: денатурацию при 95 °С (5 мин), 40 циклов амплификации (95 °С 30 с, 55 °С 30 с, 72 °С 3 мин), элонгацию – 72°С (7 мин).

ПЦР-смесь для проведения второй стадии содержала 2 единицы ДНК-полимеразы ArtStart, 1х буфер для Taq полимеразы, MgCl₂ в концентрации 3 мМ, dNTP в концентрации 200 мкМ каждого, праймеры Tv10S и Tv11R в концентрациях 20 пмоль и 10 мкл продукта ПЦР первой стадии. Конечный объем реакционной смеси составлял 40 мкл. Режим амплификации включал: денатурацию при 95 °С (5 мин), 50 циклов амплификации (95 °С 45 с, 53 °С 45 с, 72 °С 1,5 мин), элонгацию – 72° С (10 мин).

По окончании ПЦР по 10 мкл каждого амплифицированного образца анализировали с помощью электрофореза в 2% агарозном геле с добавлением этидиум бромид. Размер амплифицированных продуктов оценивали, сравнивая их с ДНК-лестницей длиной 1500 п.н (Биоламикс, Россия). После чего по 10 мкл положительных образцов инкубировали в течение 4 ч при 37 °С эндонуклеазами рестрикции HindII, MseI и RsaI (Thermo Scientific, Литва), согласно инструкции производителя. Фрагменты разделяли с использованием 2% агарозного геля, а размер оценивали с помощью ДНК-лестницы (Биоламикс, Россия).

При анализе электрофореграмм исходили из характерного для каждого генотипа спектра фрагментов ДНК, образующихся при рестрикции, в соответствии со схемой, предложенной Crucitti et al. (таблица 1) [3].

Таблица 1 – Размеры фрагментов ампликона актина и группы паттернов, характерные для различных генотипов *T. vaginalis* [3]

Генотип	Рестрикция с HindII						Рестрикция с MseI						Рестрикция с RsaI									
	827 п. н.	426 п. н.	401 п. н.	213 п. н.	60 п. н.	Паттерн HindII	581 п. н.	519 п. н.	333 п. н.	315 п. н.	204 п. н.	186 п. н.	Паттерн MseI	568 п. н.	452 п. н.	236 п. н.	190 п. н.	116 п. н.	106 п. н.	103 п. н.	87 п. н.	Паттерн RsaI
A	+	-	-	+	+	1	+	+	-	-	-	-	1	+	-	+	+	-	+	-	-	1
E	+	-	-	+	+	1	+	-	-	+	+	-	2	+	-	+	-	-	+	+	+	2
G	-	+	+	+	+	2	+	+	-	-	-	-	1	+	-	+	+	-	+	-	-	1
H	-	+	+	+	+	2	+	+	-	-	-	-	1	+	-	+	-	-	+	+	+	2
I	-	+	+	+	+	2	+	+	-	-	-	-	1	-	+	+	+	+	+	-	-	3
M	-	+	+	+	+	2	+	-	+	-	-	+	3	+	-	+	+	-	+	-	-	1
N	-	+	+	+	+	2	+	-	+	-	-	+	3	+	-	+	-	-	+	+	+	2
P	-	+	+	+	+	2	+	-	+	-	-	+	3	-	+	+	-	+	+	+	+	4
«+» – фрагмент в наличии; «-» – фрагмент отсутствует.																						

Для дифференцировки использовался следующий алгоритм. Генотипы А и Е после расщепления рестриктазой HindII характеризуются наличием большого фрагмента длиной 827 п. н. (у других генотипов этот фрагмент отсутствует). А после рестрикции MseI у А генотипа имеется фрагмент длиной 519 п. н. и отсутствуют фрагменты длиной 315 п. н. и 204 п. н., что отличает от генотипа Е.

Другая группа генотипов (без полосы длиной 827 п. н. после рестрикции HindII) по результатам расщепления рестриктазой MseI делится на две подгруппы: генотипы G, H, I, характеризующиеся наличием полосы 519 п. н., близко расположенной к полосе 581 п. н.; у генотипов M, N, P полоса 519 п. н. отсутствует, но присутствует полоса длиной 333 п. н.

Последующая дифференцировка основывалась на результатах рестрикции RsaI: внутри первой подгруппы у генотипа Н отсутствует полоса 190 п. н., а у генотипа G – полоса 116 п. н.

Генотипы второй подгруппы M, N, P дифференцируются по таким признакам: у М отсутствует полоса длиной 452 п. н. и присутствует полоса длиной 190 п. н., у генотипа N отсутствуют обе эти полосы, а у Р – отсутствует полоса 568 п. н. и присутствует полоса длиной 452 п. н. На основании комбинации фрагментов ДНК паттернов идентифицировано восемь различных генотипов [3]. Изолят считался смесью штаммов *T. vaginalis*, если общая сумма различных фрагментов, полученных с помощью одной специфической рестриктазы, превышала целевой размер 1100 п. н.

Изолят *T. vaginalis* содержит несколько генотипов актина, если сумма длин фрагментов, полученных с помощью одного конкретного фермента рестрикции, превышает целевой размер 1100 п. н.

Секвенирование фрагментов гена актина, полученных из клинических изолятов *T. vaginalis*, проводили с помощью набора BrilliantDye™ Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit NimaGen. Полученные нуклеотидные

последовательности редактировали и выравнивали с помощью программы BioEdit и сравнивали с эталонными последовательностями из GenBank.

Проанализированы 345 изолятов *T. vaginalis*. Ампликоны гена актина были получены в 92 (26,7 %) образцах. Относительно низкое выявление гена актина в положительных на *T. vaginalis* образцах может быть связано с тем, что ПЦР на выявление гена актина менее чувствительна, чем ПЦР на обнаружение *T. vaginalis*, ввиду сравнительно малой копийности гена актина в геноме трихомонад, а также с изначально малым количеством ДНК *T. vaginalis* в образцах и возможной деградацией ДНК эндонуклеазами при длительном хранении. В результате обработки рестриктазами HindIII, MseI и RsaI был типирован 61 (66,3 %) образец. В остальных 31 (33,7 %) образцах амплифицировалось недостаточное количество актина для получения четких полос при элетрофорезе в агарозном геле. Результаты типирования 61 образца были следующими: 45 (73,8 %) относились к генотипу Н, 2 (3,3 %) – к генотипу Р, 14 (22,9 %) – содержали сразу несколько генотипов. Лучше перечислить какие генотипы отсутствуют (А, Е, G, I, М, N) Остальные генотипы не выявлены.

Для секвенирования отобрано 16 образцов, у которых амплификация гена актина была наиболее эффективной. Полученные сиквенсы успешно депонированы в GenBank под кодами доступа UZI00367.1, UZT75562.1 - UZT5572.1, OQ127241 - OQ127244, OQ127246.

В различных регионах мира уровень распространенности трихомониаза отличается из-за эпидемиологических факторов, таких как культурный и социально-экономический статус. Лучшее понимание разнообразия *T. vaginalis* и географического распространения различных генотипов может улучшить знания об эпидемиологии этого паразита.

Сравнение результатов генотипирования с результатами исследований в других культурно-географических регионах представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Генотипы *T. vaginalis*, обнаруженные методом полиморфизма гена актина в различных регионах (по данным литературы и результатам собственных исследований)

№	Город/страна	Генотип								
		А	Е	G	Н	I	М	N	Р	Сочетание
1	Республика Беларусь	-	-	-	45	-	-	-	2	14
2	Украина	-	19	6	3	-	-	-	-	1
3	Синьсян, провинция Хэнань, Китай	-	40	-	12	-	-	-	-	16
4	Киншаса, Конго	1	34	14	6	1	2	2	-	-
5	Керман, Иран	-	3	2	8	2	-	1	-	-
6	Шираз, Иран	-	-	-	-	3	1	-	-	4
7	Карадж, Иран	-	11	23	6	3	-	-	-	2
8	Хамадан, западный Иран	9	1	-	-	6	-	-	-	-
9	Дурбан, Южная Африка	-	-	16	-	1	-	-	-	-
10	Замбия	1	5	42	15	6	-	6	5	10
11	Кения	-	11	3	-	1	-	6	1	-

ПЦР по выявлению гена актина в положительных в отношении *T. vaginalis* пробах показала, что этот ген не всегда выявляется у паразита, возможно, по причинам, представленным выше. Среди изолятов *T. vaginalis* в городах Ирана ген актина амплифицировался в 100 % случаев, в Конго и Замбии – в 94,4 %, в Кении – в 95,7 %, в Китае – в 25,5 %, в ЮАР – в 81 %, в Украине – в 59,2 %, в Республике Беларусь – в 27,3 %.

Исследования, проведенные в различных областях Ирана, показали не равнозначное распространение генотипов: в г. Карадж доминирующими генотипами являлись G (51,1 %) и Е (24,4 %), в г. Хамадане преобладал генотип А (56,3 %), в г. Кермане – Н (50 %), в г. Ширазе – I (37,5 %) и сочетание генотипов встречалась в 50 %. В странах Африки, в частности в Конго и Кении отмечается доминирование генотипа Е – 56,7 % и 50 %, соответственно, в Замбии и ЮАР – G в процентном соотношении 52,5 % и 94,1 % соответственно. В Китае исследования выявили преобладание генотипа Е (58,8 %). В украинской популяции также доминирует генотип Е (65,5 %). В Республике Беларусь отмечается превалирование циркуляции генотипа Н (73,8 %) *T. vaginalis*.

Таким образом, впервые в Республике Беларусь используя технику полиморфизма длины рестрикционных фрагментов гена актина, проведено исследование по изучению циркулирующих генотипов *T. vaginalis*. Доминирующим генотипом является генотип Н (73,8 %). Сравнительно реже выявлялись генотип Р (3,3 %) и ассоциации различных генотипов (22,9 %). В нашем исследовании не удалось выявить такие генотипы, как А, Е, G, I, М и N. Возможно, это связано с недостаточно большой выборкой в исследовании.

Сравнение данных о типировании *T. vaginalis* в Республике Беларусь с подобными научными исследованиями других географических регионов показало некоторые территориальные особенности в распространении генотипов *T. vaginalis*. В большинстве научных публикаций в ряде регионов наиболее распространенными генотипами *T. vaginalis* являлись Е и G. При этом в г. Хамадане (Иран) и в г. Кермане (Иран) доминировали генотипы *T. vaginalis*, соответственно А (56,3 %) и Н (50 %).

Дальнейшее молекулярно-генетическое изучение выделенных штаммов *T. vaginalis* с генотипами Н и Р позволит более детально охарактеризовать их гены вирулентности и резистентность к противопротозным препаратам.

Литература

1. Выявление урогенитальных трихомонад и их морфологическая характеристика / Н. Н. Полещук, А. А. Гаврусев, Н. Н. Капитулец [и др.] // Здоровоохранение. – 2004. – № 10. – С. 55–59.
2. Bricheux, G. Molecular cloning of actin genes in *Trichomonas vaginalis* and phylogeny inferred from actin sequences / G. Bricheux, G. Brugerolle // FEMS Microbiology Letters. – 2006. – Vol. 153, iss. 1. – P. 205–213. – DOI: 10.1111/j.1574-6968.1997.tb10483.x.
3. Molecular typing of the actin gene of *Trichomonas vaginalis* isolates by PCR–restriction fragment length polymorphism / T. Crucitti, S. Abdellati, E. Van Dyck, A. Buvé // Clinical Microbiology and Infection. – 2008. – Vol. 14, iss. 9. – P. 844–852. – DOI: 10.1111/j.1469-0691.2008.02034.x.

Поступила 29.09.2025

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛНОРАЗМЕРНЫХ КАПСИДНЫХ БЕЛКОВ НОРОВИРУСОВ ЧЕЛОВЕКА

^{1,2}Казловский И. С., к. б. н., доцент, konf2025@belriem.by,

¹Поклонская Н. В., к. б. н., konf2025@belriem.by,

¹Бельская И. В., konf2025@belriem.by,

¹Амвросьева Т. В., д. м. н., профессор, konf2025@belriem.by,

²Зинченко А. И., д. б. н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, zinch@mbio.bas-net.by

¹Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь;

²Государственное научное учреждение «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Норовирусы человека (далее – НоВ) являются ведущими этиологическими агентами острого гастроэнтерита не бактериальной природы, вызывая как спорадические, так и групповые случаи заболевания во всех возрастных группах [1]. Ежегодно норовирусная инфекция (далее – НоВИ) приводит к более 200 тыс. смертей и миллионам госпитализаций в мире, что подчеркивает необходимость разработки эффективных методов ее диагностики и профилактики [2]. По результатам многолетних наблюдений в глобальном масштабе, так же, как и в нашей стране, НоВ являются доминирующими возбудителями регистрируемой групповой и вспышечной заболеваемости

«Золотым» стандартом диагностики НоВИ является ПЦР с обратной транскрипцией, обладающая высокой чувствительностью и специфичностью. Однако данный метод применяется преимущественно в стационарах, требует специального оборудования, квалифицированного персонала и дорогих реагентов. Между тем, часть случаев НоВИ протекает вне стационара, но остается значимой с эпидемиологической точки зрения из-за длительного вирусывыделения и риска заражения окружающих. Для таких ситуаций предпочтительны экспресс-тесты [3], основанные на выявлении норовирусного антигена с помощью специфических антител.

Если технология получения поликлональных антител к норовирусам достаточно проста и изучена, то наработка антигенного материала остается сложной задачей. Из-за некультивируемости НоВ невозможно применять методы классической вирусологии, поэтому для получения белков используют генно-инженерные подходы. Существуют системы экспрессии поверхностного белка НоВ с антигенными свойствами, наиболее распространенная из которых – с применением бакуловирусов и клеток насекомых Sf9 [4]. Однако данная технология трудоемка, требует длительного времени и сложной очистки. Альтернативой является

экспрессия в клетках млекопитающих (HEK293), но она отличается высокой себестоимостью, что ограничивает ее применение.

Наиболее доступным способом получения рекомбинантных белков остается экспрессия в *Escherichia coli*. Однако, как сообщалось в работе J. M. Devant et al., она давала крайне низкий выход белка, либо вообще не позволяла синтезировать интересующие белки HoB. В связи с этим продолжают работы по разработке новых биотехнологических подходов, включая экспрессию при «холодовом шоке», основанную на индукции белкового синтеза при 15 °С с одновременным снижением общей трансляции и активности протеаз, что обеспечивает выход целевого белка до 60 % [4].

Капсидный белок VP1 HoB способен к самосборке в вирусоподобные частицы, обладающие высокой стабильностью и иммуногенностью. Несмотря на отсутствие зарегистрированных вакцин против HoBI, большинство кандидатных препаратов включает белок VP1, экспрессированный в клетках млекопитающих или дрожжей [2]. Чаще всего используется белок VP1 генотипа GII.4 – наиболее распространенного среди патогенных для человека норовирусов. Он остается доминирующим уже несколько десятилетий, на его долю приходится более 80 % вспышек. Высокая изменчивость GII.4 обуславливает регулярное появление новых эпидемических вариантов [1–3].

В Беларуси HoB занимают второе место среди возбудителей острых кишечных инфекций (после ротавирусов) и лидируют по числу вспышек групповой заболеваемости. В этих условиях разработка доступных и эффективных технологий получения компонентов для диагностики и вакцинопрофилактики HoBI является актуальной задачей.

Данная работа посвящена созданию бактериальной платформы для биотехнологического получения полноразмерных капсидных белков эндемичных для Республики Беларусь геновариантов HoB (GII.4, GII.17 и GI.3).

Для исследования использовали образцы биологического материала (фекалии, $n = 7$), содержащие РНК HoB генотипов GII.4, GII.17 и GI.3, полученные из банка лаборатории инфекций с природным резервуаром научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

Для построения плазмидных конструкций исходно применяли штамм *E. coli* XL1-Blue (Novagen, США) и плазмидный вектор pJET1.2 (Novagen, США). В качестве экспрессионной системы был выбран вектор pColdI (Takara Bio, Япония), основанный на промоторе «холодового шока», что позволяет индуцировать синтез белка при пониженных температурах (15 °С), снижая протеазную активность и повышая выход целевого продукта.

Дизайн олигонуклеотидных праймеров для амплификации фрагментов, кодирующих ген основного капсидного белка VP1, проводили с использованием программы Primer3 (v. 0.4.0) на основании анализа последовательностей ORF2 различных генотипов HoB. При проектировании учитывали температуру отжига, GC-состав, образование шпилек и димеров. Для выделения РНК из биоматериала применяли набор «НК-экстра» (РЦГЭиОЗ, Беларусь). Амплификацию фрагментов VP1 осуществляли в реакционной смеси объемом 25 мкл с использованием «5X-ArtMix» (АртБиоТех, Беларусь) и праймеров (по 20 пмоль, Праймтех, Беларусь).

Электрофоретический анализ продуктов проводили в 1% агарозном геле в TAE-буфере при напряжении 3–4 В/см с добавлением бромистого этидия (0,5 мкг/мл). Визуализацию выполняли в УФ-свете ($\lambda = 280$ нм). Секвенирование осуществляли с использованием набора GenomeLab DTCS Quick Start Kit (Beckman Coulter, США) на автоматическом секвенаторе CEQ 8000. Анализ данных выполняли в программе MEGA7.0. Ампликоны и векторные конструкции очищали с помощью GeneJET Gel Extraction Kit (Thermo Fisher Scientific, США), концентрацию ДНК определяли на Qubit Fluorometer (Invitrogen, США) с использованием красителя ZUBR Green I (Праймтех, Беларусь).

Для трансформации применяли электрокомпетентные клетки *E. coli* ArcticExpress (DE3) (Agilent Technologies, США), содержащие гены шаперонов холодового шока, обеспечивающих правильный фолдинг эукариотических белков при низких температурах. Подготовку клеток проводили по стандартному протоколу с многоступенчатым промыванием охлажденным раствором глицерина. Трансформацию плазмидными конструкциями pColdI-VP1 осуществляли методом электропорации на приборе MicroPulser (Bio-Rad, США). После трансформации клетки высевали на агаризованную среду LB, содержащую ампициллин (100 мкг/мл), и инкубировали при 37 °С.

Выбранные трансформанты культивировали в жидкой LB-среде с антибиотиком до достижения $OD_{600} = 0,6–1,0$. Индукцию экспрессии проводили при 15 °С путем добавления изопропил- β -D-тиогалактопиранозид (далее – ИПТГ) до конечной концентрации 0,5 мМ. Культивирование продолжали 15–16 ч на орбитальном шейкере при 250 об/мин. По окончании инкубации клетки осаждали центрифугированием (5000 g, 15 мин), а осадок использовали для анализа синтеза целевого белка.

Белки анализировали методом денатурирующего электрофореза в полиакриламидном геле (SDS-PAGE) по Лэммли с окрашиванием Кумасси R-250. Относительное содержание целевых белков VP1 в составе

общего белкового профиля, визуализируемого на электрофореграмме, клеточного лизата определяли по результатам денатурирующего электрофореза с использованием программного обеспечения Image Lab (Bio-Rad Laboratories, США). Количественный анализ выполняли на основании интенсивности окрашивания белковых полос: все полосы дорожки выделяли вручную, после чего программа автоматически рассчитывала относительную оптическую плотность каждой полосы. Процентное содержание целевого белка выражали как отношение его интегральной плотности к суммарной интенсивности всех белков дорожки.

Антигенные свойства рекомбинантных белков VP1 оценивали тремя независимыми методами. Реактивность с поликлональными анти-норовирусными антителами (Elabscience, Китай) определяли методом иммуноблоттинга по стандартному протоколу с последующей хемилюминесцентной детекцией. Взаимодействие белков с антителами нативного происхождения исследовали иммунохроматографически с использованием экспресс-теста «Мульти Тест 007: норовирус, геногруппа I + геногруппа II (кал)» (ООО «МультиЛаб», Республика Беларусь). Дополнительно проводили непрямой иммуноферментный анализ с ДНК-аптамерами, специфичными к антигенным детерминантам VP1, по ранее опубликованной методике [5].

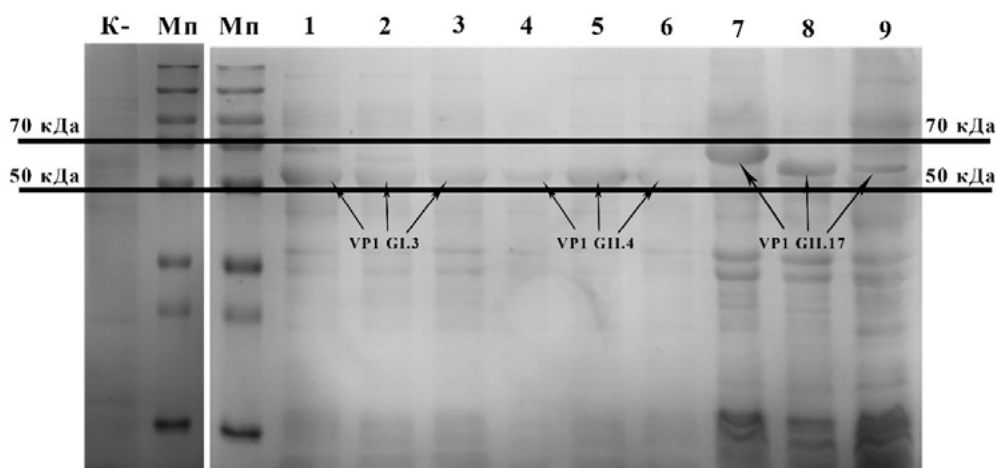
Эксперименты выполняли в трех-семи повторностях. Статистическую обработку данных проводили методами вариационной статистики с расчетом доверительного интервала по критерию χ^2 с поправкой Йейтса.

Для получения полноразмерного гена VP1 NoB (генотипы GI.3, GII.4, GII.17) были спроектированы праймеры и собраны конструкции на основе плазмиды pColdI, содержащей промотор «холодового шока». Такой подход позволял запускать экспрессию при сниженной температуре (15 °C), что благоприятствовало правильной свертке белка и предотвращало деградацию целевого продукта. Полученные конструкции были трансформированы в клетки *E. coli* ArcticExpress (DE3), несущие дополнительные шапероны (Cpn10 и Cpn60), что усиливало эффективность экспрессии эукариотических белков.

Колонии-трансформанты, содержащие конструкции pColdI-GI.3-VP1, pColdI-GII.4-VP1 и pColdI-GII.17-VP1, были отобраны на селективной среде с ампициллином. После проверки корректности вставки методом ПЦР и секвенирования, штаммы депонировали в Белорусскую коллекцию непатогенных микроорганизмов под номерами: *E. coli* Arctic-pCold-GI.3_VP1 – *E. coli* БИМ В-2078 Г, *E. coli* Arctic-pCold-GII.4_VP1 – *E. coli* БИМ В-2079 Г, *E. coli* Arctic-pCold-GII.17_VP1 – *E. coli* БИМ В-2080 Г.

Клетки-трансформанты *E. coli* ArcticExpress (DE3) культивировали при 37 °C до достижения оптической плотности 0,6–1,0 при длине волны равной 600нм, после чего переносили на 15 °C и индуцировали синтез 0,5 мМ ИПТГ. Инкубация продолжалась 15–16 часов.

Анализ клеточных лизатов методом SDS-PAGE показал наличие характерных полос на уровне 61–62 кДа, соответствующих молекулярной массе полноразмерного белка VP1. Дополнительно проведен анализ фракций: надосадочной (растворимой) и осадочной (телец включения). Для штаммов *E. coli* ArcticExpress (DE3) наблюдался синтез белка VP1 как в растворимой, так и в нерастворимой фракциях, при этом отмечалось увеличение доли растворимой формы по сравнению с BL21.



К – клеточный лизат *E. coli* ArcticExpress (De3) без индукции; 1-3 – GI.3 (клон № 3): клеточный лизат, нерастворимая фракция лизата, растворимая фракция лизата; 4-6 – GII.4 (клон № 1): клеточный лизат, нерастворимая фракция лизата, растворимая фракция лизата; 7-9 – GII.17 (клон № 4): клеточный лизат, нерастворимая фракция лизата, растворимая фракция лизата

Рисунок 1 – Электрофореграмма белковых фракций лизата клеток *E. coli* ArcticExpress (De3)_pColdI-GII.17/GII.4/ GI.3_VP1

Количество экспрессируемого белка варьировало от 3,7 до 23,3 % от общего белкового профиля, визуализируемого на представленной электрофореграмме, в зависимости от генотипа.

Для повышения выхода растворимого белка были протестированы различные концентрации индуктора (0,1–1,0 мМ ИПТГ), а также временные режимы экспрессии (8, 12 и 16 ч). Оптимальными оказались условия: 0,5 мМ ИПТГ, температура 15 °С, продолжительность индукции 15 ч.

Антигенные свойства экспрессированных белков оценивали с использованием поликлональных антител против НоВ, коммерческого экспресс-теста «Мульти Тест 007: норовирус, геногруппа I + геногруппа II (кал)» и специфических аптамеров. Результаты показали, что рекомбинантный белок VP1 генотипа GII.4 обладает высокой реактивностью и эффективно выявляется как антителами, так и в системе «МультиТест 007: норовирус, геногруппа I + геногруппа II (кал)». Однако, реактивность VP1 GII.17 и GI.3 в иммунохроматографии была снижена по сравнению с GII.4, что указывает на ограниченное распознавание соответствующими антителами тест-системы в данном формате анализа. Дополнительно установлено, что аптамеры специфически связывались с белком VP1 GII.4, подтверждая его антигенную значимость и возможность применения в качестве ключевого антигенного компонента при разработке отечественных экспресс-тестов.

Для подтверждения сохранности антигенных детерминант и оценки пригодности полученных белков в качестве диагностических антигенов проведен иммуноблоттинг с использованием коммерческих поликлональных анти-норовирусных антител. Эта методика позволила определить наличие и интенсивность специфического связывания рекомбинантных белков VP1 различных генотипов с антителами.



K+ – препарат рекомбинантного белка VP1 HoB GII.4 (ab256447, «Abcam», Великобритания)

Рисунок 2 – Иммуноблотограмма белков с гистидиновым тегом, содержащихся в клеточных лизатах *E. coli* ArcticExpress (DE3)_pColdI-GII.4/ GI.3/ GII.17_VP1

Результаты анализа показали, что все полноразмерные белки VP1 (GII.4, GII.17 и GI.3) содержали антигенные эпитопы, распознаваемые антителами. При этом различия в интенсивности иммуноблот-сигналов между генотипами могут быть связаны как с особенностями антигенной структуры, так и с неодинаковым содержанием целевого белка в клеточных лизатах. Для более точной сравнительной оценки реактивности планируется проведение анализа на очищенных препаратах рекомбинантных белков VP1, стандартизированных по концентрации.

Таким образом, проведенный иммуноблоттинг подтвердил наличие антигенной активности у всех трех вариантов полученных VP1 белков.

Использование штаммов ArcticExpress позволило впервые получить растворимую форму полноразмерного белка VP1 трех генотипов НоВ. Ранее при экспрессии в *E. coli* BL21 (DE3) белок преимущественно агрегировал в телах включения. В случае ArcticExpress целевые белки составляли до 20 % от общего белка клетки и сохраняли антигенные свойства.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что система экспрессии на основе *E. coli* ArcticExpress (DE3) в сочетании с вектором pColdI является перспективной платформой для получения диагностически значимых антигенов НоВ.

В работе впервые показана возможность получения растворимой формы полноразмерного капсидного белка VP1 НоВ в системе *E. coli* ArcticExpress (DE3) с использованием вектора pColdI. Экспрессированные

белки сохраняли антигенные свойства, что подтверждено иммуноблоттингом, аптамерным анализом и коммерческим экспресс-тестом «МультиТест 007». Наибольшей диагностической ценностью обладает VP1 генотипа GII.4, обладающий выраженной реактивностью и стабильностью связывания с антителами. Полученные результаты подтверждают перспективность применения бактериальной системы ArcticExpress для разработки отечественных экспресс-тестов для диагностики НоВИ, но и в качестве антигенных компонентов для создания ИФА-наборов, проведения серомониторинга и разработки средств специфической иммунопрофилактики.

Литература

1. Nordgren, J. Genetic Susceptibility to Human Norovirus Infection: An Update / J. Nordgren, L. Svensson // *Viruses*. – 2019. – Vol. 11, iss. 3. – Art. № 226. – DOI: 10.3390/v11030226.
2. Tan, M. Norovirus Vaccines: Current Clinical Development and Challenges / M. Tan // *Pathogens*. – 2021. – Vol. 10, iss. 12. – Art. № 1641. – DOI: 10.3390/pathogens10121641.
3. Yoon, S. H. Diagnostic Accuracy of Immunochromatographic Tests for the Detection of Norovirus in Stool Specimens: a Systematic Review and Meta-Analysis / S. H. Yoon, H. R. Kim, J. G. Ahn // *Microbiology Spectrum*. – 2021. – Vol. 9, № 1. – Art. № e0046721. – DOI: 10.1128/Spectrum.00467-21.
4. Devant, J. M. Structural heterogeneity of a human norovirus vaccine candidate / J. M. Devant, G. S. Hansman // *Virology*. – 2021. – Vol. 553. – P. 23–34. – DOI: 10.1016/j.virol.2020.10.005.
5. Selection, characterization and application of nucleic acid aptamers for the capture and detection of human norovirus strains / B. I. Escudero-Abarca, S. H. Suh, M. D. Moore [et al.] // *PLOS One*. – 2014. – Vol. 9, iss. 9. – Art. № e106805. – DOI: 10.1371/journal.pone.0106805.

Поступила 30.09.2025

МУТАЦИИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВИРУСА ГЕПАТИТА С СУБТИПА 3А К ИНГИБИТОРАМ NS5A КАК ПРИЧИНА НЕЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ

*Коско А. Д., konf2025@belriem.by,
Гасич Е. Л., д. б. н., доцент, konf2025@belriem.by*

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Генотип 3 вируса гепатита С (далее – ВГС) является вторым по распространенности в мире и ассоциирован с повышенным риском прогрессирования фиброза печени и развития гепатоцеллюлярной карциномы. Несмотря на достижения в терапии, связанные с внедрением препаратов прямого противовирусного действия (далее – ПППД), достижение устойчивого вирусологического ответа (далее – УВО) у пациентов с субтипом 3а, особенно на фоне цирроза печени, остается серьезной клинической проблемой. Схемы терапии, включающие ингибиторы NS5A, демонстрируют более низкую эффективность в отношении данного субтипа по сравнению с другими субтипами вируса [1].

Особую сложность представляет лечение пациентов с предшествующей неудачей терапии. Ключевым фактором, обуславливающим неэффективность терапии, является наличие мутаций резистентности (далее – RAS) в гене NS5A. Низкий генетический барьер к резистентности препаратов этого класса способствует селекции вариантов вируса, несущих RAS, как присутствовавших до лечения (естественная резистентность), так и возникших под давлением препаратов (приобретенная резистентность) [2]. Для субтипа 3а характерна высокая частота естественных полиморфизмов, в частности, в позиции A62, которые сами по себе могут снижать порог для развития клинически значимой резистентности. Наличие таких замен, как Y93H, ассоциировано с повышенным риском вирусологического рецидива, что особенно актуально для пациентов с неудачей предыдущего курса ПППД [3].

За последние годы накоплено достаточно данных о региональных особенностях распространения резистентных штаммов ВГС, что может быть связано с различиями в применяемых терапевтических схемах и эпидемиологических характеристиках популяции [4]. Однако информация о спектре RAS у пациентов с неудачей терапии в отдельных регионах, включая Восточную Европу, остается ограниченной.

Таким образом, определение спектра и частоты встречаемости RAS у пациентов с субтипом 3а с неэффективностью терапии является критически важным для персонализации схемы лечения, что будет способствовать эрадикации вируса.

Целью исследования являлась оценка распространенности и спектра RAS в гене NS5A ВГС субтипа 3а у пациентов с неэффективностью терапии на основе ингибиторов NS5A в Республике Беларусь за период 2018–2025 гг.

В исследование включено 486 образцов сыворотки крови, полученных в период с 2018 по 2025 год от пациентов, инфицированных ВГС 3а субтипа, у которых терапия ПППД с применением ингибиторов NS5A (преимущественно даклатасвира) не привела к достижению УВО. Исследуемая выборка состояла из 393 мужчин (80,9 %) и 93 женщин (19,1 %). Медианный возраст пациентов на момент забора образцов составил 45 лет (межквартильный размах – 19–83 года). Пациенты являлись жителями всех областных регионов Республики Беларусь.

Выделение РНК ВГС проводили с использованием набора реагентов «РИБО-преп» («АмплиСенс», Россия) в соответствии с инструкцией производителя. Синтез кДНК осуществляли в реакции обратной транскрипции с использованием случайных гексамерных праймеров и ревертазы ArtMMLV («АртБиоТех», Республика Беларусь). Амплификацию целевого участка гена NS5A проводили методом полимеразной цепной реакции (далее – ПЦР) с использованием специфических праймеров: для 1-го раунда ПЦР F5A_MC 5'-TGGATGAACAGGCTCATYGC-3', R5A_MC 5'-ATGTTGCTGCCCATCTCTTG-3', для 2-го раунда ПЦР F15A_MC 5'-GTYCCCGAGAGCGATGCGC-3', R15A_MC 5'-AGTTGGCTGGCRGATGAGCTTGC-3'. Реакционная смесь общим объемом 25 мкл содержала: 2,5 мкл 10х буфера, 1 мкл 50 мМ MgCl₂, 2,5 мкл смеси дНТФ (2мМ каждого), по 1 мкл каждого праймера (10мкМ), 0,2 мкл ArtStart ДНК-полимеразы (5 ед/мкл) и деионизованную воду. Временные и температурные параметры амплификации были следующими: начальная денатурация при 95 °С в течение 2 мин; 35 циклов (денатурация при 95 °С – 10 с, отжиг праймеров при 53 °С / 58 °С для первого / второго раунда соответственно – 10 с, элонгация при 72 °С – 1 мин); финальная элонгация при 72 °С в течение 5 мин.

Амплифицированные фрагменты секвенировали по Сэнгеру на генетическом анализаторе ABI Prism (Applied Boiesystem, США), серии 3500 (Applied Boiesystem, США). Полученные последовательности анализировали с использованием онлайн-алгоритма geno2pheno HCV v.0.92 (<https://hcv.geno2pheno.org/>) [5]. Вирусные изоляты классифицировали как имеющие «сниженную восприимчивость» или «устойчивость» к конкретным ингибиторам NS5A.

RAS, ассоциированные со сниженной восприимчивостью или устойчивостью к ингибиторам NS5A, были обнаружены в 99,6 % (484/486) исследованных образцов. Наиболее часто встречались замены в позиции A62, детектируемые в 49,2 % (239/486) случаев от общего числа проанализированных образцов. Значительная доля изолятов характеризовалась наличием комбинаций в позициях A62+Y93 – 27,8 % (135/486) и A30 + A62 – 15,2 % (74/486). Для 49,6 % (241/486) образцов было характерно наличие единичных замен, для 216 образцов (44,4 %) – двух RAS и для 27 образцов (5,6 %) – одновременно трех замен. Спектр и частота встречаемости RAS представлена на рисунке 1.

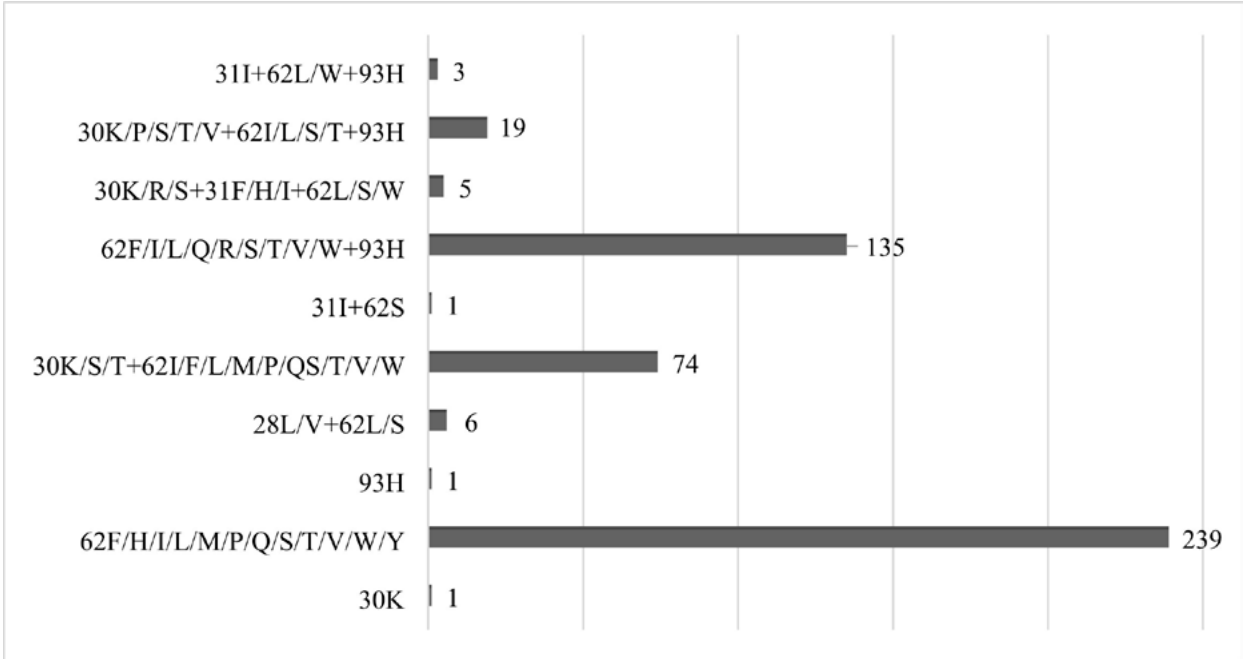


Рисунок 1 – Спектр и распространенность RAS ВГС 3а субтипа

Широкая распространенность RAS в исследованной выборке пациентов указывает на их ключевую роль в неэффективности терапии с применением ингибиторов NS5A в отношении субтипа 3а ВГС. Согласно данным алгоритма geno2pheno, спектр выявленных замен варьирует от снижающих восприимчивость до обуславливающих высокий уровень резистентности, что отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние выявленных мутаций в гене NS5A на чувствительность ВГС субтипа 3а к ингибиторам NS5A

Мутации	Частота встречаемости (абс. число / %)	Фенотипический эффект	
		Резистентность	Снижение восприимчивости
30K	1 / 0,2	даклатасвир, элбасвир, ледипасвир	пибрентасвир, велпатасвир
30K+31I+62L/S	2 / 0,4		
30K+62I/L/M/P/S/T/V/W	49 / 10,1		
30K/S+62I/T/S+93H	10 / 2,1	даклатасвир, элбасвир, ледипасвир, пибрентасвир, велпатасвир	–
30P/T/V+62I/L/S/T+93H	9 / 1,9	даклатасвир, элбасвир, ледипасвир, велпатасвир	пибрентасвир
31I+62L/W+93H	3 / 0,6		
30R+31F+62L	1 / 0,2	даклатасвир, элбасвир	ледипасвир, пибрентасвир, велпатасвир
30S+31I+62W	1 / 0,2	даклатасвир	элбасвир, ледипасвир, пибрентасвир, велпатасвир
31I+62S	1 / 0,2		
62F/I/L/Q/R/S/T/V/W+93H	135 / 27,8	даклатасвир, элбасвир, ледипасвир, велпатасвир	–
93H	1 / 0,2		
30S+31H+62S	1 / 0,2	–	даклатасвир, элбасвир, ледипасвир, пибрентасвир, велпатасвир
30S/T+62F/Q/S/T/W	25 / 5,1		
28L/V+62L/S	6 / 1,2	–	даклатасвир, пибрентасвир
62F/H/I/L/M/P/Q/S/T/V/W/Y	239 / 49,2	–	даклатасвир

Анализ влияния выявленных RAS на чувствительность ВГС субтипа 3а к ингибиторам NS5A показал, что в 56,0 % случаев они обуславливают снижение восприимчивости вируса к данному классу препаратов. Наиболее распространенным являлся полиморфизм A62, выявленный в 49,2 % образцов, который ассоциирован со сниженной чувствительностью к даклатасвиру. При сочетании данных мутаций с заменами в позиции T28 (1,2 %), отмечается дополнительное снижение восприимчивости к пибрентасвиру. Особую клиническую значимость имеют комбинации мутаций A62 с заменами в позициях A30 и L31 (5,3 %), которые приводят к сниженной восприимчивости ко всем одобренным для данного субтипа препаратам.

В 44,0 % случаев выявленные мутации обуславливают высокий уровень резистентности к ингибиторам NS5A. Замена A30K (0,2 %) и ее комбинации с L31I (0,4 %) и заменами в позиции A62 (10,1 %) обуславливают резистентность к даклатасвиру, элбасвиру и ледипасвиру, а также снижают восприимчивость к пибрентасвиру и велпатасвиру. Замена Y93H демонстрирует различный фенотипический эффект в зависимости от комбинаций. Мутация Y93H (0,2 %) и ее комбинация с мутациями в позиции A62 (27,8 %) связана с высоким уровнем резистентности к даклатасвиру, элбасвиру, ледипасвиру и велпатасвиру. Одновременное присутствие Y93H и замен в позициях A30 + A62 (3,9 %) и L31 + A62 (0,6 %) приводит к резистентности ко всем основным ингибиторам NS5A.

Среди редких вариантов выявлены мутации A30R + L31F + A62L (0,2 %), обуславливающие резистентность к даклатасвиру и элбасвиру, A30S + L31I + A62W (0,2 %) и L31I + A62S (0,2 %) – резистентность к даклатасвиру и снижение уровня чувствительности к элбасвиру, ледипасвиру, пибрентасвиру и велпатасвиру. Наличие указанных мутаций существенно ограничивает возможности повторного применения терапии на основе ингибиторов NS5A.

Таким образом, в 99,6 % случаев повторного обнаружения РНК ВГС субтипа 3а после курса терапии с применением ингибиторов NS5A идентифицированы варианты вируса с RAS. Выявленный спектр RAS характеризуется высокой долей множественных мутаций (A62 + Y93H, A30 + A62), что в значительной степени создает проблему для терапии второй линии. Полученные данные подчеркивают критическую важность проведения тестирования на RAS у всех пациентов с повторным выявлением ВГС субтипа 3а после неудачи терапии, чтобы исключить повторное применение неэффективных препаратов.

Литература

1. Selection dynamics of HCV genotype 3 resistance-associated substitutions under direct-acting antiviral therapy pressure / J. P. V. Rodrigues, G. R. F. Campos, C. Bittar [et al.] // The Brazilian Journal of Infectious Diseases. – 2022. – Vol. 26, iss. 6. – Art. № 102717. – DOI: 10.1016/j.bjid.2022.102717.
2. Prevalence and Pattern of Resistance in NS5A/NS5B in Hepatitis C Chronic Patients Genotype 3 Examined at a Public Health Laboratory in the State of São Paulo, Brazil / A. P. de Torres Santos, V. C. Martins Silva, M. C. Mendes-Corrêa [et al.] // Infection and Drug Resistance. – 2021. – Vol. 14. – P. 723–730. – DOI: 10.2147/IDR.S247071.
3. Younas, S. NS5A Resistance Associated Mutations to Daclatasvir in Hepatitis C Virus Genotype 3a Treatment Naive and SOF/DCV Treatment Failure Patients / S. Younas, A. Sumrin // Pakistan Journal of Zoology. – 2023. – Vol. 56, iss. 6. – P. 2501–3000. – DOI: 10.17582/journal.pjz/20220907090942.
4. Hepatitis C virus drug resistance associated substitutions and their clinical relevance: Update 2018 / M. C. Sorbo, V. Cento, V. C. Di Maio [et al.] // Drug Resistance Updates. – 2018. – Vol. 37. – P. 17–39. – DOI: 10.1016/j.drug.2018.01.004.
5. Geno2pheno[HCV] – A Web-based Interpretation System to Support Hepatitis C Treatment Decisions in the Era of Direct-Acting Antiviral Agents / P. Kalaghatgi, A. M. Sikorski, E. Knops [et al.] // PLoS One. – 2016. – Vol. 11, iss. 5. – Art. № e0155869. – DOI: 10.1371/journal.pone.0155869.

Поступила 30.09.2025

ПНЕВМОНИЯ, ВЫЗВАННАЯ *KLEBSIELLA PNEUMONIAE*, У ПАЦИЕНТОВ С ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ: КЛИНИКО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Левченко К. В., kristy_levchenko@mail.ru

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

Бактериальные осложнения нередко развиваются у пациентов с туберкулезом (далее – ТБ) легких ввиду иммуносупрессии, длительного лечения в стационарных условиях [1].

У пациентов с ТБ органов дыхания отмечается высокая доля коинфекции *Klebsiella pneumoniae*. Значительная часть выделенных штаммов характеризуется лекарственной устойчивостью к нескольким лекарственным препаратам [2].

Присоединение бактериальной флоры ухудшает течение заболевания и увеличивает риск неблагоприятного исхода. Своевременное выявление бактериальных осложнений и определение чувствительности к антибиотикам выделенных штаммов являются обязательными для эффективного лечения пациентов с ТБ легких [3, 4].

Цель работы – изучение клинко-лабораторных данных пациентов с пневмонией, вызванной *K. pneumoniae*, в сочетании с ТБ, а также определить чувствительность выделенных штаммов к антибиотикам.

Проведен ретроспективный анализ случаев пневмонии, вызванной *K. pneumoniae*, в сочетании с легочной формой ТБ за 2023 год и пневмонии, вызванной *K. pneumoniae*, без ТБ у пациентов, проходивших лечение в 2022–2023 гг. в учреждении «Гомельская областная туберкулезная клиническая больница». Дизайн исследования – ретроспективное, обсервационное, случай-контроль. Критерий включения: возраст 18 лет и старше, выделение из мокроты, промывных вод бронхов (далее – ПВБ) *K. pneumoniae* в диагностически значимых количествах (10^6 КОЕ/мл и более). Каждому пациенту основной группы подбирался пациент группы сравнения того же пола и возрастной группы. Сформированы две группы пациентов: основная – 40 человек с пневмонией, вызванной *K. pneumoniae* в сочетании с ТБ легких; группа сравнения – 40 пациентов с бактериальной пневмонией, вызванной *K. pneumoniae*, без ТБ. Исследуемые группы составили 16 женщин и 64 мужчины. Возраст пациентов варьировался от 22 до 85 лет. 19 пациентов основной группы (47,5 % [31,5–63,9]) получали лечение по поводу лекарственно-чувствительного туберкулеза, 21 пациент (52,5 % [36,1–68,5]) – индивидуальные схемы лечения рифампицин-устойчивого туберкулеза. Инфильтративный ТБ был диагностирован у 26 пациентов (65,0 % [48,3–79,4]), диссеминированный ТБ – у 5 пациентов (12,5 % [4,2–26,8]), генерализованный – у 5 пациентов (12,5 % [4,2–26,8]), казеозная пневмония – у 3 человек (7,5 % [1,6–20,4]), фиброзно-кавернозный ТБ выявлен у 1 пациента (2,5 % [0,1–13,2]) анализируемой группы. Все пациенты имели отрицательный результат теста на антигены SARS-CoV-2.

Была изучена гендерно-возрастная структура пациентов, клинико-лабораторные данные, структура сопутствующих заболеваний, профиль чувствительности к антибиотикам *K. pneumoniae*, выделенных из биоматериала пациентов с ТБ легких.

Характеристика пациентов анализируемых групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика госпитализированных пациентов с пневмонией, вызванной *K. pneumoniae*, в том числе в сочетании с ТБ легких

Показатель	Основная группа, n=40	Группа сравнения, n=40	p
Возраст, лет (Me [25–75%])	56 [47,8–63,3]	58,0 [49,8–62,3]	0,50
Пол: мужской / женский	32 / 8	32 / 8	1,00
На искусственной вентиляции легких, абс. (%)	0 (0,0)	2 (5,0)	0,153
Кислородотерапия, абс. (%)	2 (5,0)	6 (15,0)	0,137

Микробиологическое исследование мокроты и ПВБ было выполнено с использованием автоматического микробиологического анализатора VITEK 2 Compact (BioMerieux, Франция). У всех пациентов получен рост бактерий в диагностически значимых количествах (10^6 – 10^7 КОЕ/мл). Была определена чувствительность выделенных штаммов *K. pneumoniae* к противомикробным лекарственным средствам. Чувствительность оценивалась в виде значений минимальных ингибирующих концентраций, интерпретация результатов в категориальные значения (S – чувствителен, I – чувствителен при увеличенной экспозиции антибиотика, R – устойчив) проводилась в соответствии с критериями Европейского комитета по определению чувствительности к противомикробным лекарственным средствам (EUCAST, Ver. 13.0, 2023 г.).

Для статистического анализа результатов определялись медиана (Me) и межквартильный интервал [Q25–Q75]. Сопоставление групп по количественным признакам выполнено с помощью U-критерия Манна – Уитни. Для относительных значений определялся 95% доверительный интервал (%; min–max) методом Клоппера – Пирсона. Значимость различий относительных долей признаков рассчитана с помощью критерия χ^2 Пирсона. Обработка полученных данных производилась при помощи Statistica 12.5. Статистически значимыми считали различия при уровне вероятности 95 % и более ($p < 0,05$).

В основной анализируемой группе пациентовотягощенный преморбидный фон отмечался у 33 человек (82,5 % [67,2–92,7]), в группе сравнения – у 37 пациентов (92,5 % [79,6–98,4]). Структура коморбидной патологии представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Данные о сопутствующей коморбидной патологии у пациентов исследуемых групп

Сопутствующая патология	Основная группа n = 40, (%)	Группа сравнения n = 40, (%)	χ^2	p
Ишемическая болезнь сердца	16 (40,0)	22 (55,0)	1,805	0,18
Артериальная гипертензия	12 (30,0)	21 (52,5)	4,178	0,041
Нарушение кровообращения	4 (10,0)	12 (30,0)	5,0	0,026
Хроническая обструктивная болезнь легких	3 (7,5)	7 (17,5)	1,829	0,177
Сахарный диабет	5 (12,5)	6 (15,0)	0,105	0,746
Хронические заболевания печени	4 (10,0)	6 (15,0)	0,457	0,499
ВИЧ-инфекция	9 (22,5)	1 (2,5)	7,314	0,007
Хронический алкоголизм	11 (27,5)	4 (10,0)	4,021	0,045

Среди сопутствующих заболеваний ВИЧ-инфекция и хронический алкоголизм чаще имелись в анамнезе у пациентов основной группы, болезни системы кровообращения (артериальная гипертензия, нарушение кровообращения) – у пациентов группы сравнения. Остальные заболевания встречались у пациентов обеих исследуемых групп без статистически значимых различий.

11 пациентов (27,5 % [14,6–43,9]) с коинфекцией *K. pneumoniae* и ТБ не предъявляли общеинтоксикационных или респираторных жалоб. 29 пациентов (72,5 % [56,1–85,4]) основной группы и все 40 пациентов (100,0 % [91,2–100,0]) группы сравнения отмечали ухудшение самочувствия, связанное с развитием клебсиеллезной пневмонии ($\chi^2 = 12,75$, $p < 0,001$). Особенности клинических проявлений пневмонии, вызванной *K. pneumoniae*, у пациентов анализируемых групп представлены на рисунке 1.

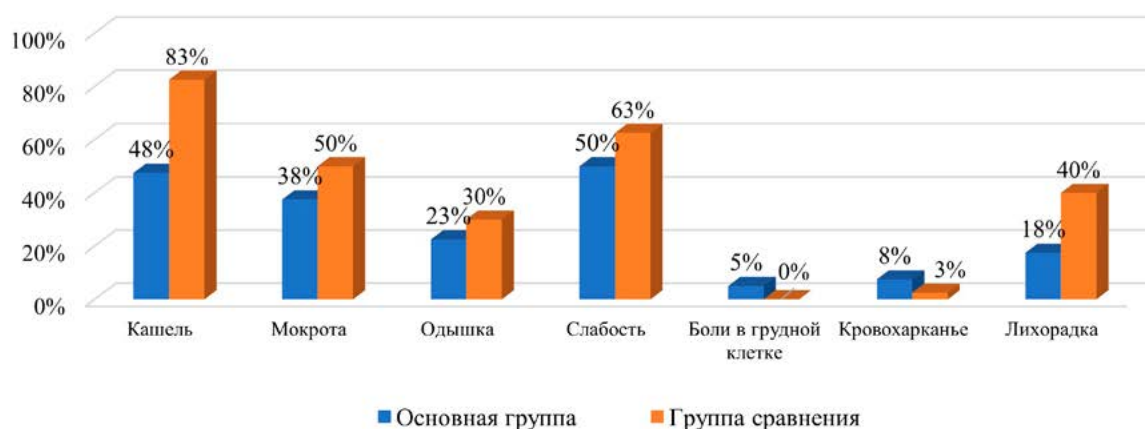


Рисунок 1 – Структура жалоб у госпитализированных пациентов

У пациентов группы сравнения чаще отмечались кашель ($\chi^2 = 12,58$, $p < 0,001$) и лихорадка ($\chi^2 = 4,94$, $p = 0,026$). Остальные жалобы встречались у пациентов обеих исследуемых групп без статистически значимых различий.

По завершении интенсивной фазы химиотерапии для дальнейшего амбулаторного лечения выписаны 37 пациентов (82,5 % [67,2–92,7]) основной группы, 34 пациента (85,0 % [70,2–94,3]) группы сравнения были выписаны из стационара с выздоровлением либо улучшением самочувствия ($p = 0,288$). Летальный исход наблюдался в 5 случаях (12,5 % [4,2–26,8]) среди пациентов основной группы и в 6 случаях (15,0 % [5,7–29,8]) в группе сравнения ($p = 0,745$). 2 пациента (5,0 % [0,6–16,9]) основной группы самовольно покинули стационар.

Была проанализирована чувствительность выделенных из биоматериала пациентов основной группы штаммов *K. pneumoniae* к антибиотикам (таблица 3). Медиана сроков выявления возбудителя в биоматериалах пациентов анализируемой группы была равна 3,0 [1,0–6,7] месяцам от момента госпитализации.

Таблица 3 – Характеристика лекарственной устойчивости изолятов *K. pneumoniae*, выделенных из проб мокроты и ПVB пациентов с ТБ

Антибиотик	R	I	S
Амоксициллин / клавулановая кислота	61,5	3,8	34,6
Ампициллин / сульбактам	46,4	3,6	50,0
Цефуроксим	42,9	0,0	57,1
Цефтриаксон	31,8	0,0	68,2
Цефотаксим	22,2	0,0	77,8
Цефепим	28,6	7,1	64,3
Цефтазидим	28,6	7,1	64,3
Левифлоксацин	62,9	2,9	34,3
Ципрофлоксацин	40,0	0,0	60,0
Имипенем	42,3	3,8	53,8
Меропенем	28,0	0,0	72,0
Гентамицин	30,0	0,0	70,0
Тобрамицин	30,0	0,0	70,0
Амикацин	0,0	0,0	100,0
Триметоприм / сульфаметоксазол	40,0	0,0	60,0
Пиперацillin	100,0	0,0	0,0
Пиперацillin / тазобактам	42,9	0,0	57,1
Тигециклин	0,0	0,0	100,0
Тетрациклин	28,6	7,1	64,3
Тикарциллин	76,9	0,0	23,1
Тикарциллин / клавулановая кислота	55,6	0,0	44,4

Антибиотик	R	I	S
Фосфомицин	0,0	0,0	100,0
Колистин	0,0	0,0	100,0
R (%) – устойчива; I (%) – чувствительна при увеличенной экспозиции; S (%) – чувствительна.			

Для выделенных штаммов *K. pneumoniae* характерен высокий уровень устойчивости к аминопенициллинам, респираторным фторхинолонам, карбапенемам. Отмечена чувствительность в 100 % к колистину и фосфомицину, тигециклину, амикацину.

Пневмония, вызванная *K. pneumoniae*, в сочетании с ТБ может иметь стертую клиническую картину, слабовыраженные симптомы интоксикации, что может быть связано с иммунодефицитным состоянием у пациентов данной клинической группы. Среди фоновой патологии у пациентов с клебсиеллезной пневмонией в сочетании с ТБ чаще отмечались ВИЧ-инфекция и хронический алкоголизм, у пациентов без ТБ – кардиологические заболевания.

Выделенные изоляты *K. pneumoniae* из биоматериала пациентов с ТБ характеризуются высоким уровнем устойчивости к антибактериальным лекарственным препаратам, используемым для лечения ТБ: прежде всего, респираторным фторхинолонам, а также карбапенемам, аминопенициллинам. Выявлена чувствительность в 100 % к препаратам резерва: колистину, фосфомицину, тигециклину, амикацину, что позволяет рекомендовать данные антибиотики для включения в схему лечения пациентов с коинфекцией *K. pneumoniae* и ТБ.

Литература

1. Tuberculosis and Pulmonary Co-Infections: Clinical Profiles and Management Strategies / I. Zaidi, J. Vardha, A. Khayum [et al.] // Medical Research Archives. – 2023. – Vol. 11, iss. 12. – DOI: 10.18103/mra.v11i12.4897.
2. Clinical and Microbiological Characteristics of *K. pneumoniae* Co-Infections in Pulmonary Tuberculosis: A Retrospective Study / J. Liu, Y. Zhang, J. Cai [et al.] // Infection and Drug Resistance. – 2023. – Vol. 16. – P. 7175–7185. – DOI: 10.2147/IDR.S421587.
3. A survey of co-infection of some pathogenic bacteria with TB in patients attending Federal Medical Center Katsina, Nigeria / B. Abdulkadir, U. Abubakar, B. Abdullahi [et al.] // Bayero Journal of Pure and Applied Sciences. – 2020. – Vol. 12, iss. 1. – P. 209–214. – DOI: 10.4314/bajopas.v12i1.33S.
4. Bacterial and fungal infections in pulmonary tuberculosis patients and the drug sensitivity test patterns / S. C. Pujiaty, S. B. Y. Magdalena, S. Parluhan [et al.] // African Journal of Infectious Diseases. – 2024. – Vol. 19, iss. 1. – P. 21–28. – DOI: 10.21010/Ajdv19i1.3.

Поступила 29.09.2025

ПРОФИЛИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К АНТИБИОТИКАМ СЛОЖНОДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ НЕФЕРМЕНТИРУЮЩИХ ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ ПАЦИЕНТОВ СТАЦИОНАРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Пугач В. В., pugach@belriem.by,
Картаева А. С., konf2025@belriem.by,
Янович О. О., к. б. н., konf2025@belriem.by,
Анискович Е. Д., aniskovich@belriem.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Неферментирующие грамотрицательные бактерии (далее – НГОБ) представляют собой разнородную группу микроорганизмов, широко распространенных в окружающей среде. По оценочным данным, на долю НГОБ приходится около 15 % всех случаев инфекционной патологии, обусловленной грамотрицательными возбудителями [1]. Наибольшие риски, ассоциированные с персистенцией НГОБ в учреждениях

здравоохранения, обусловлены их множественной лекарственной устойчивостью, как природной, так и приобретенной [2]. Особое значение возбудители этой группы имеют в патологии иммунокомпрометированных и/или тяжелобольных пациентов [3].

Помимо наиболее хорошо изученных представителей НГОБ, имеющих клиническое значение в патологии человека – родов *Pseudomonas* (типовой представитель – *Pseudomonas aeruginosa*) и *Acinetobacter* (типовой представитель – *Acinetobacter baumannii*) – в последние годы возрастает внимание к группе так называемых сложнодифференцируемых НГОБ (далее – СДНГОБ), таким как *Stenotrophomonas spp.*, *Sphingomonas spp.* и *Burkholderia spp.* Эти возбудители характеризуются более низкой вирулентностью относительно *P. aeruginosa* и *A. baumannii*, однако по-прежнему способны обуславливать инфекции у иммунокомпрометированных и/или тяжелобольных пациентов [4]. Так же, как и другие НГОБ, представители этих родов характеризуются широким спектром природной резистентности к противомикробным средствам, а также высоким потенциалом к приобретению и распространению генетических детерминант резистентности как внутри своих популяций, так и при межвидовом взаимодействии. Эти микроорганизмы, как правило, являются возбудителями инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, которые характеризуются широким спектром клинических проявлений (от бессимптомного носительства до тяжелых инфекций с фульминантным течением) и высокой смертностью (14–69 %). Особого внимания СДНГОБ заслуживают и по причине все более частого выявления их при исследовании клинического материала [5].

Цель исследования – охарактеризовать выявляемость и чувствительность к антибиотикам штаммов СДНГОБ видов *Burkholderia cepacia*, *Sphingomonas paucimobilis* и *Stenotrophomonas maltophilia*, циркулирующих на территории Республики Беларусь.

Материал для исследования представлен данными о штаммах СДНГОБ, внесенными микробиологическими лабораториями Республики Беларусь в базу данных WHONET в период с 2020 по 2024 г. Для определения чувствительности к антибиотикам каждого из включенных в исследование видов микроорганизмов на основании международных рекомендаций (Европейский комитет по тестированию чувствительности к антибиотикам) была подобрана индивидуальная панель антибиотиков для анализа, что обусловлено различными профилями природной устойчивости этих микроорганизмов. В настоящей работе проанализированы результаты исследований по определению чувствительности *B. cepacia* в отношении цефтазидима, меропенема, миноциклина и триметоприма/сульфаметоксазола; *S. paucimobilis* – пиперациллина/тазобактама, цефтазидима, цефепима, имипенема, меропенема, амикацина, тобрамицина, цiproфлоксацина и колистина; *S. maltophilia* – миноциклина и триметоприма/сульфаметоксазола. Для повышения точности анализа данные о чувствительности к антибиотикам включенных в исследование штаммов микроорганизмов, полученные с применением разных методов (Кирби-Бауэра, метод разведений), объединяли программными средствами программы WHONET. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с вероятностью безошибочного прогноза в 95 %.

За исследованный период лабораториями Республики Беларусь было выделено 1304 штамма *B. cepacia*. При этом в выявляемости этого микроорганизма отмечается отрицательная тенденция, описываемая полиномиальной линией тренда 3 порядка ($R^2 = 0,9438$) (рисунок 1).

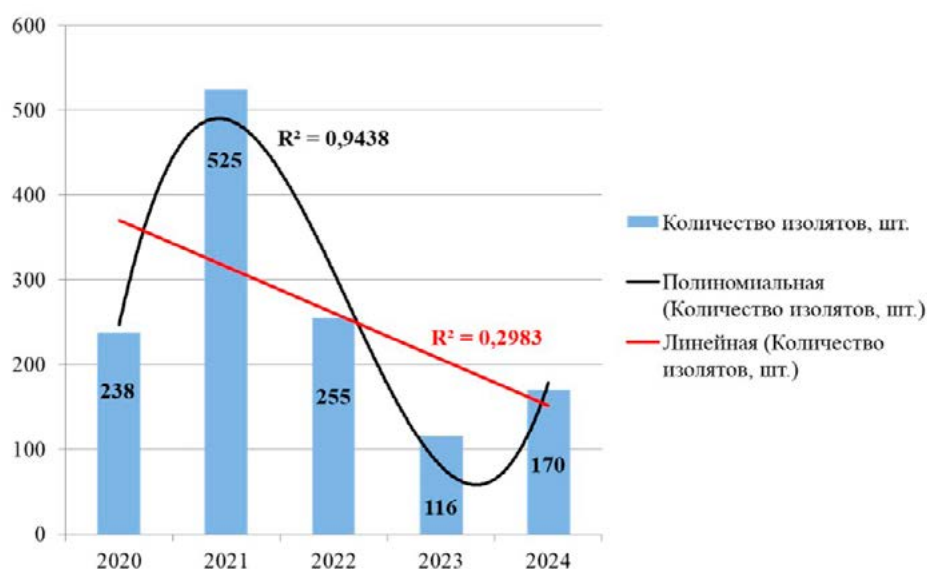


Рисунок 1 – Динамика выявляемости *B. cepacia* в Республике Беларусь в 2020–2024 гг. (по данным базы WHONET)

Определение чувствительности к цефтазидиму проводилось у 450 штаммов *B. ceracia*, к меропенему – у 295 штаммов, к миноциклину – у 161 штамма, а к триметоприму/сульфаметоксазолу – у 138 штаммов. Доля устойчивых к цефтазидиму *B. ceracia* составила $(41,76 \pm 5,07) \%$, меропенему – $(40,87 \pm 6,35) \%$, миноциклину – $(9,49 \pm 4,57) \%$, триметоприму/сульфаметоксазолу – $(30,43 \pm 7,68) \%$. На протяжении исследованного периода наблюдалась тенденция к росту резистентности *B. ceracia* ко всем включенным в исследование антибиотикам, кроме меропенема, для которого наблюдалась тенденция к снижению резистентности.

За период 2020–2024 гг. было выделено 1160 штаммов *S. paucimobilis*. В выявляемости сфингомонад отмечается тенденция к росту, описываемая полиномиальной линией тренда 2 порядка ($R^2 = 0,9886$) (рисунок 2).

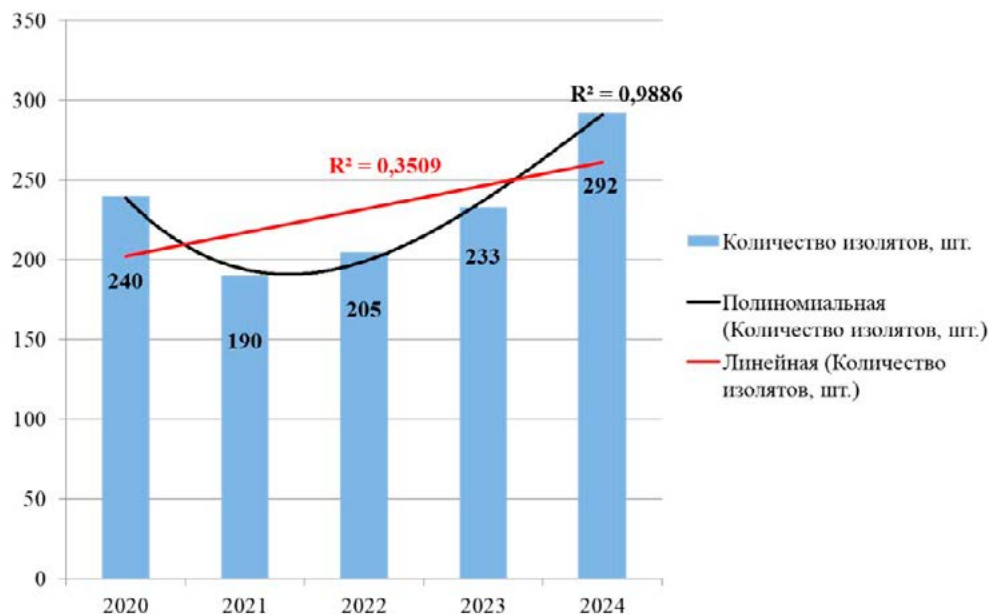


Рисунок 2 – Динамика выявления *S. paucimobilis* в Республике Беларусь в 2020–2024 гг. (по данным базы WHONET)

Анализ чувствительности *S. maltophilia* к антибиотикам показал, что чувствительность к миноциклину определялась у 32 штаммов, а к триметоприму/сульфаметоксазолу – у 1194 штаммов. При этом, уровень устойчивости к миноциклину составил $(12,50 \pm 11,46) \%$, а к триметоприму/сульфаметоксазолу – $(11,73 \pm 1,82) \%$. Анализ тенденций выявления устойчивых *S. maltophilia* позволил выявить тенденцию к росту их устойчивости к миноциклину и снижению устойчивости к триметоприму/сульфаметоксазолу.

За представленный период проведены исследования по определению чувствительности к цефтазидиму 383 штаммов *S. paucimobilis*, к цефепиму – 322 штаммов, пиперациллину/тазобактаму – 114 штаммов, меропенему – 261 штамма, имипенему – 265 штаммов, амикацину – 459 штаммов, тобрамицину – 84 штаммов, ципрофлоксацину – 640 штаммов, колистину – 95 штаммов. Среди выделенных штаммов доля устойчивых к указанным антибиотикам составила $(42,56 \pm 4,95) \%$, $(42,86 \pm 5,41) \%$, $(30,70 \pm 8,47) \%$, $(39,46 \pm 5,93) \%$, $(34,72 \pm 5,73) \%$, $(20,70 \pm 3,71) \%$, $(22,62 \pm 8,95) \%$, $(35,63 \pm 3,71) \%$ и $(56,84 \pm 9,96) \%$ соответственно. На протяжении исследованного периода наблюдалась тенденция к росту резистентности *S. paucimobilis* ко всем включенным в исследование антибиотикам, кроме пиперациллина/тазобактама и амикацина, для которых наблюдалась тенденция к снижению резистентности.

За исследованный период было выделено 3580 штаммов *S. maltophilia*. В выявляемости этого возбудителя лабораториями республики отмечается тенденция к росту, описываемая полиномиальной линией тренда 4 порядка ($R^2 = 1$).

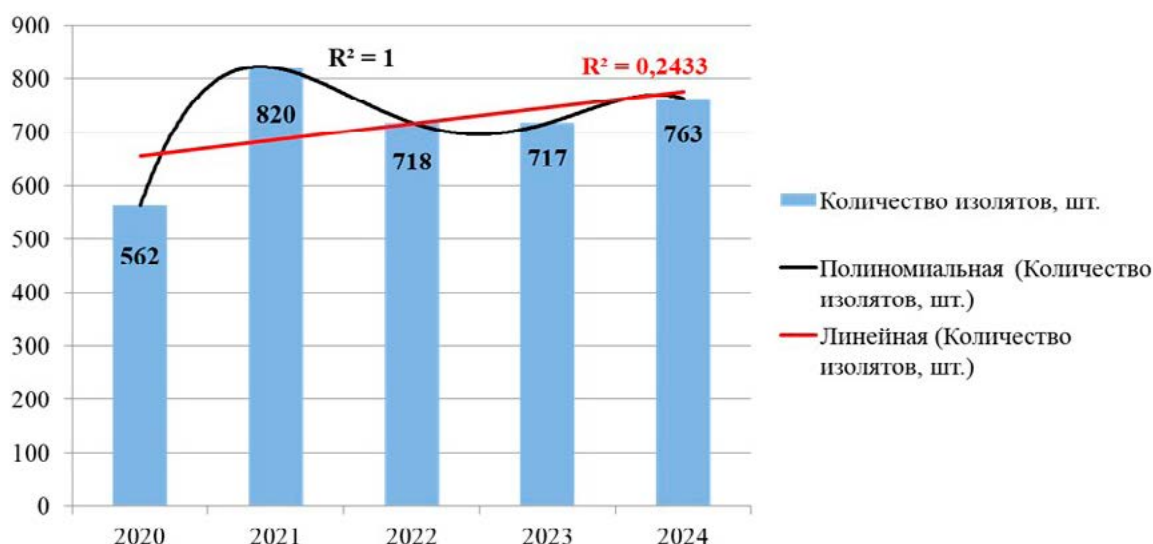


Рисунок 3 – Динамика выявляемости *S. maltophilia* в Республике Беларусь в 2020–2024 гг. (по данным базы WHONET)

На основании представленной информации можно заключить, что изучение вопросов распространенности СДНГОВ-ассоциированной инфекционной патологии, применения современных методических подходов к определению чувствительности возбудителей этой группы к антибиотикам является актуальным для Республики Беларусь исследовательским направлением. Необходимость разработки особых подходов к диагностике инфекций, обусловленных *B. ceracia*, *S. paucimobilis* и *S. maltophilia*, лечению пациентов с ассоциированной патологией обусловлена, во многом, биологическими особенностями СДНГОВ, которые могут выступать в роли резервуара детерминант резистентности ко многим антибиотикам (феномен «непрямой патогенности»). Точная оценка клинической и эпидемиологической значимости выявляемых штаммов СДНГОВ является одной из приоритетных задач при изучении ассоциированной с ними патологии, которая может быть успешно решена при получении новых данных о сложившихся в Беларуси тенденциях в выявляемости микроорганизмов этой группы. В результате проведения настоящего исследования получены новые данные, свидетельствующие о необходимости уточнения и унификации подходов к интерпретации результатов, повышения охвата микроорганизмов этой группы исследованиями по определению чувствительности к антибиотикам в микробиологических лабораториях страны.

Литература

1. Emergence of multidrug-resistant non-fermentative gram negative bacterial infection in hospitalized patients in a tertiary care center of Nepal / S. K. Yadav, R. Bhujel, S. K. Mishra [et al.] // BMC Research Notes. – 2020. – Vol. 13. – Art. № 319. – DOI: 10.1186/s13104-020-05163-6.
2. New antibiotics for the treatment of nonfermenting Gram-negative bacteria / M. Bassetti, C. Russo, A. Vena, D. R. Giacobbe // Current Opinion in Infectious Diseases. – 2021. – Vol. 34, iss. 6. – P. 701–709. – DOI: 10.1097/QCO.0000000000000757.
3. The Challenge of Bacteremia Treatment due to Non-Fermenting Gram-Negative Bacteria / S. Sadyrbaeva-Dolgova, M. D. M. Sánchez-Suárez, J. A. Reguera Márquez, C. Hidalgo-Tenorio // Microorganisms. – 2023. – Vol. 11, iss. 4. – Art. № 899. – DOI: 10.3390/microorganisms11040899.
4. Sagar, D. Community Acquired *Sphingomonas paucimobilis*: Instigator or an Innocent Bystander / D. Sagar // Indian Journal of Medical Microbiology. – 2024. – Vol. 48. – Art. № 100524. – DOI: 10.1016/j.ijmmb.2023.100524.
5. Isolation of *Sphingomonas paucimobilis* from an ocular infection and identification using ribosomal RNA gene: First case report from Iran / F. Zeinali Kelishomi, F. Mohammadi, M. Khakpoor [et al.] // Clinical Case Reports. – 2023. – Vol. 11, iss. 7. – Art. № e7715. – DOI: 10.1002/ccr3.7715.

Поступила 30.09.2025

ХАНТАВИРУСНАЯ ИНФЕКЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ПРИОРИТЕТНОСТЬ ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН И РАЙОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

Сухоцкая Е. А., lab_biooi@belriem.by,
Малиновская Ю. В., lab_biooi@belriem.by,
Счесленок Е. П., lab_biooi@belriem.by,
Семижон П. А., semizhon@belriem.by

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

В период 2024–2025 гг. проведено комплексное исследование 1706 образцов фрагментов легких диких мышевидных грызунов, отобранных из 108 районов всех областей Республики Беларусь, что охватывает более 90 % территорий страны. Материал был собран в природных и антропогенных биотопах, включая леса, поймы рек, сельскохозяйственные угодья и территории домовладений. Методом ПЦР в режиме реального времени с использованием набора «Белар-ГЛПС-ПЦР/РВ» выявлена циркуляция двух представителей рода *Orthohantavirus* – вирусов Добrava и Пуумала.

Наибольшее количество образцов поступило с территорий Могилевской, Гродненской и Минской областей, что составило более 60 % от общего количества полученного материала ($n = 1070$). Исследование проводилось в рамках задания 02.25. «Разработать набор реагентов для идентификации антигенов возбудителей геморрагической лихорадки с почечным синдромом, циркулирующих на территории Республики Беларусь» подпрограммы «Геномные технологии и инфекционная безопасность» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы, номер госрегистрации НИР 20241066.

Общая инфицированность фрагментов легких диких мышевидных грызунов составила 4,3 % (73 положительных из 1706 исследованных), при этом положительные образцы зафиксированы во всех областях и в 41 районе страны. Максимальный процент инфицированности зарегистрирован в Витебской области (8,9 %), минимальный – в Минской (1,2 %). Для остальных территорий результат был практически равный – процент инфицированности исследуемого материала варьировал от 4,3 до 4,9 % от общего числа полученных со всех территорий проб.

Анализ видового разнообразия выявленных возбудителей хантавирусной инфекции показал доминирование вируса Добrava (67 %) над вирусом Пуумала (33 %), что отражает смену видовой структуры циркулирующих хантавирусов по сравнению с периодом 2016–2018 гг., когда преобладал вирус Пуумала (> 80 %). Важным является тот факт, что вирус Добrava вызывает более тяжелую картину течения геморрагической лихорадки с почечным синдромом (далее – ГЛПС) и более высокий риск летального исхода в сравнении с лихорадкой, вызываемой вирусом Пуумала [1].

В Гродненской и Брестской областях преимущественно обнаруживался вирус Добrava (более 88 % от общего числа положительных образцов, полученных из этих местностей), тогда как с территорий Витебской и Могилевской областей было получено более 65 % материала с выявленной РНК вируса Пуумала, относительно всех положительных образцов данного представителя хантавирусов.

Стоит отметить территориальное распределение полученных образцов относительно выявляемости РНК хантавирусов, что отображено на карте (рисунок 1). Циркуляция вируса Добrava в природных и антропогенных очагах отмечается в основном в южной части страны, что может быть обусловлено более благоприятным и подходящим климатом для увеличения числа популяции носителей-переносчиков – диких мышевидных грызунов. На территориях южной части страны отмечается меньшее количество дней со снежным покровом, низкое количество осадков за теплый период и при этом наибольшее число дней с температурой выше 25 °C и наименьшей продолжительностью периода со средней суточной температурой воздуха ниже 0 °C [2]. Геоанализ выявил скопления очагов в виде нескольких районов на карте: большой участок отображен в юго-западной части страны, который затрагивает Гродненскую и Брестскую области, а также в юго-восточной части на границах Могилевской и Гомельской областей. Важно отметить, что более 65 % всех положительных образцов были на отобраны на территориях южной части страны, что также подтверждает возможную зависимость распространения вирусов от климатических факторов: южные районы характеризуются меньшей продолжительностью холодного периода, большим числом теплых дней и благоприятными условиями для роста популяций переносчиков. При этом, на южных территориях вирус Добrava выявлялся в 2,5 раза чаще, в сравнении с северной частью страны, а вирус Пуумала – практически в равном количестве (1 : 1).

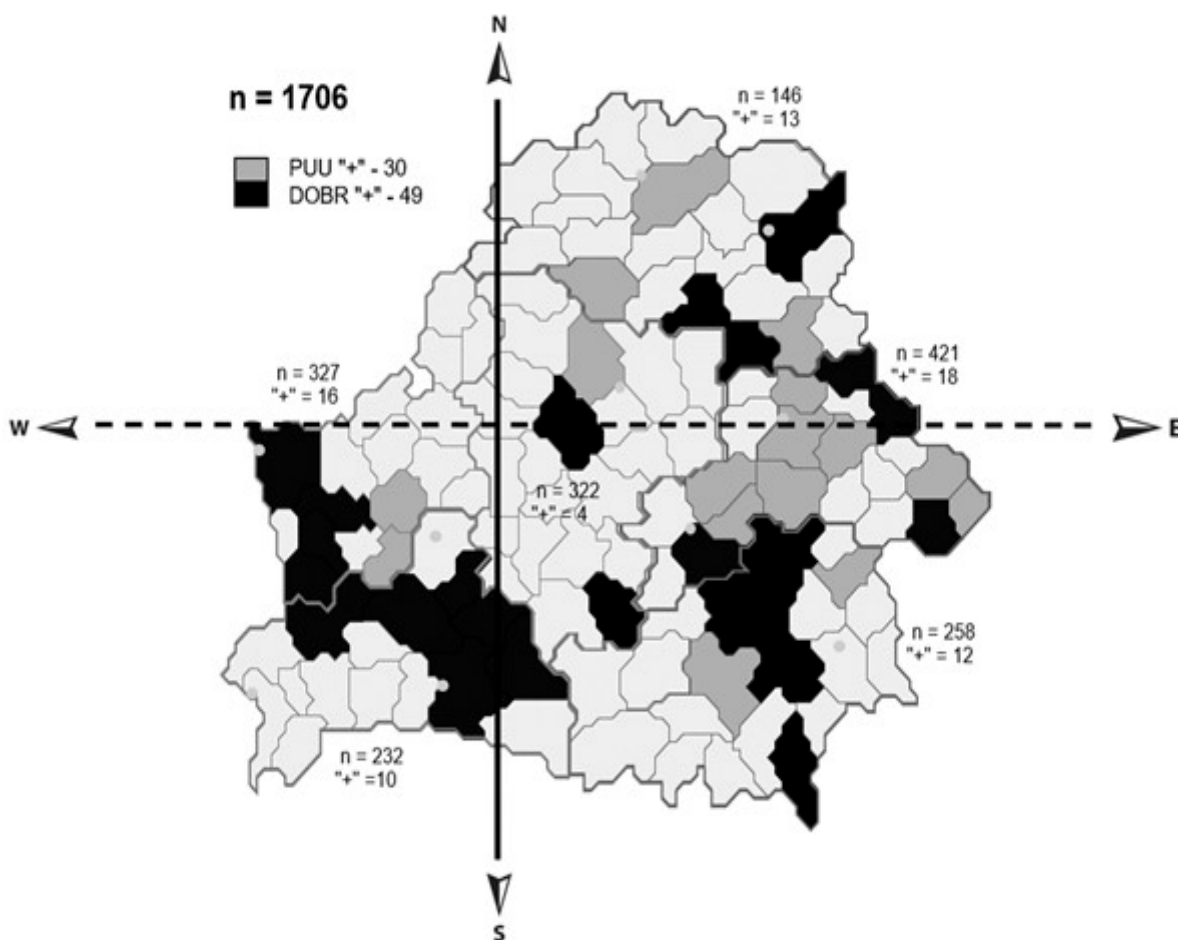


Рисунок 1 – Результаты эпизоотологического мониторинга циркуляции хантавирусов в природных и антропоургических очагах ГЛПС на территории Республики Беларусь (2024–2025 гг.)

Можно провести также параллель зависимости приграничных зон и видовой доминантности хантавирусов относительно циркуляции в природных и антропоургических очагах на территории Республики Беларусь (рисунок 1). На территориях западноевропейской части страны отобрано и проанализировано 559 образцов полевого материала (легкие грызунов), из которых 25 содержали РНК хантавирусов. С восточно-европейской части страны из 1147 полученных проб, выявлена РНК хантавирусов в 48 образцах. Сравнение западно- и восточноевропейских приграничных зон показало, что в западной части (границы с Польшей, Литвой, Латвией) доминирует вирус Добрава (3,9 % против 0,5 % Пуумала), тогда как в восточной (границы с Российской Федерацией и Украиной) наблюдается баланс видов (2,35 % Добрава и 1,8 % Пуумала). Полученные данные позволяют предположить, что на распределение хантавирусов на территории Республики Беларусь может влиять миграция грызунов из приграничных регионов. Это подтверждается значительной разницей в выявляемости РНК вирусов: в западноевропейской части республики РНК вируса Добрава обнаруживалась в 7 раз чаще, чем РНК вируса Пуумала, тогда как в восточноевропейской части их соотношение было примерно равным.

В результате проведенных исследований на территории Республики Беларусь выявлена циркуляция двух представителей семейства *Hantaviridae* – вирусов Пуумала и Добрава. Установлено, что вирус Добрава доминирует в южной и западной частях страны (Гродненская, Брестская, юг Могилевской и Гомельской областей), где климатические условия способствуют поддержанию популяций переносчиков. В западноевропейской приграничной зоне (границы с Польшей, Литвой, Латвией) доля инфицированности исследованного материала составила 4,5 % с преобладанием вируса Добрава (3,9 %), тогда как в восточноевропейской (границы с Российской Федерацией и Украиной) данный показатель составил 4,2 % с более равномерным распределением возбудителей.

Полученные результаты подтверждают приоритетность приграничных зон, особенно западных и южных, в формировании природных очагов хантавирусной инфекции и свидетельствуют о смене доминантного вида возбудителя на вирус Добрава.

Таким образом, установлена географическая неоднородность циркуляции хантавирусов и сме- на доминантного возбудителя, что требует учета при эпидемиологическом надзоре и профилактических мероприятиях. Результаты подчеркивают необходимость постоянного мониторинга популяций перенос- чиков в приграничных районах и актуализации профилактических мер в связи с возрастающей долей ви- руса Добrava, ассоциированного с более тяжелыми формами геморрагической лихорадки с почечным синдромом.

Литература

1. Идентификация ортохантавирусов, впервые выявленных на территории Республики Беларусь / П. А. Семижон, Е. П. Счесленок, Н. А. Дубков [и др.] // Вопросы вирусологии. – 2025. – Т. 70, № 1. – С. 87–98.
2. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разра- ботки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь / В. Мельник, В. Яцухно, Н. Денисов [и др.]. – Минск : Женева : М-во природных ресурсов и охраны окружаю- щей среды Респ. Беларусь, 2017. – URL: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf> (дата обращения: 18.09.2025).

Поступила 30.09.2025

ОРГАНИЗАЦИЯ ОКАЗАНИЯ АНТИАНТИРАБИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В СТОЛБЦОВСКОМ РАЙОНЕ С 2020 ПО 2024 ГОД

Финогенов М. В., garry_fin@mail.ru,

Гузовская Т. С., к. м. н, доцент, tamara_guzovskaya@mail.ru

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь

Бешенство как зоонозная инфекция не теряет своей актуальности для общественного здравоохра- нения из-за своей летальности. Несмотря на наличие проверенных стратегий контроля и реализации гло- бального стратегического плана по ликвидации случаев летального исхода бешенства, передаваемого собаками, показатели смертности остаются высокими, а пандемия COVID-19 еще больше затормозила уси- лия [1]. Стратегия «Единое здоровье», признавая связь между здоровьем людей, животных и состоянием окружающей среды, направлена на управление процессом передачи бешенства от животных к человеку, что не только снижает заболеваемость и смертность, но и бюджетную нагрузку на проведении постконтакт- ной вакцинации у людей. Для успешного выполнения программы ликвидации бешенства необходимо меж- секторальное сотрудничество специалистов различного профиля на местном, национальном и глобальном уровнях, а также расширение осведомленности населения об ответственном владении домашними живот- ными [2].

В Столбцовском районе в 2020–2024 гг. случаев бешенства среди людей не регистрировалось, однако наблюдались случаи бешенства среди животных, поэтому риски для реализации эпидемического потенци- ала бешенства, как и прежде, вероятны.

Цель: изучить организацию оказания антирабической медицинской помощи (далее – АРМП) в Столбцовском районе в 2020–2024 гг. при отсутствии случаев заболевания бешенством среди населения.

В работе использованы данные ведомственных отчетностей ГУ «Столбцовский районный центр ги- гиены и эпидемиологии» об эпизоотической ситуации по бешенству и оказании антирабической помощи населению в Столбцовском районе за 2020–2024 гг. Проведено сплошное аналитическое исследование с ис- пользованием методов эпидемиологической диагностики – ретроспективного эпидемиологического ана- лиза, статистических и описательно-оценочных методов.

Столбцовский район площадью 1,9 тыс. км² располагается на западе Минской области Республики Беларусь. 46,4 % территории покрыто лесом. По территории района протекает река Неман. Численность населения составляет 37 546 человек. Сложившиеся природные условия определяют активность эпизооти- ческого процесса бешенства на территории района. За указанный период наблюдения на территории рай- она заболело и пало 9 животных. В 2020, 2022 и 2023 гг. случаи бешенства у животных не регистрировались, а в 2024 г. было выявлено максимальное количество случаев – 5. Из общего числа заболевших животных 5 (55,6%) пришлось на домашних кошек (рисунок 1).

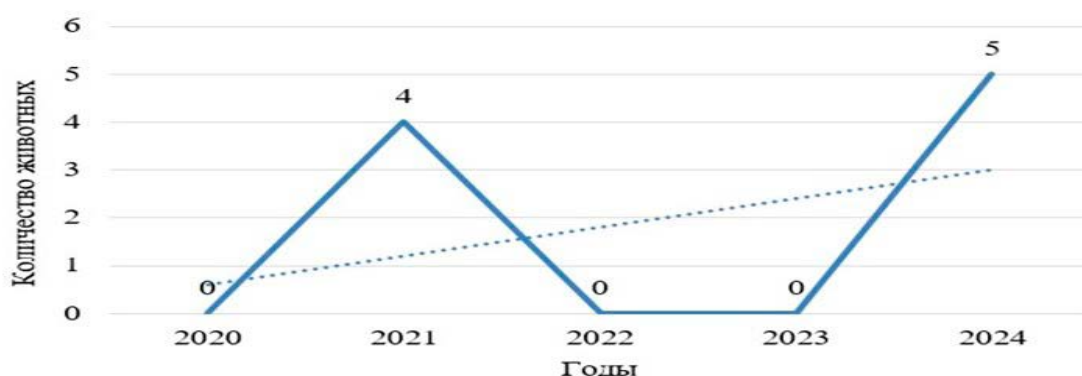


Рисунок 1 – Динамика случаев бешенства у животных в Столбцовском районе в 2020– 2024 гг.

В исследуемом периоде в организации здравоохранения Столбцовского района по поводу контакта с животными (укусы, царапины или иные повреждения) обратились 492 человека, что составило 1,2 % жителей района. Минимальное количество обращений пришлось на 2020 г. и составило 110,3 человек на 100 тыс. населения, максимальное – на 2024 г. и составило 359,6 на 100 тыс. населения, что превышает показатель за 2020 г. в 3,26 раз. Анализируемый период характеризовался выраженной тенденцией к увеличению обращаемости населения за АРМП ($T_{пр.} = 34,4 \%$, $p < 0,05$) (рисунок 2).

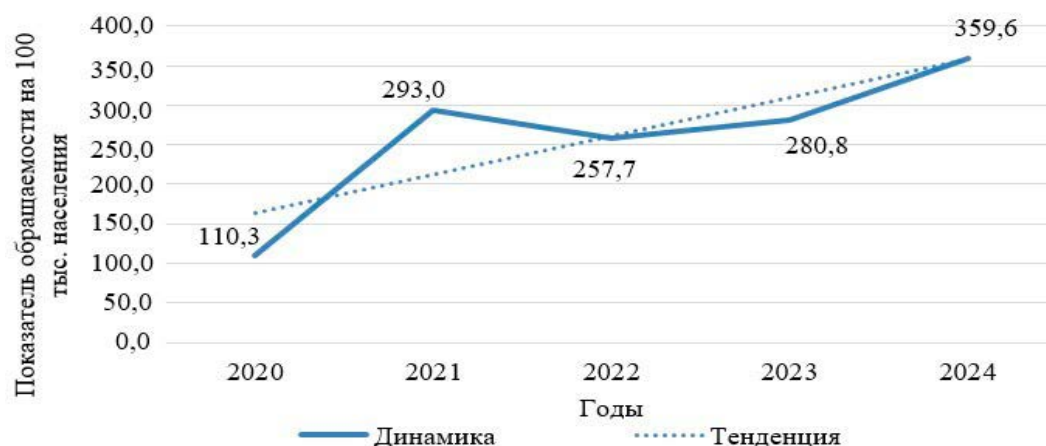


Рисунок 2 – Динамика обращаемости населения за АРМП в Столбцовском районе в 2020–2024 гг.

Основной причиной обращения за АРМП были контакты с домашними животными – 65,2 % (95% ДИ: 61,04–69,45). На долю контактов с бешеными животными пришлось 29,3 % (95% ДИ: 25,25–33,29), с дикими – 4,3 % (95% ДИ: 2,48–6,05) и с сельскохозяйственными – 1,2 % (95% ДИ: 0,25–2,19) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Структура причин обращений за АРМП (по видам животных, с которыми произошел контакт) в Столбцовском районе в 2020– 2024 гг.

Среди животных, по контакту с которыми назначалась АРМП, лабораторно подтвержденное бешенство имело место в 1,8 % случаев (95% ДИ: 0,65–3,01).

Лечебно-профилактическая антирабическая иммунизация была назначена всем 492 пациентам. В 35,0 % случаев (95% ДИ: 30,75–39,17) имела место 3 категория контактов, что потребовало вакцинации с введением антирабического иммуноглобулина. Несмотря на необходимость постэкспозиционной профилактики заболевания имел место отказ от АРМП у 20 человек, что составило 4,1 % (95% ДИ: 2,32–5,81). Самовольное прерывание курса вакцинации отмечалось у 1,4 % пациентов (95% ДИ: 0,38–2,47).

Таким образом, при отсутствии случаев заболеваний бешенством среди людей в стране в 2020–2024 гг., активность эпизоотического процесса на территории Столбцовского района определяет сохраняющуюся актуальность проблемы бешенства. Обращаемость населения района за АРМП имеет выраженную тенденцию к росту. Основной причиной обращений являются контакты с домашними животными. Несмотря на доступность и доказанную эффективность вакцинации как экстренного способа реагирования на контакт с вирусом бешенства, отказы и нарушения рекомендованного курса создают угрозу для жизни пациента, что требует проведения образовательной работы.

Литература

1. United Against Rabies Forum: The One Health Concept at Work / R. Tidman, S. M. Thumbi, R. Wallace [et al.] // *Frontiers in Public Health*. – 2022. – Vol. 10. – Art. № 854419. – DOI: 10.3389/fpubh.2022.854419.
2. Evaluating cross-cutting opportunities for dog-mediated rabies control: a scoping review / R. Tidman, A. Larkins, A. Auplish [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2025. – Vol. 16. – Art. № 1473929. – DOI: 10.3389/fmicb.2025.1473929.

Поступила 30.09.2025

**РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ
И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
ГИГИЕНЫ, ТОКСИКОЛОГИИ, ЭПИДЕМИОЛОГИИ,
ВИРУСОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ**

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»

РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЗДОРОВЬЕ»,

ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019-2023 ГОДАХ
В РАМКАХ ПРОФИЛЬНЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОГРАММ
ОНТП «ГИГИЕНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»
И ПОДПРОГРАММЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА»
ГНТП «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
КАЧЕСТВА И ДОСТУПНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ»



Научное издание «Результаты научных исследований по направлению «Окружающая среда и здоровье», полученные в 2019–2023 годах в рамках профильных научно-технических программ ОНТП «Гигиеническая безопасность» и подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг» / Науч.-практ. центр гигиены ; сост.: Е. В. Дроздова [и др.] ; под ред. С. И. Сычика, Е. В. Дроздовой, Н. А. Ивко, С. Л. Итпаевой-Людчик. – Гомель : Редакция газеты «Гомельская праўда», 2023. – 547 с.

В научном издании представлены результаты научных исследований по направлению **«окружающая среда и здоровье»**, полученные в 2019 г. – I полугодии 2023 г. в рамках реализации профильных научно-технических программ ОНТП «Гигиеническая безопасность» на 2019–2023 годы и подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

Описаны:

- основные научные результаты **35 заданий**;
- их научная и практическая значимость во взаимосвязи с национальными стратегическими задачами в области профилактического здравоохранения;
- вклад в достижение и развитие методологии мониторинга ЦУР, реализацию международных и региональных обязательств (Пармская и Оставская декларации по окружающей среде и здоровью);
- основные публикации.

Большое внимание уделено **практико-ориентированным разработкам**:

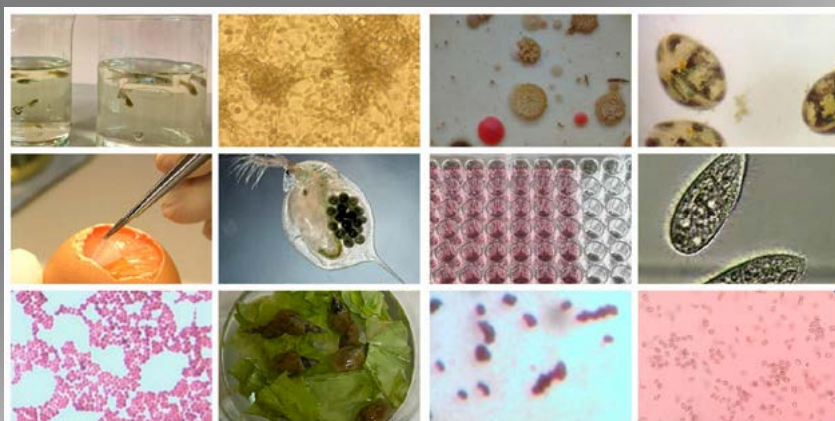
- дана их краткая характеристика;
- преимущества в сравнении с наилучшими отечественными и зарубежными аналогами;
- сведения о внедрении в практику надзорной деятельности, образовательный процесс и научную деятельность;
- информация о доступности на электронных ресурсах и продвижении в рамках программ дополнительного образования.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии,
вирусологии и микробиологии государственного учреждения
«Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»



КАТАЛОГ

альтернативных тест-моделей для оценки биологического действия факторов среды обитания человека



СЕРИЯ «ГИГИЕНА И ТОКСИКОЛОГИЯ»

Научное издание «Каталог альтернативных тест-моделей для оценки биологического действия факторов среды обитания человека» / НИИ ГТ ЭВМ, РЦГЭиОЗ ; сост.: С. И. Сычик [и др.] ; под ред. С. И. Сычика, Е. В. Дроздовой, Н. В. Дудчик. – Гомель : Редакция газеты «Гомельская праўда», 2024. – 86 с.

В издании представлена информация о **26 альтернативных тест-моделях** для оценки биологического действия факторов среды обитания человека, разработанных в рамках научных исследований и/или адаптированных от международных стандартных методов республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены» (реорганизовано с 01.07.2024 в Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья») в 2002–2023 годах:

- систематизированы и научно обоснованы методологические подходы к разработке альтернативных биологических тест-моделей для оценки биологического действия объектов и факторов среды обитания человека, в том числе основанных на применении аутентичных для республики видов про- и эукариотических организмов;
- предложены подходы к их валидации, формированию рациональных и наиболее чувствительных батарей тест-моделей в зависимости от природы воздействующего фактора;
- отработаны механизмы разработки формализованных методов с целью их применения для оценки безопасности и безвредности объектов среды обитания и продукции в рамках испытательной деятельности.

Результаты реализации пула научно-исследовательских работ, их систематизация и обобщение позволили впервые научно обосновать и развить **Концепцию экспериментального моделирования биологических эффектов на про- и эукариотических тест-моделях** для достоверной комплексной и разносторонней оценки факторов среды обитания.

В издании представлены инструктивно-методические документы, определяющие нормативные основы применения тест-моделей в научной и научно-практической деятельности, наиболее значимые публикации (монографии), патенты на изобретения.

ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ГИГИЕНЫ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

2010–2023 гг.



СЕРИЯ «ГИГИЕНА И ТОКСИКОЛОГИЯ»

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА, САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ № 120-1210
«Гигиенические требования к составу проекта
санитарно-защитной зоны»
(утверждена 24.12.2010)



Краткая аннотация:
<https://rspch.by/sites/default/files/ann-instr-120-1210.pdf>



Полный текст:
<http://med.by/methods/pdf/full/120-1210.pdf>

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ № 005-0314
«Метод аналитического (лабораторного)
контроля загрязняющих веществ в атмосферном
воздухе на границе санитарно-защитной
и жилой зоны»
(утверждена 25.03.2014)



Краткая аннотация:
<https://rspch.by/sites/default/files/ann-instr-005-0314.pdf>



Полный текст:
<http://med.by/methods/pdf/full/005-0314.pdf>

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ № 002-0315
«Метод гигиенической оценки содержания твердых
частиц общей фракции и аэродинамическим
диаметром 10 мкм и 2,5 мкм в атмосферном воздухе
населенных пунктов»
(утверждена 20.03.2015)



Краткая аннотация:
<https://www.rspch.by/sites/default/files/ann-instr-002-0315.pdf>



Полный текст:
<http://med.by/methods/pdf/full/002-0315.pdf>



В издании представлена информация о **144 разработках** республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», реорганизованного с 01.07.2024 в Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», за 2010–2023 годы, подготовленных на основании результатов научных исследований **по направлению «окружающая среда и здоровье»** в рамках реализации научно-технических и государственных программ.

Разработки формализованы в инструкциях по применению и инструкциях, утвержденных Министерством здравоохранения Республики Беларусь, формируют современную нормативно-методическую базу в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, направлены на минимизацию рисков здоровью населения, ассоциированных с качеством среды обитания, и здоровьесбережение. Ряд инструкций по применению включен в перечни взаимосвязанных стандартов к техническим регламентам ТС/ЕАЭС, устанавливающим требования безопасности к продукции.

144 разработки (инструкции по применению и инструкции) сгруппированы по основным направлениям гигиены и токсикологии:

- гигиена атмосферного воздуха, оценка рисков здоровью;
- безопасность питьевого и рекреационного водопользования;
- оценка рисков здоровью, ассоциированных с водой;
- методическое сопровождение целей устойчивого развития;
- внутренняя среда помещений;
- физические факторы в условиях проживания населения;
- гигиена труда и профпатология;
- гигиена в учреждениях здравоохранения, изделия медицинского назначения;
- гигиена питания;
- гигиена детей и подростков;
- радиационная гигиена;
- безопасность отдельных видов продукции;
- профилактическая токсикология;
- химическая безопасность.

В издании приводится ссылка на доступный источник в сети Интернет, содержащий подробную информацию о принципе метода, его характеристиках, контактные данные разработчиков.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
НИИ гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии
Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья

Аттестованные методики (методы) измерений факторов среды обитания человека и продукции

2010–2023 гг.



СЕРИЯ «ГИГИЕНА И ТОКСИКОЛОГИЯ»



В издании представлена информация об аттестованных в соответствии с законодательством в области обеспечения единства измерений **методиках (методах) измерений**, разработанных республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены» (реорганизовано 01.07.2024 в Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья») в 2010–2023 годах в рамках реализации профильных научно-технических программ, государственных программ, а также в инициативном порядке.

Разработки соответствуют требованиям законодательства в области обеспечения единства измерений, многие из них **прошли процедуру взаимного признания** результатов работ по обеспечению единства измерений **государствами – членами ЕАЭС**, включены в перечни взаимосвязанных стандартов к техническим регламентам ТС/ЕАЭС, устанавливающим требования безопасности к продукции.

69 аттестованных методик измерений химических веществ в средах и продукции, физических факторов, микробиологических показателей сгруппированы по следующим направлениям:

- в питьевой воде;
- в продукции и вытяжках из нее;
- в косметической продукции;
- в воздухе рабочей зоны;
- в атмосферном воздухе;
- физические факторы;
- микробиологический фактор.

Методики могут применяться специалистами испытательных лабораторий (центров) для исследования объектов среды обитания человека, пищевой продукции и продукции народного потребления с целью их подтверждения требованиям безопасности для здоровья населения по химическим, физическим и микробиологическим параметрам.

В издании приводится ссылка на доступный источник в сети Интернет, содержащий подробную информацию о принципе метода, метрологических характеристиках, оборудовании, контактные данные разработчиков.

Республиканский центр гигиены, эпидемиологии
и общественного здоровья
Международный образовательный центр «На Академической»

САНИТАРНЫЕ МЕРЫ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЕВРАЗИЙСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ СОЮЗЕ

Учебно-методическое пособие



Учебно-методическое пособие охватывает:

- основные аспекты регулирования и применения санитарных мер в Евразийском экономическом союзе;
- основные этапы формирования наднационального законодательства;
- иерархию и структуру правовых актов;
- основы технического регулирования;
- формы оценки соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- порядок применения методов испытаний;
- принципы и подходы государственного контроля (надзора) за исполнением требований технических регламентов.

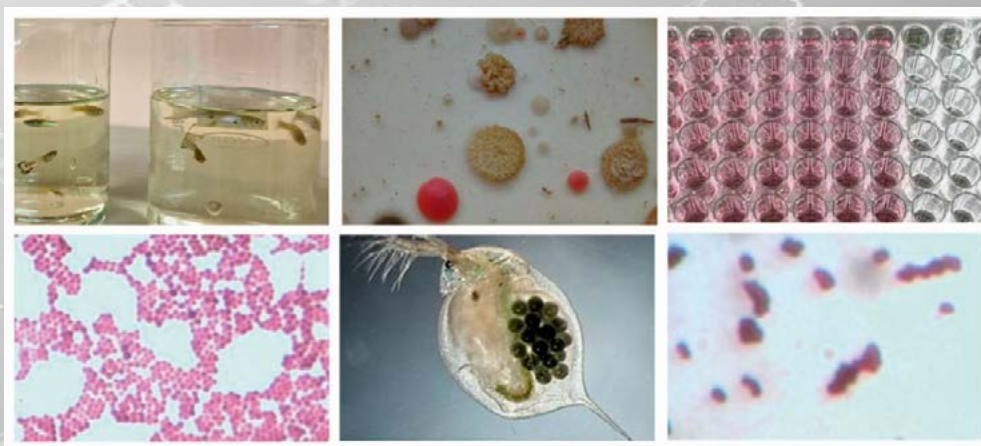
Издание предназначено для слушателей образовательных программ дополнительного образования взрослых:

- руководителей (заместителей руководителя);
- врачей – специалистов медико-профилактического профиля организаций здравоохранения;
- руководителей (заместителей руководителя) и специалистов органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор;
- научных работников и специалистов научных организаций;
- преподавателей учреждений среднего специального и высшего образования.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии, эпидемиологии,
вирусологии и микробиологии государственного учреждения
«Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»

Н. В. ДУДЧИК, Е. В. ДРОЗДОВА, С. И. СЫЧИК

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА *IN VITRO* ТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХИМИЧЕСКИХ КОНТАМИНАНТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА



СЕРИЯ «ГИГИЕНА И ТОКСИКОЛОГИЯ»

Дудчик, Н. В. Моделирование и оценка *in vitro* токсических эффектов химических контаминантов среды обитания человека / Н. В. Дудчик, Е. В. Дроздова, С. И. Сычик ; М-во здравоохран. Респ. Беларусь, Науч.-исслед. ин-т гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии гос. учреждения «Республиканский центр гигиены эпидемиологии и общественного здоровья». – Гомель : Редакция газеты «Гомельская пражда», 2025. – 200 с. – (Серия «Гигиена и токсикология»).

В монографии **представлены результаты экспериментального моделирования** на альтернативных тест-моделях и оценки *in vitro* токсических эффектов химических контаминантов среды обитания человека.

Дано **концептуальное развитие альтернативного биотестирования** как приоритетной составляющей методологии медико-биологической науки и актуальных направлений биотестирования в системе гигиенической оценки и регламентации факторов химической природы.

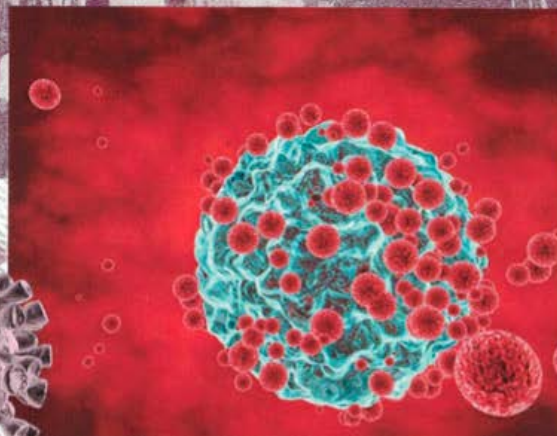
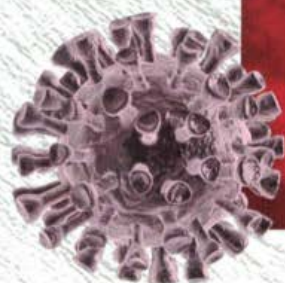
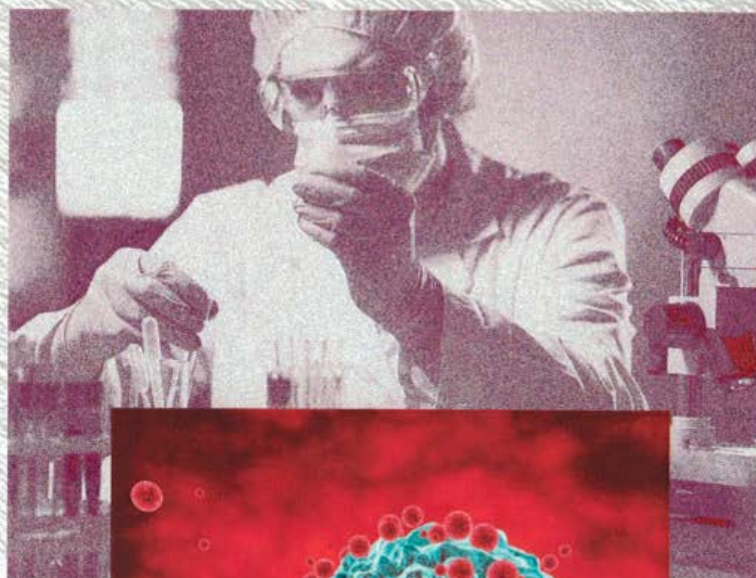
Научно **обоснованы фенотипические признаки микроорганизмов** как биомаркеры потенциала устойчивости к факторам среды в рамках концепции Omics.

Разработаны и апробированы в лабораторной практике экспресс-методы количественной оценки интегральной токсичности водных сред на гидробионтах на основе экспериментального моделирования и обоснования биомаркеров и критериев количественной оценки интегральной токсичности, проведена валидация количественных популяционных тест-моделей оценки интегральной токсичности.

Монография рассчитана для широкого круга специалистов в области гигиены, оценки факторов среды обитания человека, экологии человека, альтернативного тестирования.

Е. П. Кишкурно
Т. В. Амвросьева

ПОЛИОМАВИРУСНАЯ ИНФЕКЦИЯ



В монографии изложены и описаны **современные представления** об этиологии, эпидемиологии, патогенезе и клинических формах **полиомавирусной инфекции человека**.

Особое внимание уделено анализу и обсуждению подходов и методов ее диагностики, терапии и профилактики. Представлены результаты собственных исследований, посвященные описанию особенностей развития посттрансплантационной полиомавирусной инфекции у реципиентов почки и гемопоэтических стволовых клеток.

Последняя глава содержит разработанные с участием авторов инструктивно-методические документы по данной проблеме.

Монография предназначена для научных сотрудников, преподавателей и студентов медицинских учреждений образования, врачей-инфекционистов, врачей-трансплантологов, врачей-лаборантов. Может представить также интерес для широкой читательской аудитории.

ПАТЕНТЫ НА ИЗОБРЕТЕНИЯ, подготовленные сотрудниками Научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии, вирусологии и микробиологии



1. Патент BY 24259, МПК G 01K 17/00 (2006.01). Способ гигиенической оценки производственного нагревающего микроклимата при интермиттирующем воздействии : № 20220101 : заявлено 18.02.2024 : опубл. 30.12.2023 / Клебанов Р. Д., Гутич Е. А., Корзун В. С., Коноплянко В. А., Мадекша И. В. – 10 с.
2. Патент BY 24310, МПК G 01N 33/18 (2006.01). Способ оценки хронической токсичности неорганических веществ природного происхождения в питьевой воде при пероральном поступлении в организм : № 20230104 : заявлено 27.04.2023 : опубл. 20.06.2024 / Дроздова Е. В., Грынчак В. А. – 7 с.
3. Патент BY 24390, МПК C 12N 7/00 (2006.01), C 12R 1/93 (2006.01). Штамм коронавируса Betacoronavirus SARS-CoV-2 РКПБА-2021-413 для производства вакцины : № 20220207 : заявлено 22.08.2022 : опубл. 05.04.2024 / Семижон П. А., Счесленок Е. П., Бурдейко Е. Ю., Дубков Н. А., Гасич Е. Л., Булда К. Ю., Шмелева Н. П. – 6 с.
4. Патент BY 24389, МПК C 12N 7/00 (2006.01), C 12R 1/93 (2006.01). Штамм коронавируса Betacoronavirus SARS-CoV-2 РКПБА-2021-414 для производства вакцины : № 20220206 : заявлено 22.08.2022 : опубл. 05.04.2024 / Гасич Е. Л., Булда К. Ю., Красько А. Г., Родионова Л. П., Старинская Т. С., Семенов С. Ф., Климович О. В. – 5 с.
5. Патент BY 24536, МПК G 01N 33/49 (2006.01). Способ хранения образцов гепаринизированной крови для оценки гемосовместимости медицинских изделий in vitro : № 20240022 : заявлено 06.02.2024 : опубл. 20.02.2025 / Грынчак В. А., Сычик С. И., Лаппо Л. Г. – 3 с.
6. Патент BY 24650, МПК G 01N 33/18 (2006.01). Способ оценки интегральной токсичности водных растворов тяжелых металлов в аггравированном тесте с использованием тест-объекта Cypridopsis vidua : № 20240129 : заявлено 30.05.2024 : опубл. 20.07.2025 / Дроздова Е. В., Дудчик Н. В. – 4 с.
7. Патент BY 24728, МПК C 12N 1/21 (2006.01), C 12N 15/70 (2006.01), C 12N 15/29 (2006.01), C 12R 1/19 (2006.01). Рекомбинантный штамм Escherichia coli, продуцирующий рекомбинантный аллерген Bet v 1 : № 20240179 : заявлено 02.08.2024 : опубл. 05.11.2025 / Пархомчук О. Ю., Фомина Е. Г., Григорьева Е. Е. – 7 с.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ
Научно-исследовательского института гигиены, токсикологии, эпидемиологии,
вирусологии и микробиологии



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»



ОБЩЕСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ГИГИЕНИСТОВ» (ОО «НОГ»)

Цель деятельности – мобилизация творческого потенциала медицинской общественности на решение актуальных проблем теории и практики гигиены и санитарии.

Контакты:
телефон 8 (017) 370 50 15, e-mail: rspch@rspch.by

ПРОФИЛЬНАЯ ПОДПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ

Подпрограмма «Безопасность среды обитания человека»
ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества
и доступности медицинских услуг», 2021–2025 годы.

Цель подпрограммы:

научно обосновать и разработать комплекс эффективных мер по снижению бремени заболеваний, обусловленных влиянием факторов среды обитания человека различной природы в современных условиях социально-экономического развития.



РАЗРАБОТАННЫЕ НОРМАТИВНЫЕ
И ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ:

- *гигиенические нормативы;*
- *инструкции;*
- *инструкции по применению;*
- *метрологически аттестованные методики измерений.*

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1

ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ. СТАТЬИ

Безушко Д. С., Дороженкова Т. Е.

ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ
У ПАЦИЕНТОВ МЕЖРАЙОННОГО УРОЛОГИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
УЗ «НЕСВИЖСКАЯ ЦЕНТРАЛЬНАЯ РАЙОННАЯ БОЛЬНИЦА» 3

Булай А. А., Петерсон Н. Л., Богданова М. А.

КУЛЬТУРА ДОСУГА – НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ
ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ 5

Краскевич Д. А., Белова Е. В., Шибина А. В.

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА СБРАСЫВАЕМЫХ СТОЧНЫХ ВОД МЕГАПОЛИСА ЗА 2014–2024 ГГ. 8

Мартинков В. Н., Новик Д. К., Силин А. Е.

КУРЕНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА ТРОМБОТИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ
У ПАЦИЕНТОВ С ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ ТРОМБОЦИТЕМИЕЙ 12

Реджепова А. С., Долич В. Н., Заикина И. В., Осипов Н. О.

СВЯЗЬ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СИНДРОМА С РАЗЛИЧНЫМИ БИОХИМИЧЕСКИМИ
ПОКАЗАТЕЛЯМИ СОСТАВА КРОВИ У ЛИЦ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА 14

Рязанова Е. А., Жихарева М. А., Савинова М. В.

ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ
ПО ДАННЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ 17

Соловьева И. В., Кравцов А. В., Баслык А. Ю., Арбузов И. В., Агеев Е. П.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЕЙ ВИБРОУСКОРЕНИЯ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ
В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ, АДМИНИСТРАТИВНЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ 19

Чепелева Е. Н., Жуковский В. В., Заяц Н. А., Чепелев С. Н.

АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ
НАСЕЛЕНИЯ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА Г. МИНСКА В 2014–2023 ГГ. 21

Чепелева Е. Н., Жуковский В. В., Заяц Н. А., Чепелев С. Н.

АНАЛИЗ ПЕРВИЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ Г. МИНСКА
БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ В 2019–2023 ГГ. 25

Раздел 1

ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ. ТЕЗИСЫ

Азимова М. Б., Исакова Л. И., Элмуродова Д. Б.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТЕЙ СУБЪЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ НАСЕЛЕНИЕМ
РИСКА ЗДОРОВЬЮ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 28

Атаниязова Р. А., Мамажонов С. Ш., Атаханова Д. О.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ 29

Атаниязова Р. А., Бозаров Л. А.

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВНУТРИДОМОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ 30

Баслык А. Ю., Итпаева-Людчик С. Л., Арбузов И. В., Кравцов А. В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СУБЪЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ И ОЦЕНКИ
РЕСПОНДЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ИХ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ 31

Гарипова В. В., Власов А. В.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ НЕБЛАГОПОЛУЧИЕ
И ОНКОГЕМАТОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ В МОНОПРОФИЛЬНЫХ ГОРОДАХ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 33

Гриценко Т. Д., Соловьев В. В.

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ
ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, АССОЦИИРОВАННОМ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМИ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ РАССЕЙВАНИЯ ВЫБРОСОВ 34

Дроздова Е. В., Суровец Т. З., Фираго А. В., Полоневич А. Г., Булгакова О. А.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ
ПРИ ПИТЬЕВОМ И РЕКРЕАЦИОННОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ,
АССОЦИИРОВАННЫХ С ЦВЕТЕНИЕМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ 36

Кирилкин Г. Э.

ПЕРВИЧНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ВРОЖДЕННЫМИ АНОМАЛИЯМИ ЯЗЫКА
И ПОЛОСТИ РТА И КОНЦЕНТРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ПОЧВЕ КРУПНЫХ ГОРОДОВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ 37

Кислицына В. В., Суржиков Д. В., Ликонцева Ю. С., Штайгер В. А.

ОЦЕНКА ИНГАЛЯЦИОННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА 38

Мельников О. А., Болехан В. Н., Краевой С. А.

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ СЛОВАРЯ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ
СЕТИ МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ФМБА РОССИИ 40

Науменко С. А., Дудчик Н. В., Емельянова О. А.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ
ПАТОГЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В СРЕДЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОКРУЖЕНИЯ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ 41

<i>Соловьева И. В., Баслык А. Ю., Арбузов И. В., Кравцов А. В., Агеев Е. П.</i>	
ОЦЕНКА УРОВНЕЙ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	42
<i>Соловьев В. В., Гриценко Т. Д.</i>	
МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗАПАХА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ТЕРРИТОРИЙ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....	44
<i>Ташпулатова Г. А., Халмуратов Б. З.</i>	
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К НАЗЕМНЫМ УЧАСТКАМ ТАШКЕНТСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА	45
<i>Усманов И. А., Ильясова А. Ж.</i>	
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА ПО ХИМИЧЕСКИМ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	47
<i>Халмуратов Б. З., Ташпулатова Г. А., Магай М. П.</i>	
ОЦЕНКА ШУМОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ АРЧИ ЗЕРАВШАНСКОЙ (<i>JUNIPERUS SERAVSCHANICA</i>) В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ СРЕДНЕЙ АЗИИ.....	48
<i>Хлебникова Е. Н.</i>	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАЙЕСОВСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДАННЫХ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	49

Раздел 2

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. СТАТЬИ

<i>Елизарова Н. В., Николаенко Е. В.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛУЧШЕЙ ПРАКТИКИ УСТАНОВЛЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕФЕРЕНТНЫХ УРОВНЕЙ.....	51
<i>Роздяловская Л. Ф., Николаенко Е. В., Суходольская А. А.</i>	
АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА, ПОДЛЕЖАЩЕГО КОНТРОЛЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ.....	53
<i>Суходольская А. А., Николаенко Е. В., Ракавчук А. Ю.</i>	
СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ БЕЛОРУССКОЙ АЭС	56

Раздел 2

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕЗИСЫ

<i>Аветисов А. Р., Сосновская Е. А.</i>	
АНАЛИЗ ДОЗ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ХОЙНИКСКОГО РАЙОНА ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.....	60

<i>Горина Г. В., Литвинова О. В., Смаглий Л. В., Светлик М. В., Тахауов А. Р., Калинкин Д. Е., Мильто И. В., Тахауов Р. М.</i>	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ.....	61

<i>Елизарова Н. В.</i>	
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ИНСПЕКЦИЙ МЕДИЦИНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ.....	62

<i>Литвинова О. В., Горина Г. В., Смаглий Л. В., Светлик М. В., Тахауова Л. Р., Калинкин Д. Е., Мильто И. В., Тахауов Р. М.</i>	
ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ РАКА ЛЕГКИХ У РАБОТНИКОВ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ.....	64

Раздел 3

МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. СТАТЬИ

<i>Артишевский С. Н.</i>	
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НЕЙРОСЕНСОРНАЯ ТУГОУХОСТЬ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ, ОСОБЕННОСТИ ТЕЧЕНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ.....	65

<i>Вагапова Д. М.</i>	
КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРТЕБРОГЕННЫХ ДОРСАЛГИЙ У ОПЕРАТОРОВ МАШИННОГО ДОЕНИЯ	67

<i>Дзержинская Н. А., Кудрейко Н. П., Дворянинович Д. И.</i>	
НЕВЫПОЛНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И УСЛОВИЯ ТРУДА КАК ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	70

<i>Клебанов Р. Д., Мадекша И. В., Николаева Е. А.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ АНАЛИЗА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ С ВРЕМЕННОЙ УТРАТОЙ ТРУДОСПОСОБНОСТИ	72

<i>Котляр Л. М.</i>	
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОСМОТРИКОВ-РЕМОНТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ.....	75

<i>Крийт В. Е., Сладкова Ю. Н., Волчкова О. В., Скляр Д. Н., Калинина Н. И., Федоров В. Н.</i>	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ УРОВНЕЙ ЗВУКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХНОРМАТИВНОГО ШУМА	77

<i>Лапко И. В.</i>	
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА КАРДИОВАСКУЛЯРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	80

<i>Пестерева Д. В.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ РАБОТНИКОВ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИЙ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	83

<i>Потапова И. А., Черникова Е. Ф., Федотова И. В., Страхова Л. А., Калачева Е. С., Мельникова А. А., Жаркова Е. М., Моисеева Е. В.</i>	
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЕЙ ПОСТУПЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ У РАБОТНИКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ИЗМЕНЕНИЯ ГУМОРАЛЬНОГО ИММУНИТЕТА	86
<i>Прокопенко Л. В., Лагутина А. В., Курьеров Н. Н., Лысухин В. Н.</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ И КЛАССИФИКАЦИИ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА.....	90
<i>Рудой М. Д., Трошин В. В.</i>	
КОМОРБИДНАЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ ПАТОЛОГИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ	94
<i>Сахаутдинова Р. Р., Бушуева Т. В., Рослая Н. А.</i>	
ГЕНОТОКСИЧЕСКИЕ И ЦИТОТОКСИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦИТОГРАММЫ БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ У ЖЕНЩИН МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ПРЕДИКТОРЫ РАЗВИТИЯ МИОМЫ МАТКИ.....	97
<i>Страхова Л. А., Трошин В. В.,</i>	
БЕЛОК SST2 В СЫВОРОТКЕ КРОВИ МУЖЧИН МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА, РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА, И ЕГО СВЯЗЬ С ФАКТОРАМИ РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ	100
<i>Сюрин С. А.</i>	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАТОЛОГИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН, ЗАНЯТЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИ.....	104
<i>Федотова И. В., Некрасова М. М., Скворцова В. А.</i>	
ОЦЕНКА ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА У ВОДИТЕЛЕЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА.....	107
<i>Шеркузиева Г. Ф., Саломова Ф. И.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОУДОБРЕНИЯ «ЕР МАЛХАМИ» В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	110
<i>Широков В. А., Левшина О. М.</i>	
ОСОБЕННОСТИ КОСТНОГО МЕТАБОЛИЗМА У РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВИНЦА	115

Раздел 3

МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ

<i>Красавина Е. К., Крючкова Е. Н.</i>	
КРИТЕРИИ РИСКА РАЗВИТИЯ ПАТОЛОГИИ КОЖИ У РАБОТНИКОВ АВИАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ	117
<i>Куцко М. А., Климук Д. А., Бобрукевич Е. Л., Белько А. Ф.</i>	
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ТУБЕРКУЛЕЗОМ СРЕДИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	118
<i>Лапко И. В.</i>	
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ НА ФОНЕ СОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	119

<i>Лапко И. В., Фирсова Е. И.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ СОСУДОВ У ЛИЦ С ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНЬЮ.....	120
<i>Николаева Е. А., Итпаева-Людчик С. Л., Гутич Е. А., Мадекша И. В.</i> ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АПРИОРНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ ИНФЕКЦИОННОГО СТАЦИОНАРА	121
<i>Новикова А. В., Широков В. А.</i> ПСИХОСОЦИАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ ТРУДА И КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ У РУКОВОДИТЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.....	122
<i>Перов С. Ю., Белая О. В., Митрюшина А. В., Зименков А. Д.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ РАБОТЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ МУЛЬТИЧАСТОТНЫХ ИСТОЧНИКОВ	123
<i>Першин А. Н., Челышков А. Н., Попкова Л. В., Власова О. П., Ситникова Е. М.</i> ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗА ЖИЗНИ РАБОТНИКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КУЗБАССА.....	125
<i>Савченко О. А., Чуенко Н. Ф., Савченко О. А., Савченко О. О.</i> ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ДЛИН ТЕЛОМЕР КРЫС WISTAR С ВОЗРАСТОМ И НА ФОНЕ СОЧЕТАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ, ШУМА И ТОКСИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА УРОВНЕ 1,5 ПДК, ПДУ) В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	126
<i>Смагулов Н. К., Азеев Д. В.</i> ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ЗДОРОВЬЯ, РАБОТОСПОСОБНОСТИ И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ СЕСТЕР	128
<i>Яцына И. В., Шеенкова М. В.</i> ИЗУЧЕНИЕ СУТОЧНОГО ИНДЕКСА АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ У РАБОТНИКОВ АВИАЦИОННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ТЯЖЕЛОГО ТРУДА	129

Раздел 4

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ.

СТАТЬИ

<i>Александрова И. Э., Храмцов П. И.</i> ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ОБУЧЕНИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	131
<i>Борисова Т. С., Кушнерук А. В., Самохина Н. В.</i> АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ШКОЛЬНО-ОБУСЛОВЛЕННОЙ ПАТОЛОГИИ.....	133
<i>Карпович Н. В., Грекова Н. А., Полянская Ю. Н., Итпаева-Людчик С. Л.</i> НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕБЕЛИ С УЧЕТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ВОСПИТАННИКОВ УЧРЕЖДЕНИЙ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	137
<i>Курганский А. М.</i> ОСНОВНЫЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ ЭКРАННОГО ВРЕМЕНИ	139
<i>Мажаева Т. В., Чернова Ю. С., Унесихина М. С.</i> ПРОФИЛЬ МЕТАБОЛИТОВ МОЧИ У ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ПИТАНИЯ И ХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ	141

<i>Солтан М. М., Янчук О. А., Слайковская Л. А.</i>	
АКТУАЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ГЕНДЕРНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ПОДРОСТКОВ	143
<i>Тищенко Е. Н., Ильяшева Е. В., Садовникова Г. В.</i>	
РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЛАСТНОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЕЖИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	148
<i>Туляганова Д. С.</i>	
МЕНСТРУАЛЬНАЯ ГИГИЕНА ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ С ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ: ДОСТУП К САНИТАРИИ И УДОБСТВАМ.....	150
<i>Храмцов П. И., Березина Н. О., Разова Е. В., Антонова Е. В.</i>	
УСТОЙЧИВОСТЬ К УЧЕБНЫМ НАГРУЗКАМ ОРГАНИЗМА МАЛЬЧИКОВ С ПЛОСКОСТОПИЕМ	152
<i>Храмцов П. И., Гурьянова М. П., Курганский А. М.</i>	
СЕМЕЙНЫЙ АУДИТ КАК СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА СЕМЬИ	156

Раздел 4

ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ.

ТЕЗИСЫ

<i>Горелова Ж. Ю., Шагиева Д. Р., Кнор С. Ю., Тапешкина Н. В., Гуменюк О. И.</i>	
АНКЕТИРОВАНИЕ РОДИТЕЛЕЙ ШКОЛЬНИКОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ФАКТОРОВ РИСКА НЕРАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	159
<i>Гузик Е. О., Трошкина В. А., Коледа А. Г., Сидукова О. Л.</i>	
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОРГАНИЗАЦИИ УРОКОВ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБЩЕГО СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	160
<i>Зубцовская Н. А., Айзман Р. И.</i>	
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ТРЕВОЖНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРОФИЛАКТИКЕ НАРУШЕНИЙ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ.....	162
<i>Иванова Е. Ю., Семикина Е. В.</i>	
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ШКОЛЬНИКОВ-ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ	163
<i>Ильясова А. Ж.</i>	
ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ДЕТЕЙ 4–4,5 ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	164
<i>Полянская Ю. Н., Грекова Н. А., Карпович Н. В.</i>	
СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ПОДКЛЮЧЕННОСТИ	166
<i>Тапешкина Н. В., Бачина А. В., Попкова Л. В., Почуева Л. П., Власова О. П., Сапаев Н. С., Захаренкова К. А.</i>	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	167
<i>Тапешкина Н. В., Бачина А. В., Попкова Л. В., Почуева Л. П., Власова О. П., Сапаев Н. С., Захаренкова К. А.</i>	
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СРЕДНЕСУТОЧНОГО СОСТАВА РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ	169

Раздел 5
ГИГИЕНА ПИТАНИЯ.
СТАТЬИ

Бобович Е. В., Дайнеко О. В.

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ В ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ:
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА (НА ПРИМЕРЕ МОЗЫРСКОГО РАЙОНА)..... 171

Осипова Т. С., Бондарук А. М., Цыганков В. Г.

МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ, АССОЦИИРОВАННОГО С МИГРАЦИЕЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
ИЗ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ КОНТАКТА С ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИЕЙ..... 174

Позывайло О. П., Котович И. В., Миклис Н. И., Шупленков К. С.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА 177

Русаков В. Н., Есаулова О. В.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ
НА НУТРИЕНТНЫЙ СОСТАВ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ 179

Тимошенко К. А., Тышко Н. В., Палеева М. А., Садыкова Э. О., Шестакова С. И.

СЪЕДОБНЫЕ НАСЕКОМЫЕ КАК ИСТОЧНИК ЖИВОТНОГО ЖИРА.
АНАЛИЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА *TENEbrio MOLITOR*, *ACHETA DOMESTICUS*
И *HERMETIA ILLUCENS*..... 182

*Федоренко Е. В., Бондарук А. М., Андриевская Е. В., Рута-Жуковская Е. Я.,
Цыганков В. Г., Клочкова О. П., Иода В. И.*

МЕТОДЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
И ВОДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ..... 185

Хамидова С. А., Аскаралиева Ш. А., Калиберденко В. Б.

ЕДА И ЭМОЦИИ: ПОДДЕРЖКА ДЕТЕЙ
С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ЧЕРЕЗ РАЦИОН 188

Раздел 5
ГИГИЕНА ПИТАНИЯ.
ТЕЗИСЫ

Величко О. О., Цемборевич Н. В.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОМПЛЕКСНОЙ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ (НА ПРИМЕРЕ РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ)..... 191

Величко О. О., Федоренко Е. В.

СКРИНИНГОВЫЙ И УГЛУБЛЕННЫЙ МЕТОД ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ РАЦИОНОВ 192

Гаппарова К. М., Лапик И. А.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЖИРЕНИЯ: РОЛЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА *MTHFR*..... 193

<i>Ганпарова К. М., Лапик И. А.</i> ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЖИРЕНИЯ: РОЛЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА UCP2 В НАРУШЕНИЯХ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА	194
<i>Дурманова С. А., Цемборевич Н. В.</i> ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НОВОГО ВИДА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	195
<i>Козубская В. И., Мажаева Т. В.</i> ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ И СТРУКТУРА ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ, РЕАЛИЗУЕМОЙ В ТОРГОВЫХ СЕТЯХ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА.....	197
<i>Королёва Д. А., Цемборевич Н. В.</i> АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НОРМИРОВАНИЯ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	198
<i>Кузьмин С. В., Русаков В. Н., Есаулова О. В., Мощенская Н. В., Горина И. Е.</i> НОРМАТИВНЫЕ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В РОССИИ	199
<i>Лапик И. А., Ганпарова К. М.</i> РОЛЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПРОФИЛАКТИКЕ МИКРОНУТРИЕНТНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ И СОПУТСТВУЮЩЕЙ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ.....	201
<i>Лапик И. А., Ганпарова К. М.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ ОЖИРЕНИЯ	202
<i>Раджабкадиев Р. М.</i> ПОТРЕБНОСТЬ В ЭНЕРГИИ У СПОРТСМЕНОВ-ЮНИОРОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ТЕННИСЕ	203
<i>Русаков В. Н.</i> ОЦЕНКА НУТРИЕНТНОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ КОНТИНГЕНТОВ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА	204
<i>Спиридонова А. Л., Седова И. Б., Чалый З. А., Компаинцева Д. М., Иванова У. В., Захарова Л. П., Тутельян В. А.</i> АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МИКОТОКСИНАМИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА УРОЖАЯ 2024 ГОДА.....	205
<i>Черных А. М., Левит Е. В.</i> СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИЗБЫТОЧНОЙ МАССЫ ТЕЛА И ОЖИРЕНИЯ СРЕДИ РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ КУРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	207
<i>Шеенкова М. В., Яцына И. В.</i> ХРОНИЧЕСКИЙ СТРЕСС КАК ФАКТОР РИСКА НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У РАБОТНИКОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	208
<i>Шестакова С. И., Шумакова А. А.</i> ИЗУЧЕНИЕ БИОДОСТУПНОСТИ НЕКОТОРЫХ МИКРОНУТРИЕНТОВ В ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ БЕЛКА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА.....	209

Раздел 6

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. СТАТЬИ

Богданов Р. В., Студеничник Т. С., Василькевич В. М., Долгина Н. А.

ОСТРАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА НА ОСНОВЕ ДИХЛОРИЗОЦИАНУРОВОЙ
КИСЛОТЫ 211

Дроздова Е. В., Дудчик Н. В., Емельянова О. А., Фираго А. В., Долгина Н. А., Суrowец Т. З.

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ОБРАЗЦОВ ГЕТЕРОСТРУКТУР
«ПОЛУПРОВОДНИК В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ» 214

Евтерева А. А., Василькевич В. М., Медведев В. Д., Филиповская Е. Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ОБ АЛЛЕРГЕННОЙ АКТИВНОСТИ
МЕСТНОАНЕСТЕЗИРУЮЩИХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ АМИДНОГО ТИПА 218

Земцова В. О., Богданов Р. В., Шевляков В. В., Баранов С. А.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ОБОСНОВАНИЮ
ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ
АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ..... 220

Камлюк С. Н., Грынчак В. А., Ильюкова И. И., Петрова С. Ю., Юркевич Е. С., Иода В. И., Евсеенкова Е. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ – ОТРАБОТАННЫХ РАСТВОРОВ ПРОЯВИТЕЛЕЙ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ КЛАССА ОПАСНОСТИ 225

Пронина Т. Н., Штурич А. А.

РЕАЛИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО РОТТЕРДАМСКОЙ КОНВЕНЦИИ 228

Пушкарева М. В., Турбинский В. В., Кузь Н. В., Масальцев Г. В., Сафандеев В. В.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НЕБЕЛКОВОЙ КИСЛОТЫ
БЕТА-N-МЕТИЛАМИН-L-АЛАНИНА В УСЛОВИЯХ СУБХРОНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА 232

Чернышова Е. В., Студеничник Т. С., Шевляков В. В., Богданов Р. В.

ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМБИНАЦИЙ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ 235

Чернышова Е. В., Дроздова Е. В., Богданов Р. В., Михайлова Н. Н.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ОБОСНОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
И КЛАССА ОПАСНОСТИ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ АМЛОДИПИНА БЕСИЛАТ
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ 238

Эрм Г. И., Баранов С. А., Шевляков В. В., Богданов Р. В., Земцова В. О., Ивко Н. А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ИРРИТАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ТОВАРОВ БЫТОВОЙ ХИМИИ
МЕТОДОМ *IN VITRO*..... 241

Раздел 6

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ

Балакина А. С., Трусов Н. В., Аксенов И. В., Конев А. Д., Тутельян В. А.

АНАЛИЗ ПРОФИЛЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В ПЕЧЕНИ КРЫС ПРИ ОЦЕНКЕ ОСТРОЙ ТОКСИЧНОСТИ
МЕТАБОЛИТОВ ГРИБОВ РОДА *ALTERNARIA* 246

Грынчак В. А., Штурич А. А., Крыж Т. И., Лисовская Г. В., Деменкова Т. В.

АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ, СТЕРИЛИЗУЕМЫХ ОКИСЬЮ ЭТИЛЕНА В ОРГАНИЗАЦИЯХ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 247

Гусева Г. В., Аксенов И. В., Конев А. Д.

ОСТРОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕНУАЗОНОВОЙ КИСЛОТЫ
НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И МОЧИ КРЫС 248

Ерастова О. В., Асланова Ю. С., Вострикова М. В.

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРА БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
НА ОСНОВЕ ФОСФАТ-ЭФИРА В ОСТРОМ И ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ
НА КРЫСАХ-САМЦАХ ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ 249

Заволокина Н. Г.

ОЦЕНКА РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОСУЛЬФОКАРБА НА ОПЕРАТОРОВ
ПРИ ОБРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 251

Ильюкова И. И., Юркевич Е. С., Клочкова О. П., Камлюк С. Н., Иода В. И.

МЕТОД ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ
ПЕСТИЦИДОВ-ДЖЕНЕРИКОВ ОРИГИНАЛЬНЫМ ДЕЙСТВУЮЩИМ ВЕЩЕСТВАМ
В ПРАКТИКЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ 252

Ильюкова И. И., Клочкова О. П., Петрова С. Ю., Евсеенкова Е. А.

К ВОПРОСУ ОТНЕСЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
К КАТЕГОРИИ ОСОБО ОПАСНЫХ ПЕСТИЦИДОВ 254

Лаппо Л. Г., Грынчак В. А., Сычик С. И.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЕМОСОВМЕСТИМОСТИ *IN VITRO*
ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ 255

Матросенко М. В., Бидевкина М. В., Борхунова Е. Н., Кузнецова М. А., Усачева А. А.

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА ДЛЯ МЫТЬЯ ПОСУДЫ
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ОРГАНИЗМ БЕЛЫХ КРЫС 257

Михеева Е. Н.

РАЗРАБОТКА МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ
НА ОСНОВЕ ЦИМОКСАНИЛА В ПЛОДОВЫХ СЕМЕЧКОВЫХ 258

Никогосян К. М., Сутункова М. П., Минигалиева И. А., Сахаутдинова Р. Р., Петрунина Е. М., Гертан Н. А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ОТДАЛЕННЫХ
ТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ СВИНЦА НА РЕПРОДУКТИВНУЮ СИСТЕМУ САМЦОВ КРЫС 259

Петрова С. Ю., Гомолко Т. Н., Малиновская С. А., Евсеенкова Е. А.

УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЛЕРАНТНОЙ ДОЗЫ ДЛЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫХ
ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, МИГРИРУЮЩИХ ИЗ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ 261

<i>Сидорова Ю. С., Ворожко И. В.</i> ДИСФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИПОПРОТЕИНОВ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГИПЕРЛИПИДЕМИИ <i>IN VIVO</i>	262
<i>Тарасова Е. В., Хамидулина Х. Х.</i> НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПЕРЕЧНЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ОБЛАДАЮЩИХ СЕНСИБИЛИЗИРУЮЩИМ ДЕЙСТВИЕМ	263
<i>Тарасова Л. С.</i> ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ИНСЕКТИЦИДА КЛОТИАНИДИНА В ГОРОХЕ	265
<i>Хамидулина Х. Х., Тарасова Е. В.</i> АЛГОРИТМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ И КЛАССИФИКАЦИИ ОПАСНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	266

Раздел 7

МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. СТАТЬИ

<i>Андреевская Е. В., Полянских Е. И., Бельшева Л. Л., Федорова Т. А.</i> МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНСЕРВАНТА НАТАМИЦИНА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	268
<i>Баасири Е. А., Ботина Т. Н., Демидова И. И., Лопатина В. В., Булай А. А., Сакович М. Н.</i> МОНИТОРИНГ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ РОДА <i>STAPHYLOCOCCUS</i> В МНОГОПРОФИЛЬНЫХ СТАЦИОНАРАХ Г. МОГИЛЕВА	271
<i>Гуринович Т. А., Кузовкова А. А., Шагун Е. В., Столяренко В. А.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАДМИЯ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ	275
<i>Дребенкова И. В., Кузовкова А. А.</i> СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ СВИНЦА И КАДМИЯ В ПИЩЕВЫХ ДОБАВКАХ СТАБИЛИЗАТОРЫ/ЗАГУСТИТЕЛИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА АТОМНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ	278
<i>Дребенкова И. В., Кузовкова А. А.</i> МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ ДОЛИ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВКАХ К ПИЩЕ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ ЖИРОВ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ	281
<i>Егорченкова О. Е.</i> АВИАОБРАБОТКА ЛЕСНЫХ МАССИВОВ: КОНТРОЛЬ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЗЕТА-ЦИПЕРМЕТРИНА В КЕДРОВЫХ ОРЕХАХ	285
<i>Ивченкова А. А., Федорова Н. Е., Добрев С. Д.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЭМАМЕКТИНА БЕНЗОАТА, СПИНОСАДА, СПИНЕТОРАМА – БИОЛОГИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ – В РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТРИЦАХ	288
<i>Кекина Е. Г., Егорова М. В., Щербаков П. А.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ АНАЛИЗА. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	291

<i>Кузовкова А. А., Дребенкова И. В., Чаховский П. А., Черник Д. В., Ильковская И. В.</i>	
МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ МАССОВОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ КАДМИЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ.....	294
<i>Лебединская К. С., Крымская Т. П., Гук Д. Л., Чеботкова Д. В.</i>	
СПОСОБ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТИЛАКРИЛАТА, МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И НИТРИЛА АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ	298
<i>Мальцева О. А., Нурисламова Т. В., Чинько Т. В.</i>	
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (НА ПРИМЕРЕ ДИМЕТИЛБЕНЗОЛА (СМЕСЬ О-, М-, П-ИЗОМЕРОВ)	300
<i>Родионов А. С.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ МЫШЬЯКА В РЫБЕ СЕМЕЙСТВА ТРЕСКОВЫХ НА ОСНОВЕ ИХ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ – МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ	304
<i>Рута-Жуковская Е. Я., Станишевская П. А., Крымская Т. П.</i>	
РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛОДИНАФОП-ПРОПАРГИЛА В ОБЪЕКТАХ ЭКОМОНИТОРИНГА МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ	307
<i>Стрелецкий А. В., Сбитнев А. В.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА ОВОСТОП® МЕТОДОМ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ	311
<i>Чеботкова Д. В., Лебединская К. С., Крымская Т. П.</i>	
СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТОЛУОЛА, М-, П- И О-КСИЛОЛОВ, БЕНЗОЛА, ЭТИЛБЕНЗОЛА, СТИРОЛА И ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСОРБЦИИ	314
<i>Юркевич Е. С., Иода В. И., Ильюкова И. И.</i>	
АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГРУПП ПОВЫШЕННОГО РИСКА СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ПО СВИНЦУ	318

Раздел 7

МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. ТЕЗИСЫ

<i>Белицкая В. В.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНСЕКТИЦИДА КЛАССА ДИАМИДОВ В МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУРАХ	321
<i>Гречина М. С.</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДИАМИДНОГО ИНСЕКТИЦИДА ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛА В КОФЕ	322
<i>Емельянова О. А., Дудчик Н. В., Долгина Н. А.</i>	
ОЦЕНКА МИКРОБНОГО СТАТУСА ОБЪЕКТОВ ВНУТРИБОЛЬНИЧНОЙ СРЕДЫ ПОМЕЩЕНИЙ 2–4 КЛАССОВ ЧИСТОТЫ	324

Ивашкевич Л. С., Полянских Е. И., Бельшева Л. Л.

СКРИНИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЛИФОСАТА В ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ,
ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 324

Кузнецова Н. С., Риккер Ю. О., Кобылкин М. В.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ БЕНЗ(А)ПИРЕНА
ИЗ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ 325

Куриленко Ю. В., Стерликов А. В.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПОСТРОЕНИЯ ОБЛАСТИ АККРЕДИТАЦИИ ЛАБОРАТОРИИ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕЙ ИСПЫТАНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ
И ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ 326

Полянских Е. И., Федорова Т. А., Андриевская Е. В., Ивашкевич Л. С.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ДЕТЕКТИРОВАНИЯ И СКРИНИНГОВЫЙ АНАЛИЗ
СОДЕРЖАНИЯ КОНСЕРВАНТОВ ОРТО-ФЕНИЛФЕНОЛА И ДИФЕНИЛА
ВО ФРУКТАХ НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 328

Салимова А. Д.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ АМИНОВ
В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 329

Соболев Д. Н.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ФЛУДИОКСОНИЛА В МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУРАХ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ 330

Степанова Н. А., Ковалев С. С.

АДАПТАЦИЯ МЕТОДА ОДНОВРЕМЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ИНСЕКТИЦИДОВ ХЛОРАНТРАНИЛИПРОЛА И АЦЕТАМИПРИДА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ
И СМЫВАХ С КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ОПЕРАТОРОВ 331

Тимофеева О. Н., Полянских Е. И., Бельшева Л. Л.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТУЙОНА В ТАБАЧНОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА РЫНКЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ АМИ.МГ 0013-2024 333

Раздел 8

ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. СТАТЬИ

Балакаева А. В., Скопин А. Ю.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ОБРАЩЕНИЮ С МЕДИЦИНСКИМИ ОТХОДАМИ КЛАССА А 334

Бардашов Ю. С., Субботина Е. Н., Гурский В. В.

О ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ
С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМАТИВА
«ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ И БЕЗВРЕДНОСТИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА» 336

Бартман О. В.

«ПРОСТАЯ» УПАКОВКА КАК ЧАСТЬ МНОГОСЕКТОРАЛЬНОГО ПОДХОДА К БОРЬБЕ
ПРОТИВ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТАБАКА И НИКОТИНСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ 339

Бондарь Е. И., Анискевич О. Р.

РЕАЛИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА «ЗДОРОВЫЕ ГОРОДА И ПОСЕЛКИ» НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «ТОРГМАШ» ЧЕРЕЗ СОЗДАНИЕ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	342

Гранковская Т. А.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВОДИМЫХ ПРОТИВОКЛЕЩЕВЫХ ОБРАБОТОК В ЛАНДШАФТНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Г. ГРОДНО	344

Гурский В. В., Мотовилова С. Г., Петрашевич С. Л.

ПРОЕКТ «МОГИЛЕВ – ЗДОРОВЫЙ ГОРОД» – КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ.....	347

Зеленко А. В., Синякова О. К.

КОРПОРАТИВНАЯ ПРОГРАММА МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ РАБОТАЮЩИХ КАК ОСНОВА УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ТРУДОВОГО КОЛЛЕКТИВА	351

Карпук Л. И., Спургияш А. Ч.

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНСОЛЯЦИИ: ОБЗОР ПОДХОДОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	354

Кириленко Е. С.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ КАМПАНИИ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА.....	356

Кравченко С. А., Янченкова Е. М., Огородников С. В., Вихарева О. Ф., Ключенович В. И.

САМООЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УЧРЕЖДЕНИЙ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	358

Машенская В. С., Тищенко Е. Н., Садовникова Г. В.

ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИЯХ, ВОВЛЕЧЕННЫХ В РЕАЛИЗАЦИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ПРОЕКТА «ЗДОРОВЫЕ ГОРОДА И ПОСЕЛКИ», КАК ФОРМЫ МОТИВАЦИИ К ВЕДЕНИЮ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ	363

Николаева Е. А., Кожукарова Д. Ю., Мадекша И. В., Ивко Н. А.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ НАДПИСЕЙ НА ЛИЦЕВОЙ СТОРОНЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ УПАКОВКИ НЕТАБАЧНОЙ НИКОТИНОСОДЕРЖАЩЕЙ ПРОДУКЦИИ	366

Новикова А. В., Гурский В. В.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В МОГИЛЕВЕ: ВЫЯВЛЕНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ПРОДУКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ГИГИЕНЫ ПИТАНИЯ.....	368

Орачев А. В., Руфкин А. В., Макуть К. Л., Руфкина М. М.

ИНФОРМАЦИОННО-РАЗЪЯСНИТЕЛЬНАЯ РАБОТА СРЕДИ ПОКУПАТЕЛЕЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ	372

Приходько А. В., Гурский В. В., Нехай Т. Л.

САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННОЙ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА В КОНТЕКСТЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ.....	375

Сорочинская Т. Ю., Забегайлова Е. Л.

МОНИТОРИНГ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПАРАЗИТАРНЫМИ БОЛЕЗНЯМИ В МОЗЫРСКОМ РАЙОНЕ	377

Стасевич Г. С., Ильяшева Е. В., Тищенко Е. Н.

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО БЮРО
ВСЕМИРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ «ЗДОРОВЫЕ ГОРОДА» В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ 381

Стойко В. В., Радченко Г. И., Радченко Е. А.

К 80-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ГОРОДА БРЕСТА 384

Сурмач М. Ю., Хильмончик Н. Е.

НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ
В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ У НАСЕЛЕНИЯ 388

Сычик С. И., Дроздова Е. В., Ивко Н. А.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДПРОГРАММЫ «БЕЗОПАСНОСТЬ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА»
ГНТП «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА И ДОСТУПНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ»,
2021–2025 ГОДЫ 391

Конкурс работ молодых ученых

НАПРАВЛЕНИЕ «ГИГИЕНА, ТОКСИКОЛОГИЯ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА»

Агеев Е. П., Соловьева И. В., Баслык А. Ю., Кравцов А. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВОЙ ОБСТАНОВКИ НА ГРАНИЦАХ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ФАНИПОЛЯ,
ФОРМИРУЕМОЙ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТА ПО ПРИЛЕГАЮЩИМ ДОРОГАМ
РЕСПУБЛИКАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ 399

Андреевская Е. В.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСЕРВАНТОВ В ПИЩЕВОЙ И КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ
МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ 402

Батенева В. А., Шеломенцев И. Г., Сахаутдинова Р. Р.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НЕФРОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОЧАСТИЦ
(НА ПРИМЕРЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МЕДИ) 406

Журов В. В., Дремин А. И.

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO* 409

Иода В. И., Юркевич Е. С., Грынчак В. А., Дребенкова И. В.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ БИОМОНИТОРИНГА ПО ОЦЕНКЕ
ПРЕНАТАЛЬНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ К СВИНЦУ У РОЖЕНИЦ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ
С РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ 411

Калачева А. Е.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ В ЗОНАХ ПРОХОЖДЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 415

Кормилицин А. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
НА ПЕРСОНАЛ КАБИНЕТА ФИЗИОТЕРАПИИ 418

Назаренко А. К., Хамидулина Х. Х., Тарасова Н. П., Тарасова Е. В. АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ОБЕСПОКОЕННОСТЬ В СОСТАВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, И ФОРМИРОВАНИЕ ПЕРЕЧНЯ ДЛЯ ИХ БЕЗОПАСНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ	423
Порошин М. А. ОЦЕНКА ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ГРУППЫ ХЛОРАЦЕТАНИЛИДЫ	426
Протасевич У. С., Грынчак В. А. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОДНОРАЗОВЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ИХ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ	428
Ревтович Е. А., Клебанов Р. Д. УСЛОВИЯ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ЗАНЯТЫХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	431
Станишевская П. А., Турко М. С., Крымская Т. П., Рута-Жуковская Е. Я. РАЗРАБОТКА И СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДА КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ГЕКСАМЕТИЛЕНДИАМИНА В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДКОЛОНОЧНОЙ ДЕРИВАТИЗАЦИИ ДАНСИЛХЛОРИДОМ	434
Степанова О. А., Батенев Н. А., Дмитриева И. С. НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА	438
Филиповская Е. Н., Чернышова Е. В., Емельянова О. А., Студеничник Т. С. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СЕНСИБИЛИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ, ДИСБИОТИЧЕСКОГО И ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КОМБИНАЦИЙ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ	441
Шабардина Л. В., Шеломенцев И. Г. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ НАНОЧАСТИЦ РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ПРИ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ	445
НАПРАВЛЕНИЕ «ЭПИДЕМИОЛОГИЯ, ВИРУСОЛОГИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ»	
Анискович Е. Д., Пугач В. В. АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПРОТЕЙНОЙ ИНФЕКЦИИ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ АМБУЛАТОРНЫХ ПАЦИЕНТОВ	450
Аринович А. С., Амвросьева Т. В. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ПОЛИОМАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ	453
Бельская И. В., Казловский И. С., Амвросьева Т. В., Поклонская Н. В. ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ИММУНОДОМИНАНТНЫХ БЕЛКОВ ВИРУСА ГЕПАТИТА А	455
Булда К. Ю., Гасич Е. Л. ИДЕНТИФИКАЦИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВАРИАНТА «СТРАТУС» ВИРУСА SARS-COV-2 НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	460

<i>Бунас А. С., Гасич Е. Л.</i> ПЕРЕДАЮЩАЯСЯ ЛЕКАРСТВЕННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВИЧ-1 У ПАЦИЕНТОВ, НАЧИНАЮЩИХ АНТИРЕТРОВИРУСНУЮ ТЕРАПИЮ, В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В 2023–2025 ГГ.....	462
<i>Виноградова А. В.</i> МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОВАРИАНТОВ <i>TRICHOMONAS VAGINALIS</i> ИЗОЛИРОВАННЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	466
<i>Казловский И. С., Поклонская Н. В., Бельская И. В., Амвросьева Т. В., Зинченко А. И.</i> БАКТЕРИАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛНОРАЗМЕРНЫХ КАПСИДНЫХ БЕЛКОВ НОРОВИРУСОВ ЧЕЛОВЕКА	469
<i>Коско А. Д., Гасич Е. Л.</i> МУТАЦИИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ВИРУСА ГЕПАТИТА С СУБТИПА 3А К ИНГИБИТОРАМ NS5A КАК ПРИЧИНА НЕЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОВИРУСНОЙ ТЕРАПИИ	473
<i>Левченко К. В.</i> ПНЕВМОНИЯ, ВЫЗВАННАЯ <i>KLEBSIELLA PNEUMONIAE</i> , У ПАЦИЕНТОВ С ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ: КЛИНИКО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.....	476
<i>Пугач В. В., Картаева А. С., Янович О. О., Анискович Е. Д.</i> ПРОФИЛИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К АНТИБИОТИКАМ СЛОЖНОДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫХ НЕФЕРМЕНТИРУЮЩИХ ГРАМОТРИЦАТЕЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ ОТ ПАЦИЕНТОВ СТАЦИОНАРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	479
<i>Сухоцкая Е. А., Малиновская Ю. В., Счесленок Е. П., Семижон П. А.</i> ХАНТАВИРУСНАЯ ИНФЕКЦИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ПРИОРИТЕТНОСТЬ ПРИГРАНИЧНЫХ ЗОН И РАЙОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ.....	483
<i>Финогенов М. В., Гузовская Т. С.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ОКАЗАНИЯ АНТИАНТИРАБИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В СТОЛБЦОВСКОМ РАЙОНЕ С 2020 ПО 2024 ГОД	485
РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ГИГИЕНЫ, ТОКСИКОЛОГИИ, ЭПИДЕМИОЛОГИИ, ВИРУСОЛОГИИ И МИКРОБИОЛОГИИ	489

Научное издание

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»**

27–28 ноября 2025 года, г. Минск

Ответственный редактор С. Л. Итпаева-Людчик
Редактор Н. А. Долгина
Технические редакторы Т. И. Вершило, Н. С. Иванова
Ответственный за выпуск Е. А. Скорина
Корректор Т. М. Середа
Компьютерная верстка Д. Н. Серенков

Подписано в печать 21.11.2025. Формат 60×84 1/8. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 60,92. Тираж *** экз. Заказ ____

Издатель – Государственное предприятие «Редакция газеты «Гомельская праўда».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/260 от 02.04.2014.
Ул. Полесская, 17А, 246003, г. Гомель. Тел. 8 (0232) 310-100. id@gp.by.

Отпечатано в УП «Донарит».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/108 от 07.04.2014.
Ул. Октябрьская, 25, 220030, г. Минск. Тел. 8 (017) 389-73-00. www.donarit.com