

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»

Объект авторского права
УДК 613.644:629.34/.35:006.88

КРАВЦОВ
Александр Владимирович

**ОБОСНОВАНИЕ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМАТИВА
КОМБИНИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ
ТРАНСПОРТНОЙ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ОБЩЕЙ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ
ВОДИТЕЛЕЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ТРАНСПОРТА**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук
по специальности 14.02.01 – гигиена

Минск 2023

Работа выполнена в республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены»

Научный руководитель: **Сычик Сергей Иванович**, кандидат медицинских наук, доцент, директор республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены»

Официальные оппоненты: **Филонюк Василий Алексеевич**, доктор медицинских наук, профессор, проректор по научной работе учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»

Рыбина Татьяна Михайловна, кандидат медицинских наук, доцент, начальник отдела управления профессиональными рисками и охраны профессионального здоровья Республиканского центра охраны труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь

Оппонирующая организация: Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»

Защита состоится 30 января 2024 г. в 14.00 часов на заседании совета по защите диссертаций Д 03.01.01 при республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» по адресу: 220012, г. Минск, ул. Академическая, д. 8, e-mail: rspch@rspch.by, телефон: +375 17 347-73-70.

Телефон ученого секретаря: +375 17 379-13-79.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены».

Автореферат разослан « 28 » декабря 2023 года.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций,
кандидат биологических наук



Т. Д. Гриценко

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АД – артериальное давление
ВГрТ – водители грузового транспорта
ВГТ – водители грузоподъемного транспорта
ВН – временная нетрудоспособность
ВТ-ТТ – водителей автопогрузчиков, автокаров, автобусов
ГТ – грузоподъемный транспорт
Гц – Герц, единицы измерения частоты колебаний в секунду
дБ – децибел, логарифмическая единица уровней вибрации и звука
дБА – децибел «А», логарифмическая единица уровней звука по частотной характеристике «А»
ЗВУТ – заболеваемость с временной утратой трудоспособности
ИП₁ – интегральный показатель заболеваемости
КГ – контрольная группа
КДОВ – комбинированное действие транспортной и транспортно-технологической общей вибрации
КЧСМ – критическая частота слияния световых мельканий
НМА – нервно-мышечный аппарат
НС – нервная система
ОР – относительный риск заболеваемости
ПДУ – предельно допустимый уровень
ПЗМР – простая зрительно-моторная реакция
РДО – реакция на движущийся объект
РДОз – реакции запаздывания на движущийся объект
РДОо – реакции опережения на движущийся объект
РДОт – точные реакции на движущийся объект
ССС – сердечно-сосудистая система
Тест «САН» – тест «самочувствие, активность, настроение»
ТНПА – технические нормативные правовые акты
ТВ – транспортная общая вибрация
ТтВ – транспортно-технологическая общая вибрация
УР – устойчивость реакции
УФВ – уровень функциональных возможностей
ФС – функциональное состояние
ФУС – функциональный уровень системы
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭД – этиологическая доля заболеваемости
X₀, Y₀, Z₀ – индексы направлений ортогональной системы координат

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение здоровья трудоспособного населения является одним из приоритетов национальной политики Республики Беларусь и реализуется выполнением ряда законодательных, нормативно-правовых актов и государственных программ. В этой связи возрастает необходимость научного обоснования профилактических мероприятий по обеспечению безопасных условий труда работников, базирующихся на гигиеническом нормировании вредных факторов, комплексных гигиенических исследованиях с выявлением профессиональных рисков и оценкой состояния здоровья работников [С. В. Гребеньков и соавт., 2013; С. И. Сычик и соавт., 2018; Г. Е. Косяченко и соавт., 2019; В. А. Филонюк и соавт., 2022 и др.].

Условия труда водителей транспортных средств характеризуются комплексом вредных факторов производственной среды и трудового процесса, уровни которых в ряде случаев не соответствуют установленным гигиеническим нормативам, что создает риски нарушения здоровья с формированием производственно обусловленной и профессиональной заболеваемости [А. И. Вайсман, 1979, 1991; Г. А. Суворов, 1984; О. Г. Зезюля, 1994; И. А. Сторажук, 1996; E. Rial-Gonzalez и др., 2005; И. Г. Шевкун, 2009; Я. М. Сухова и соавт., 2015], в структуре которой 45 % болезней обусловлены воздействием физических факторов [Н. Ф. Измеров, 2002 и др.]. Одним из таких факторов является общая вибрация, степень влияния которой зависит от спектрального состава (низко-, средне- и высокочастотная) и величины уровня действия [Г. А. Суворов, 1984; И. А. Сторажук, 1996; Н. Ф. Измеров и соавт., 2003; И. Г. Шевкун, 2009].

Водители грузоподъемного транспорта (автокранов, автовышек и мобильных подъемных платформ), который широко используется в системе механизации погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ [Л. В. Зайцев и соавт., 1982; Д. П. Волков, 2007], совмещают функции водителя с действием преимущественно низкочастотной (1–8 Гц) транспортной общей вибрации и оператора – с действием средне- и высокочастотной (4–63 Гц) транспортно-технологической общей вибрации [Н. Ф. Измеров и соавт., 2008]. Однако предельно допустимые уровни КДОВ на водителей в настоящее время не обоснованы, в научной литературе не представлены результаты физиолого-гигиенических исследований КДОВ и отсутствуют методы гигиенической оценки вибрационного действия на ВГТ.

Таким образом, необходимость проведения физиолого-гигиенических исследований условий труда и состояния здоровья ВГТ, усовершенствования методических подходов к гигиенической оценке вибрационного действия на транспорте и обоснование гигиенических нормативов КДОВ определяют актуальность настоящего исследования.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа выполнена в рамках задания 05.01 «Разработать гигиенический норматив и метод гигиенической оценки комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации» ОНТП «Здоровье и среда обитания» (№ ГР 20162300, 2016–2018 гг.).

Цель исследования: на основании результатов комплексных исследований особенностей условий труда и состояния здоровья водителей грузоподъемного транспорта обосновать предельно допустимые уровни и разработать метод оценки комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации.

Задачи исследования:

1. Выполнить комплексную гигиеническую оценку условий труда ВГТ, установить ведущие факторы профессионального риска и оценить состояние их здоровья.

2. Определить характер и особенности влияния комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации на функциональное состояние ВГТ.

3. Выявить информативные физиологические биомаркеры комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации путем оценки функционального состояния ВГТ с использованием математического анализа.

4. Обосновать предельно допустимые эквивалентные скорректированные уровни виброускорения комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации и разработать метод гигиенической оценки на рабочих местах ВГТ.

Объект исследования: ВГТ (автокранов, автовышек, мобильных подъемных платформ), подвергающиеся КДОВ.

Предмет исследования: условия труда и состояние здоровья ВГТ, КДОВ на функциональное состояние нервной и сердечно-сосудистой систем, нервно-мышечный аппарат ВГТ.

Научная новизна состоит в том, что впервые:

- дана комплексная гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья ВГТ, выявлены ведущие вредные факторы – КДОВ в сочетании со статическими и психоэмоциональными нагрузками, оказывающие существенное влияние на повышение уровней временной утраты трудоспособности по болезням костно-мышечной системы водителей, которые определены как производственно обусловленные;

- установлен аддитивный тип КДОВ, обусловленный однонаправленным характером негативного действия каждой изучаемой категории на функциональное состояние нервной системы и нервно-мышечный аппарат ВГТ;

- установлены физиологические биомаркеры негативного КДОВ на организм ВГТ с доказанной чувствительностью и специфичностью, использованные для обоснования предельно допустимых уровней вибрационного действия;

- обоснована риск-ориентированная дозозависимая математическая модель оценки состояния здоровья в зависимости от уровней вибрационного действия, которая явилась методической основой разработки гигиенических показателей безопасности и безвредности КДОВ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Ведущими вредными факторами профессионального риска ВГТ являются КДОВ, тяжесть и напряженность трудового процесса, которые определяют вредные условия труда класса 3.1 и 3.2 и формируют производственно обусловленную патологию у водителей.

2. Аддитивный тип КДОВ обусловлен суммацией эффектов вредного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации на функциональное состояние нервной системы и нервно-мышечного аппарата ВГТ.

3. На основании выявленных зависимостей нарушения показателей функционального состояния организма ВГТ от уровней вибрационного действия предложены физиологические биомаркеры (реакция на движущийся объект, количество и частота касаний при тремометрии), информативно и достоверно отражающие влияние общей вибрации на организм водителей, что позволило использовать их в обосновании предельно допустимых уровней КДОВ.

Личный вклад соискателя ученой степени. Автором лично выполнена работа по всем разделам диссертации, в том числе дизайну, организации и проведению исследований, обобщению результатов, их математико-статистической обработке и анализу. Совместно с научным руководителем обоснована тема диссертационного исследования, цель работы, сформулированы задачи и выводы. Совместно с сотрудниками республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» разработаны ПДУ [26-А] и инструкция по применению [27-А]. Соавторы совместных исследований указаны в диссертации, публикациях и разработках.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Результаты исследований были доложены и обсуждены на научных сессиях БГМУ (Минск, 2017–2023); международных /с международным участием, всероссийских и республиканских научно-практических конференциях: «Сахаровские чтения: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2017–2019); «Здоровье и окружающая среда» (Минск, 2017–2019, 2021, 2022); «Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами» (Мытищи, 2017); «Защита от повышенного шума и вибрации» (Санкт-Петербург, 2019); «Актуальные проблемы гигиены, токсиколо-

гии и профпатологии» (Мытищи, 2019); «Современные аспекты здоровьесбережения» (Минск, 2019); «Проблемы и перспективы развития современной медицины» (Гомель, 2019); «Актуальные проблемы медицины» (Гомель, 2020); республиканских семинарах «Профессия и здоровье» (Минск, 2017–2019), «Основные направления и технологии охраны здоровья» (Минск, 2019), «Новые методы в практике государственного санитарного надзора» (Минск, 2017–2020), «Методы гигиенической оценки полной транспортной вибрации» (Минск, 2017) и «Актуальные проблемы физических факторов среды обитания человека» (Минск, 2018).

Результаты исследований использованы для разработки инструкции по применению (8 актов о внедрении), ПДУ КДОВ и 1 образовательной программы, применяемой в деятельности международного образовательного центра «На Академической».

Опубликование результатов диссертации. По материалам исследования опубликовано 25 печатных работ, из них: 8 статей в рецензируемых научных журналах и сборниках научных трудов (соответствующих пункту 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь) объемом 3,49 авт. л.; 2 статьи в иных изданиях Республики Беларусь, 8 статей в сборниках материалов конференций; 7 публикаций в сборниках тезисов докладов конференций. Общий объем публикаций составляет 6,35 авт. л. Получены 2 удостоверения на рационализаторские предложения.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 147 страницах машинописного текста, состоит из титульного листа, оглавления, перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, основной части, включающей 5 глав, заключения. Работа иллюстрирована 30 рисунками, содержит 37 таблиц. Библиографический список включает 170 источников литературы (140 русскоязычных и 30 англоязычных) и 25 собственных публикаций, 6 приложений (на 27 страницах).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1 содержит аналитический обзор отечественных и зарубежных публикаций по вопросам гигиены труда водителей, включающих характеристики производственной вибрации, особенности ее гигиенического нормирования и влияние на состояние здоровья работников. Отсутствие сведений по физиолого-гигиеническим исследованиям условий труда и здоровья ВГТ, влияния на организм КДОВ обосновали актуальность настоящих исследований.

Глава 2 «Материалы и методы исследований». Для реализации поставленных задач использованы санитарно-гигиенические, физиологические, социологические (анкетирование), статистические и математические методы исследования.

Гигиеническая оценка и определение класса условий труда ВГТ, под-

вергающихся КДОВ, выполнены на 9 предприятиях г. Минска и включали проведение хронометража, в т. ч. времени вибрационного воздействия, оценку тяжести и напряженности трудового процесса, измерения уровней общей и локальной вибрации и звука в соответствии с требованиями действующих ТНПА. Оценку параметров микроклимата и содержания химических веществ на рабочих местах ВГТ проводили на основании протоколов производственного контроля.

Для оценки состояния здоровья ВГТ проводили:

1) анализ ЗВУТ методом полицевого учета за 2016–2018 гг. с расчетом экстенсивных и интенсивных показателей у ВГТ. Контрольная группа состояла из лиц, не контактирующих с вибрационным фактором. Связь производственных факторов и состояния здоровья ВГТ определялась в целом и по отдельным нозологическим формам. Производственно обусловленную заболеваемость оценивали по показателям ОР и ЭД заболеваний [Г. Е. Косяченко и соавт., 2014];

2) субъективную оценку здоровья методом анкетирования ВГТ, ВГрТ (группа 1), на которых действует ТВ, и ВТ-ТТ (группа 2), работающие в условиях ТтВ, по тестам «САН» (самочувствие, активность, настроение) [С. Ф. Гончаров, 1999] и «Определение нервно-психического напряжения» по вопросам психосоматического состояния работающих [Т. А. Немчин, 1981];

3) оценку ФС НС, ССС и НМА проводили в начале и конце рабочей смены у ВГТ, ВГрТ, ВТ-ТТ и работников КГ, которые не имели профессионального контакта с вибрационным воздействием:

а) оценку ФС НС и НМА проводили по методике «Психофизиологический статус» компьютерного комплекса «Психотест-нейрософт»:

- ФС НС и зрительного анализатора оценивался по показателям скорости ПЗМР и устойчивости к действию помех, РДО и КЧСМ;

- ФС НМА – по показателям динамометрии (силе и выносливости мышц рук), статической и динамической тремометрии;

б) анализ ФС ССС – по показателям артериального давления, частоте сердечных сокращений, пульсовому давлению и гемодинамическим показателям в покое и при физической нагрузке (индекс Руфье – Диксона, Мартине – Кушелевского, Робинсона), характеризующих скорость адаптации ССС, уровень выносливости, аэробные возможности.

Работники всех групп были сопоставимы по возрасту и стажу работы.

Тип КДОВ устанавливали по коэффициенту комбинированного действия дивизивным методом [В. Ю. Антомонов, 2006; В. М. Василькевич, 2016] путем расчета отношения статистически значимых изменений физиологических показателей при комбинированном действии к усредненной сумме эффектов, наблюдавшихся при изолированном влиянии каждой из транспортных категорий общей вибрации. При этом учитывалась направленность изменения показателей ФС относительно контрольной группы.

Определение физиологических биомаркеров КДОВ проводились по показателям ФС организма ВГТ, которые статистически значимо отличались от контроля, с использованием следующих методов:

корреляционного анализа для определения связи показателей ФС организма с уровнями виброускорения, измеренных в 1/3 октавных полосах частот от 0,8 до 80 Гц, по коэффициентам корреляции Пирсона (r) с оценкой по шкале Чеддока, за значимые принимали значения $r \geq 0,31$;

множественного линейного регрессионного анализа для определения зависимости физиологических показателей НМА у ВГТ от воздействия уровней виброускорения по величине коэффициента детерминации;

ROC-анализа с графическим представлением для определения оптимальных значений порогов отсечения (cut-off value), которые соответствовали точкам на ROC-кривых с наибольшими показателями чувствительности и наименьшей специфичности. О качестве модели судили по площади под ROC-кривой (AUC, area under curve), являющейся мерой того, насколько хорошо порог отсечения различает две диагностические группы показателей (истинно- и ложноположительные) при чувствительности модели не менее 60 %;

метода кусочно-линейной регрессии для валидации информативности физиологических биомаркеров, выявленных по порогам отсечения при ROC-анализе.

Математической обработкой базы данных, содержащей скорректированные эквивалентные уровни виброускорения по осям X_0 , Y_0 , Z_0 на каждом рабочем месте и соответствующие им критические уровни отсечения биомаркеров, определены критические уровни виброускорения КДОВ, при которых отсутствуют изменения ФС систем организма ВГТ, и обоснован ПДУ.

При формировании базы данных использовали Microsoft Excel 2016, для статистической обработки результатов применяли пакет статистических программ Statistica 10 (серийный номер лицензии VXXR207F383402FA-V) и MedCalc. Уровень достоверности при оценке статистических значимых гипотез принимался $p < 0,05$.

Дизайн и объем исследований КДОВ на организм ВГТ представлены на рисунке 1.

В главе 3 «Гигиеническая оценка условий труда и здоровья водителей грузоподъемного транспорта» представлены результаты комплексной гигиенической оценки условий труда на рабочих местах ВГТ, в т. ч. хронометраж рабочего дня, оценка факторов производственной среды и трудового процесса, а также материалы изучения состояния здоровья.

Установлено, что в процессе рабочего дня ВГТ выполняют основные работы – управление транспортом в кабине (воздействие ТВ) при передвижении (28,1 % рабочего времени) и механизмами при проведении погрузочно-разгрузочных работ (47,1 %) в кабине или на специальном посадочном месте

(воздействие ТтВ) на поворотной раме ГТ.

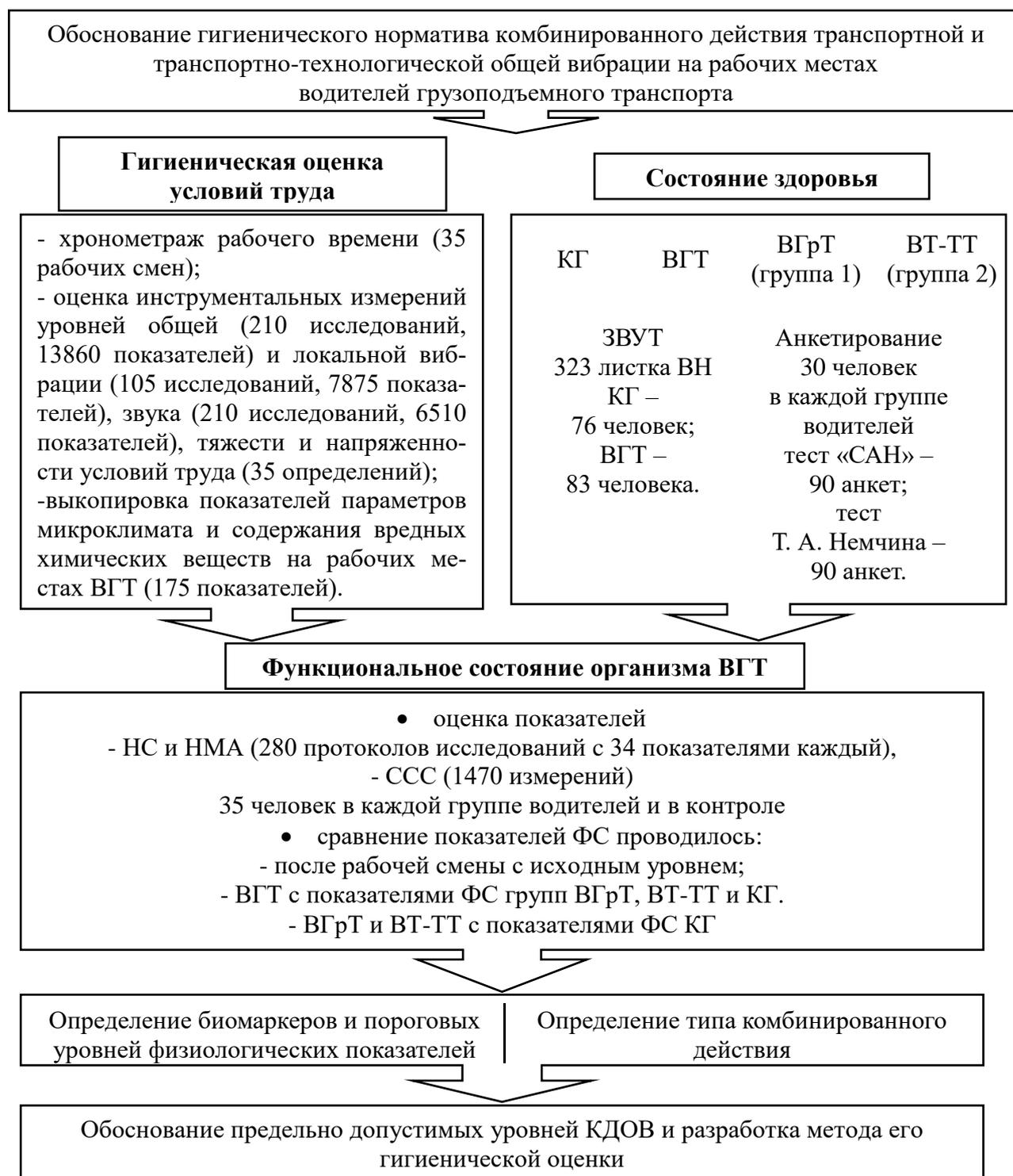


Рисунок 1 – Дизайн и объем выполненных исследований

Организация рабочих мест ВГТ не соответствуют эргономическим требованиям, что приводит к работе в вынужденной рабочей позе более 50 % рабочего времени, создает статические нагрузки, усугубляет негативное действие общей вибрации и определяет класс условий труда по тяжести как «вредные» 3.1–3.2 [1-А; 5-А; 6-А, с. 59, с. 63].

Напряженность труда ВГТ обусловлена сенсорными нагрузками

(наблюдение за объектами в течение 75 % рабочего времени на фоне световых и звуковых сигналов), психоэмоциональным напряжением и высокой ответственностью за личную и коллективную безопасность (класс условий труда 3.1) [1-А; 5-А; 6-А, с. 59].

ТВ и ТтВ на рабочих местах ВГТ по временным характеристикам являются непостоянными при широкополосном характере спектра. Гигиеническая оценка общей вибрации проводилась по эквивалентным скорректированным уровням виброускорения за 8-часовую рабочую смену с учетом времени воздействия каждой категории, которые соответствовали ПДУ ТВ и превышали гигиенические нормативы для ТтВ от 2 до 5 дБ на $74,2 \pm 7,4$ % ($p = 0,04$) рабочих мест. Эквивалентные уровни виброускорения КДОВ за рабочую смену в октавных полосах на частотах от 1 до 63 Гц соответствовали ПДУ ТВ и ТтВ. При оценке эквивалентных уровней виброускорения КДОВ за рабочий день в 1/3 октавных полосах на среднегеометрических частотах от 0,8 до 80 Гц зарегистрированы превышения ПДУ ТтВ на частотах 1,6–8 Гц по ортогональным осям X_o , Y_o , Z_o на 1–7 дБ ($p < 0,01$) с максимумом энергии на частоте 4 Гц и ПДУ для ТВ на частотах от 0,8 до 2 Гц по осям X_o , Y_o на 1–8 дБ ($p < 0,01$) с максимальными уровнями на частоте 1 Гц (рисунок 2) [1-А; 5-А; 6-А, с. 59–60, 63; 12-А; 13-А; 20-А; 21-А].

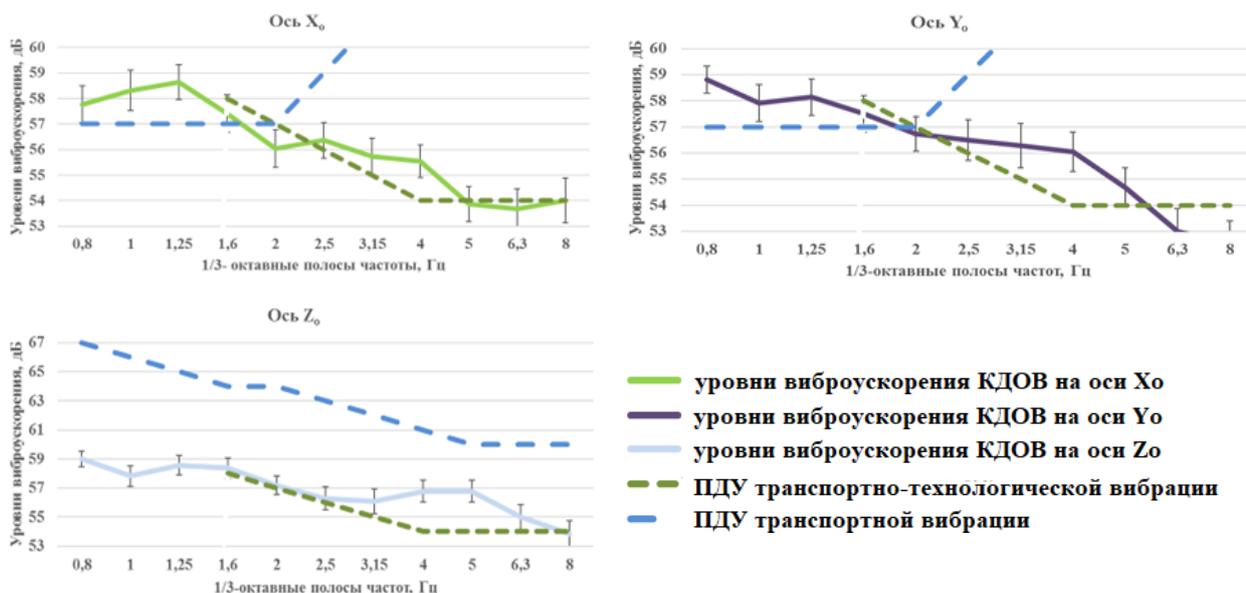


Рисунок 2 – Эквивалентные уровни виброускорения КДОВ в 1/3 октавных полосах частот на рабочих местах ВГТ

Эквивалентные скорректированные уровни виброускорения локальной вибрации на $71,4 \pm 7,6$ % ($p < 0,01$) рабочих мест ВГТ соответствовали гигиеническим нормам, при работе на ряде автовышек и мобильных платформах установлены превышения на 1–6 дБ (класс 3.1) [1-А; 5-А; 12-А; 19-А].

Дозо-временные нагрузки производственного шума на рабочих местах ВГТ находились в пределах от 62 до 69 дБА и соответствовали ПДУ (класс условий труда 2) [1-А; 5-А; 13-А; 20-А; 21-А].

Концентрации углерода оксида, предельных углеводородов, азота диоксида, выделяющихся при работе двигателя на дизельном топливе, не превышали ПДК. Параметры микроклимата в кабинах автокранов соответствовали допустимым уровням. Для водителей автовышек и мобильных подъемных платформ характерна работа на открытом воздухе при времени занятости от 38 до 54,6 % рабочей смены [5-А].

По результатам оценки субъективного состояния здоровья путем анкетирования водителей до рабочей смены показано, что нервно-эмоциональное состояние 46,6 % ВГТ оценили как благоприятное, 43,3 % – умеренное и неблагоприятное – 13,3 %, причем результаты теста «САН» указывали на развитие у работников утомления. Признаки психического и соматического дискомфорта по тесту Т. А. Немчина слабовыраженного характера отмечали 73,3 % ВГТ и 26,6 % – умеренного. Водители групп 1 и 2 оценивали свое нервно-эмоциональное состояние как благоприятное [8-А, с. 131].

Анализ ЗВУТ за 2016–2018 гг. по среднегодовым показателям в соответствии со шкалой Е. Л. Ноткина показал, что доля болевших ВГТ находилась на уровне «выше среднего» ($63,1 \pm 5,3$), по числу случаев нетрудоспособности ($67,5 \pm 9,0$) и дням нетрудоспособности ($661,9 \pm 145,3$) на 100 работающих на уровне «ниже среднего», при этом число дней ВН у них было выше на 43,5 %, чем у КГ ($p > 0,05$).

По ИП₁ заболеваемость ВГТ в соответствии со шкалой сравнительной оценки показателей ЗВУТ находилась на низком уровне (ИП₁ = 175 %) и на очень низком (ИП₁ = 140 %) в группе контроля. При этом величина ОР за анализируемый период у ВГТ по среднегодовым показателям числа случаев (ОР = 1,0; ДИ [0,7; 1,1]) и дней ВН (ОР = 1,4; ДИ [1,3; 1,6]) указывает на малую степень нарушения здоровья в зависимости от условий труда.

Обращает внимание, что связь болезней костно-мышечной системы у ВГТ с условиями труда по коэффициенту ОР и ЭД по числу дней ВН в 2017 г. была очень высокой степени, а в 2018 г. – средней степени, что указывает на производственно обусловленный характер заболеваний (таблица 1), на развитие которых влияют КДОВ, вынужденная рабочая поза, психоэмоциональные нагрузки [8-А, с. 128–131; 18-А].

Таблица 1 – Показатели ОР и ЭД болезней костно-мышечной системы у ВГТ по случаям и дням ВН за 2016-2018 гг.

Показатель		2016 год	2017 год	2018 год
ОР	случаи ВН	1,4; ДИ [0,6-3,3]	1,3; ДИ [0,6-2,8]	1,5; ДИ [0,5-4,1]
		малая степень	малая степень	малая степень
	дни ВН	1,2; ДИ [0,9-1,6]	4,0; ДИ [2,8-5,2]*	1,9; ДИ [1,3-2,7]*
		малая степень	очень высокая степень	средняя степень
ЭД	случаи ВН	30,5 %	20,6 %	33,0 %
		средняя степень	средняя степень	средняя степень
	дни ВН	16,1 %	74,8 %	47,6 %
		малая степень	очень высокая степень	средняя степень
* статистически значимые отличия с группой контроля при $p < 0,05$				

Таким образом, условия труда ВГТ по результатам гигиенической оценки не соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям, классифицируются как класс «вредные» 3.1 и 3.2. Одним из ведущих факторов профессионального риска является КДОВ, что способствует нарушению состояния здоровья и формированию производственно обусловленных заболеваний костно-мышечной системы [1-А; 5-А; 6-А, с. 64; 8-А, с. 131; 12-А; 13-А; 18-А; 20-А; 21-А].

В главе 4 «Функциональное состояние организма водителей при комбинированном действии транспортной и транспортно-технологической общей вибраций» изложены результаты изучения показателей ФС НС и ССС, а также НМА ВГТ.

У ВГТ в конце рабочего дня выявлено увеличение времени ПЗМР на 16,4 % ($p = 0,02$), снижение УР на 17,4 % ($p = 0,01$), УФВ на 12,8 % ($p < 0,01$), ФУС на 6,5 % ($p = 0,04$) по сравнению с КГ. У ВГТ установлено снижение на 36,4 % ($p = 0,04$) концентрации внимания на фоне воздействия помех и увеличение РДОо по сравнению с дорабочим состоянием на 42,9 % ($p = 0,02$) при снижении в 2 раза РДОз ($p < 0,01$), что свидетельствует о нарушении подвижности нервных процессов и развитии утомления у водителей при КДОВ. При изолированном действии ТВ и ТтВ уменьшение РДОо на 37,5 % ($p = 0,02$) наблюдались лишь у ВГрТ.

Анализ результатов теппинг-теста показал статистически значимое снижение у ВГТ числа ударов на 6,7 % ($p = 0,04$), уровня лабильности на 31,7 % ($p < 0,01$) и выносливости на 25 % ($p = 0,02$) по сравнению с КГ. Графическое изображение числа движений правой рукой ВГТ за 5-секундные интервалы по типу кривых выявило изменение силы нервных процессов от средне-слабой до средней в течение рабочего дня за счет преобладания процессов возбуждения при развитии утомления (рисунок 3).

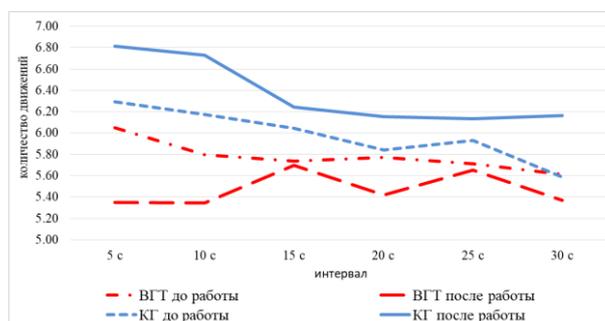


Рисунок 3 – Показатели темпометрии водителей при КДОВ

Изолированное действие ТВ и ТтВ (рисунок 4) приводило к формированию нисходящего типа кривых темпа движения руки как показатель слабости НС на фоне стабильного числа ударов, уровня лабильности и выносливости, что свидетельствует об уравновешенности нервных процессов и сохранении работоспособности в конце рабочей смены. Таким образом, результаты теп-

пинг-теста показали, что при воздействии КДОВ в конце рабочего дня у ВГТ отмечены признаки утомления с преобладанием процессов возбуждения.

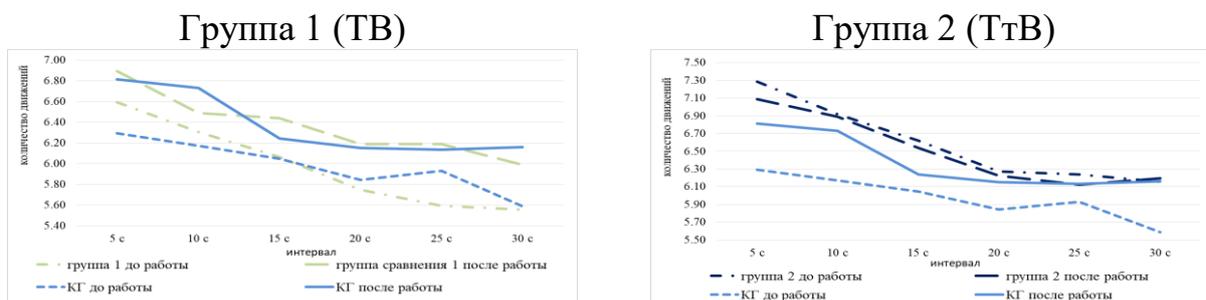


Рисунок 4 – Показатели темпометрии водителей при изолированном действии ТВ или ТтВ

Тест КЧСМ у ВГТ после работы в сравнении с КГ выявил снижение на 4,3 % ($p = 0,04$) показателя частоты подаваемых световых сигналов зрительным анализатором от 70 до 10 Гц. В группе 1 установлено снижение на возрастающую частоту на 3,3 % ($p < 0,05$) при отсутствии существенных изменений в группе 2.

Результаты тремометрии выявили более выраженные изменения ФС НМА у ВГТ, чем в группах 1 и 2. Показано увеличение на 45–57 % ($p < 0,05$) длительности и на 27,7–28,5 % ($p < 0,05$) частоты касаний обеих рук у ВГТ, их количества на 34,6 % ($p = 0,03$) для правой руки по сравнению с исходным состоянием и КГ. При изолированном действии ТВ и ТтВ выявлено увеличение количества и частоты касаний для правой руки на 7,1 % ($p < 0,05$) у водителей при действии ТтВ.

Оценка средних показателей динамической тремометрии у ВГТ показала, что после работы по сравнению с исходным уровнем увеличились на 37,6 % ($p < 0,01$) длительность пробы и на 41,8 % ($p = 0,02$) время координации на фоне снижения частоты касаний на 54,7 % ($p < 0,01$). В группе 1 выявлена схожая зависимость, при этом количество касаний уменьшилось на 7,3 % ($p = 0,04$), их длительность – на 13,2 % ($p = 0,04$), а при действии ТтВ в группе 2 определено снижение длительности касаний на 14 % ($p = 0,03$). У ВГТ длительность пробы снижалась на 40 % ($p = 0,02$) до начала смены и возрастала на 23,3 % ($p = 0,04$) после работы, с возрастанием на 28,7 % времени координации по отношению к контрольной группе ($p = 0,04$). В группах 1 и 2 отличия от КГ отсутствовали. Изменений ФС НМА по показателям динамометрии у водителей при комбинированном и изолированном ТВ и ТтВ не выявлено [2-А; 3-А; 4-А, с. 191–196; 6-А, с. 61, 64; 14-А; 15-А; 16-А; 23-А; 25-А].

При комбинированном и изолированном действии ТВ и ТтВ в состоянии покоя не выявлено изменений АД и пульса у водителей по сравнению с КГ.

Расчет гемодинамических показателей после дозированной физической нагрузки по величине коэффициента выносливости позволил определить некоторую детренированность у 40 % ВГТ до работы и соответственно у 25,7 % и 26,8 % ($p > 0,05$) в группах 1 и 2, которые к концу рабочего дня возросли до 45,7 % и 40 %, соответственно.

Способность ССС к восстановлению после физической нагрузки по индексу Мартине – Кушелевского у 66,7 % ВГТ была хорошей и у 33,3 % – удовлетворительной. По индексу Руфье – Диксона у всех водителей адаптация оценивалась как хорошая (1,2–1,4 усл. ед. при норме $\leq 2,9$ усл. ед.). Аналогичные результаты получены у водителей 1 и 2 групп при отсутствии достоверных различий от ВГТ.

Индекс Робинсона был повышен у 54,3 % ВГТ, который составлял 95–110 усл. ед. при норме < 85 усл. ед., что указывает на длительный характер восстановления организма после нагрузки. Сходные изменения наблюдались у 51,4 % водителей группы 1 и отсутствовали в группах 2 и контрольной. Об удовлетворительном уровне функционирования ССС у водителей исследуемых групп и КГ свидетельствует величина адаптационного потенциала в пределах 1,93–1,98 усл. ед., при допустимых значениях не более 2,6 усл. ед.

Следовательно, статистически значимых изменений состояния ССС у ВГТ при КДОВ по сравнению с изолированным действием в условиях нагрузки не выявлено [6-А, с. 63; 17-А; 22-А].

На основании оценки показателей ФС НС и НМА ВГТ дивизивным методом с учетом определенного коэффициента комбинированного действия выявлено, что 64,3 % показателей (из 14) находились в пределах 0,9–1,1, что определяет аддитивный тип комбинированного действия вследствие суммации эффектов последовательного влияния ТВ и ТтВ с однонаправленным характером вредного воздействия и одинаковым способом передачи энергии вибрационного воздействия через опорные поверхности человека [7-А].

Глава 5 «Гигиеническое нормирование комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации». Материалами для установления биомаркеров КДОВ явились результаты изучения условий труда и ФС организма ВГТ с использованием корреляционного, множественного корреляционно-регрессионного, ROC-анализа и множественной кусочно-линейной регрессии, позволивших обосновать ПДУ КДОВ.

Анализ коэффициентов парных корреляций показал статистически значимую заметную прямую связь числа РДОт у ВГТ с уровнями виброускорения на частотах 0,8–2,5 Гц ($r =$ от 0,5 до 0,56; $p < 0,05$), умеренную – на частотах 1,0–2,5 Гц ($r =$ от 0,44 до 0,47; $p < 0,05$) с выявлением заметных корреляционных связей числа РДОт и уровня реакций на помехи с дозой вибрационного воздействия за стаж работы по осям: Z_o ($r = 0,52$; $p < 0,05$), X_o ($r = 0,51$; $p < 0,05$) и Z_o ($r = 0,52$; $p < 0,05$), соответственно.

Установлена заметная и умеренная связь показателей ФС НМА (длительность пробы и время координации при оценке динамической тремометрии) с уровнями виброускорения на частотах от 0,8 до 2,5 Гц ($r =$ от 0,44 до 0,64; $p < 0,05$) и высокая ($r =$ от 0,70 до 0,72; $p < 0,05$) на частоте 1 Гц по оси Z_0 . Количество касаний и общая их длительность при статической тремометрии носили менее выраженную обратную связь с уровнями виброускорения ($r =$ от -0,3 до -0,38) и только на частоте 1 Гц отмечались более высокие значения показателей прямой связи ($r = 0,44$ и $r = 0,48$; $p < 0,05$).

В диапазоне частот от 5 до 25 Гц происходило ослабление корреляционных связей между указанными показателями, которые усилились с увеличением частоты. Так, при 25 и 31,5 Гц число РДОТ имело заметную и высокую степень корреляции с уровнями виброускорения по оси Y_0 ($r = 0,51$ и $r = 0,60$, соответственно; $p < 0,05$), на частоте 40 Гц – высокую по осям Y_0 ($r = 0,70$; $p < 0,05$) и Z_0 ($r = 0,72$; $p < 0,05$).

Оценка зависимости показателей статической (длительность и частота касаний, время координации) и динамической (длительность касаний и пробы, время координации) тремометрий с уровнями виброускорения показала умеренную и заметную связь на частотах от 63 до 80 Гц ($r =$ от 0,33 до 0,64).

Таким образом, методом корреляционного анализа выявлены статистически значимые прямые и обратные зависимости показателей ФС НС и НМА с уровнями вибрационного воздействия от средней до высокой силы, более выраженные в низкочастотном диапазоне (1–4 Гц), слабые – от 5 до 25 Гц и с усилением на частотах свыше 25 Гц [6-А, с. 61–62, с. 64–65; 7-А].

Методом множественной линейной регрессии выявлена наиболее сильная зависимость ФС НМА по показателю средней длительности одного касания (CR (СДОК)) от эквивалентных скорректированных уровней виброускорения по осям – X_0 , Y_0 , Z_0 ($R = 0,797$; $p < 0,05$), которая формализована в уравнении:

$$CR (СДОК) = 0,001X_0 - 0,002Y_0 + 0,001Z_0 - 0,02 \quad (1)$$

Коэффициент детерминации 63,6 % свидетельствует о высокой степени риска негативного влияния КДОВ на ФС НМА у ВГТ.

Для определения чувствительных биомаркеров использовали ROC-анализ, который проводился для всех статистически значимых показателей ФС организма по сравнению с контролем в объединенной базе данных экспонируемой и контрольной групп с построением ROC-кривых и определением точек отсечения, чувствительности, специфичности и критерия AUC, что позволило обосновать релевантные физиологические биомаркеры: РДОо, количество касаний, частота касаний и времени координации при тремометрии, при этом качество полученных моделей по величине AUC соответствуют от 0,6 до 0,7 – средний уровень (таблица 2).

Для валидации физиологических биомаркеров использовали метод кусочно-линейной регрессии, при этом для анализа уравнений использованы в качестве точек разрыва критерии отсечения, полученные при ROC-анализе, что подтверждает обоснованность биомаркеров: РДОо – 20,8 усл. ед. ($R^2 = 0,79$, $AUC = 68,9$), количество касаний – 1,6 усл. ед. ($R^2 = 0,77$; $AUC = 64,2$) и частота касаний – 1,4 Гц ($R^2 = 0,64$; $AUC = 69,1$), релевантно описывающих зависимость ФС организма от показателей виброускорения (рисунок 5) [7-А].

Таблица 2 – Характеристики ROC-кривых физиологических показателей организма ВГТ

Показатель	AUC	Чувствительность	Специфичность	Качество модели
РДОо, усл. ед.	68,9	0,64	0,76	среднее
Количество касаний при статической тремометрии, усл. ед.	64,2	0,71	0,62	среднее
Время координации при статической тремометрии, с.	64,6	0,73	0,59	среднее
Частота касаний при статической тремометрии, Гц	69,1	0,69	0,62	среднее

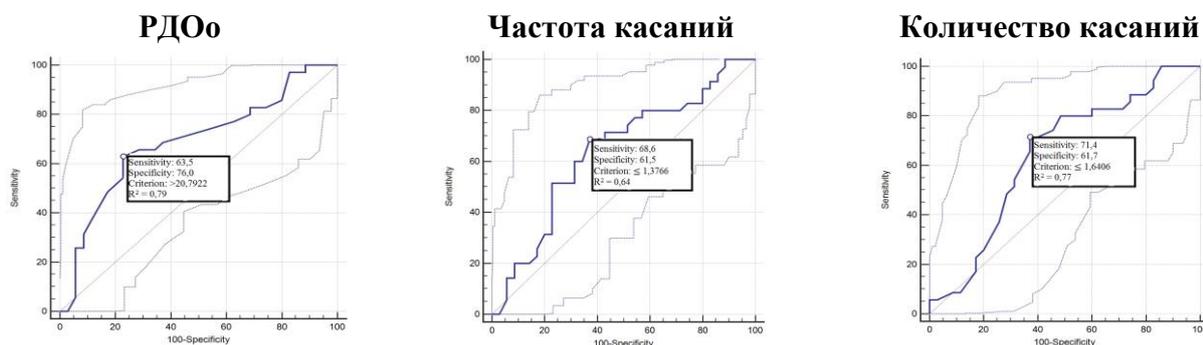


Рисунок 5 – ROC-кривые чувствительных показателей к вибрационному воздействию у ВГТ и КГ с коэффициентами детерминации кусочно-линейной регрессии

На соответствующих ROC-кривых получены уровни точек отсечения биомаркеров, которые делят экспонируемую группу на подгруппы. Первая содержит показатели выше критерия отсечения (реагирующая), а вторая – ниже критерия отсечения (не реагирующая) при соответствующих уровнях виброускорения.

Путем математической обработки скорректированных эквивалентных уровней виброускорения по осям X_0 , Y_0 , Z_0 , которые приняты в качестве действующих на уровне ниже критериев отсечения, получены усредненные уровни виброускорения для каждой из осей ортогональной системы координат с последующим расчётом пороговых уровней виброускорения КДОВ, которые составляют для осей X_0 – $60,42 \pm 0,30$ дБ ($p = 0,04$), Y_0 – $60,69 \pm 0,30$ дБ ($p = 0,04$), Z_0 – $60,94 \pm 0,34$ дБ ($p = 0,02$) и для одночислового параметра – $66,75 \pm 0,54$ дБ ($p = 0,03$).

В качестве безопасных ПДУ комбинированного действия обоснованы и утверждены предельно допустимые эквивалентные скорректированные уровни виброускорения КДОВ по осям X_o , Y_o , Z_o , равные 60 дБ и при одночисловом параметре – 66 дБ [5-А; 24-А; 25-А; 26-А].

Для контроля гигиенических нормативов разработан и внедрен метод гигиенической оценки КДОВ, описывающий алгоритм измерений уровней виброускорения в транспортном и транспортно-технологических режимах на рабочих местах ВГТ с последующим расчетом скорректированных эквивалентных уровней виброускорения по осям X_o , Y_o , Z_o и гигиенической оценкой результатов на соответствие ПДУ [10-А; 25-А; 26-А; 27-А; 1рп; 2 рп].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Гигиенической оценкой условий труда ВГТ установлено, что ведущим вредным фактором производственной среды является последовательное воздействие транспортной и транспортно-технологической общей вибрации с уровнями виброускорения, превышающими гигиенические нормативы на 1–8 дБ ($p < 0,01$) в 1/3 октавных полосах частот, формирующие комбинированное действие на организм водителей, которое в сочетании со статическими и психоэмоциональными нагрузками определяет вредный характер условий труда класса 3.1-3.2 [1-А; 5-А; 14-А; 15-А; 18-А; 20-А].

2. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности ВГТ за 2016–2018 гг. по количеству болевших лиц на 100 работающих находилась на уровне «выше среднего» по сравнению с «низким» уровнем в контрольной группе лиц, характеризуется малой степенью риска производственно обусловленной заболеваемости в целом по заболеваниям в случаях (ОР = 1,0; ДИ [0,7–1,1]) и днях ВН (ОР = 1,4; ДИ [1,3–1,6]), но средне-высокой степенью относительного риска (ОР = 4,0; ДИ [2,8–5,2] в 2017 г. и ОР = 1,9; ДИ [1,3–2,7] в 2018 г.) и этиологической доли (ЭД = 74,8 % в 2017 г. и ЭД = 47,6 % в 2018 г.) развития производственно обусловленных болезней костно-мышечной системы [8-А, с. 128–131; 25-А].

Результаты субъективной оценки при анкетировании ВГТ показали, что 73,3 % опрошенных отмечали признаки физического и психосоматического дискомфорта слабовыраженного характера и 26,6 % – умеренного, в отличие от благоприятного состояния водителей при изолированном действии транспортной или транспортно-технологической общей вибрации [8-А, с. 131].

3. Установлен аддитивный характер КДОВ на организм ВГТ, проявляющийся более выраженными нарушениями функционального состояния нервной системы и нервно-мышечного аппарата по сравнению с изолированным действием транспортной общей вибрации без существенных изменений функции сердечно-сосудистой системы. В конце рабочего дня у ВГТ развивалось утомление с нарушением подвижности нервных процессов и сенсорно-моторной координации в виде значимых изменений реак-

ций на движущийся объект с преобладанием числа опережений над запаздыванием в 7,5 раза ($p = 0,04$), снижения концентрации внимания к действию помех на 36,4 % ($p = 0,04$), уменьшения критической частоты световых мельканий на убывающие сигналы на 7,5 % ($p = 0,04$), увеличения скорости простой зрительно-моторной реакции на 16,4 % ($p = 0,02$) со снижением функционального уровня системы, устойчивости реакции и функционального уровня возможностей по отношению к контролю на 6,5 % ($p = 0,04$), 17,4 % ($p = 0,01$) и 12,8 % ($p < 0,01$), соответственно, а также нарушением двигательной координации и точности движения мышц кистей рук по показателям статической и динамической тремометрии [2-А; 3-А; 4-А, с. 191–196; 6-А, с. 61, с. 64; 13-А; 16-А; 17-А; 18-А; 21-А; 23-А; 24-А].

4. При обосновании физиологических биомаркеров негативного КДОВ на организм установлены прямые корреляционные зависимости от средней ($r = 0,4$, $p < 0,05$) до высокой ($r = 0,7–0,72$, $p < 0,05$) степени между показателями функционального состояния нервной системы и нервно-мышечного аппарата с эквивалентными уровнями виброускорения; методом множественного регрессионного анализа выявлен риск нарушения функционального состояния нервно-мышечного аппарата от уровней вибрационного действия по показателям тремометрии, наиболее высокая степень зависимости ($R^2 = 0,69$, $p < 0,05$) обнаружена при определении длительности касаний. Обоснованы информативные биомаркеры с чувствительностью более 60 % с использованием ROC-анализа с графическим представлением в виде ROC-кривых по порогам отсечения, валидированных методом кусочно-линейной регрессии. Результаты выявили высокую степень совпадения показателей для РДО ($R^2 = 0,89$; $AUC = 68,9$), частоты ($R^2 = 0,8$; $AUC = 69,1$) и количества касаний ($R^2 = 0,88$; $AUC = 64,2$). Показатель времени координации был менее информативным для диагностики вибрационного действия ($R^2 = 0,36$) [6-А, с. 61–62, с. 64–65; 7-А].

5. Обоснованы подходы к определению гигиенических критериев КДОВ на основе использования риск-ориентированной математической модели дозо-эффективной зависимости состояния здоровья по изменению физиологических биомаркеров: РДО ($\geq 20,8$), количества ($> 1,6$ усл. ед.) и частоты касаний ($\leq 1,4$ Гц). В качестве недействующих скорректированных эквивалентных уровней виброускорения по осям X_0 , Y_0 , Z_0 приняты на уровнях ниже точек отсечения ROC-анализа с последующим математическим расчетом ПДУ комбинированного действия, которые составили 60 дБ по осям X_0 , Y_0 , Z_0 и 66 дБ – одночисловой параметр [7-А, 26-А].

6. Разработаны методические подходы к гигиенической оценке общей вибрации на рабочих местах ВГТ, алгоритм которых включает измерения уровней общей транспортной и транспортно-технологической вибрации по осям X_0 , Y_0 , Z_0 на рабочих местах в течение рабочей смены, расчет эквивалентных скорректированных уровней виброускорения и гигиеническую оценку КДОВ на соответствие предельно допустимым уровням [5-А; 10-А; 11-А; 12-А; 19-А; 27-А; 1рп; 2рп].

Рекомендации по практическому использованию результатов

На основании результатов исследований:

- обоснованы ПДУ КДОВ на рабочих местах ВГТ, включенные в гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного действия на человека, утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37 (п. 1, таблица 8), являются объективными критериями, соблюдение которых обеспечит безвредное воздействие КДОВ на ВГТ в условиях производственной среды [26-А];

- разработана инструкция по применению № 005-1017 [27-А], позволяет объективно проводить гигиеническую оценку вибрационного действия на рабочих местах ВГТ. Инструкция по применению внедрена в организациях, осуществляющих государственный санитарный надзор (7 актов о внедрении) и в образовательный процесс государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (1 акт о внедрении);

- подготовлен информационный материал для образовательной программы «Методология анализа рисков здоровью от действия разнородных факторов среды обитания человека» (утвержденная 10.02.2021, регистрационный № 13-78/8), используемая в деятельности международного образовательного центра «На Академической», на базе республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях, соответствующие п. 19

Положения о присуждении ученых степеней и присвоения ученых званий

1-А Соловьева, И. В. Гигиеническая оценка условий труда водителей-операторов автокранов, автовышек и мобильных подъемных платформ / И. В. Соловьева, С. И. Сычик, А. В. Кравцов // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : РНМБ, 2016. – Вып. 26. – С. 188–190.

2-А Оценка психофизиологического статуса работающих в условиях комбинированного воздействия общей транспортной и транспортно-технологической вибрации / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, Н. П. Быкова // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : РНМБ, 2017. – Вып. 27. – С. 125–129.

3-А Особенности психофизиологического состояния водителей подъемного автотранспорта, подвергающихся комбинированному воздействию общей транспортной и транспортно-технологической вибрации / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ.

центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск : РИВШ, 2019. – Вып. 29. – С. 85–89.

4-А К вопросу о гигиеническом нормировании общей вибрации на рабочих местах водителей подъемного автотранспорта / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // БГМУ в авангарде медицинской науки и практики : рецензир. сб. науч. тр. / под ред. А. В. Сикорского, В. Я. Хрыщановича. – Минск : БГМУ, 2019. – Вып. 9. – С. 189–197.

5-А Гигиеническая оценка факторов производственной среды, воздействующих на водителей подъемного автотранспорта / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2020. – Вып. 30. – С. 155–158.

6-А О комбинированном действии транспортных категорий общей вибрации на организм водителей грузоподъемного транспорта / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, Л. М. Бондаренко // Медицина труда и экология человека. – 2021. – № 4. – С. 55–67.

7-А Физиологические маркеры комбинированного действия различных категорий общей вибрации на организм водителей грузоподъемного транспорта / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, Л. М. Бондаренко // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2021. – Вып. 31. – С. 144–148.

8-А О состоянии здоровья водителей грузоподъемного транспорта, работающих в условиях комбинированного действия транспортных категорий общей вибрации / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, Л. М. Бондаренко // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены ; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2022. – Вып. 32. – С. 127–133.

Статьи в иных изданиях

9-А Соловьева, И. В. Актуальность гигиенического нормирования комбинированного воздействия на водителей (операторов) общей вибрации разных категорий / И. В. Соловьева, С. И. Сычик, А. В. Кравцов // ОТТБ. Охрана труда. Технологии безопасности. – 2017. – № 9. – С. 61–63.

10-А Соловьева, И. В. Метод измерения и гигиенической оценки комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации на рабочих местах водителей / И. В. Соловьева, С. И. Сычик, А. В. Кравцов, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык // Достижения медицинской науки Беларуси [Электронный ресурс] : научная рецензируемая полнотекстовая база данных. – 2019. – Режим доступа: http://med.by/dmn/book.php?book=19-5_40. – Дата доступа: 12.12.2019.

Статьи в сборниках материалов конференций

11-А Актуальные проблемы гигиенического нормирования комбинированного действия на водителей общей вибрации разных категорий / И. В. Соловьева, С. И. Сычик, А. В. Кравцов, Е. В. Дроздова, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык, Н. П. Быкова // 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 санитарно-эпидемиологической службы Республики Беларусь (Минск, 28 октября 2016 г.). В 2 т. Т. 2 / редкол. : Н. П. Жукова [и др.]. – Минск : БГМУ, 2016. – С. 61–63.

12-А Гигиеническая оценка общей вибрации у водителей (операторов) самоходных транспортно-технологических средств / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, Е. В. Дроздова // Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Москва, 25–26 мая 2017 г. / под ред. А. Ю. Поповой. – М. ; СПб. : Изд.-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. – С. 187–191.

13-А Кравцов, А. В. Гигиеническая оценка условий труда водителей-операторов, подвергающихся комбинированному воздействию общей вибрации разных категорий / А. В. Кравцов, А. Ю. Баслык, А. А. Грузин // Проблемы и перспективы развития современной медицины : сб. науч. ст. IX респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием студентов и молодых ученых, Гомель, 28 апр. 2017 г. / редкол.: А. Н. Лызикив [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2017. – С. 155–158.

14-А Кравцов, А. В. Некоторые особенности влияния трудового процесса на психофизиологическое состояние водителей грузового автотранспорта / А. В. Кравцов, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // Мультидисциплинарный подход к диагностике и лечению коморбидной патологии : сб. науч. ст. респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Гомель, 29–30 нояб. 2018 г. / редкол.: А. Н. Лызикив [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2018. – С. 155–158.

15-А Кравцов, А. В. Сравнительная оценка некоторых физиологических показателей водителей подъемного и грузового автотранспорта, работающих в условиях вибрационного воздействия / А. В. Кравцов // Проблемы и перспективы развития современной медицины : сб. науч. ст. XI респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием студентов и молодых ученых, Гомель, 2–3 мая 2019 г. : в 8 т. / редкол.: А. Н. Лызикив [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2019. – Т. 2. – С. 155–158.

16-А Специфика физиологических реакций водителей, подвергающихся воздействию транспортно-технологической вибрации / С. И. Сычик, А. В. Кравцов, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // Современные аспекты здоровьесбережения : сб. материалов юбилейной науч.-практ. конф. с междунар.

участием, посвящ. 55-летию медико-профилакт. фак. УО БГМУ, Минск, 23–24 мая 2019 г. / под ред. А. В. Сикорского, А. В. Гиндюка, Т. С. Борисовой. – Минск : БГМУ, 2019. – С. 598–602.

17-А Сравнительный анализ некоторых психофизиологических и функциональных показателей состояния водителей подъемного и грузового автотранспорта, подвергающихся воздействию общей вибрации / А. В. Кравцов, С. И. Сычик, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профпатологии : материалы науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения академика РАН А. П. Шицковой / под ред. В. Н. Ракитского. – Мытищи : ФБУН ФНЦГ им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, 2019. – С. 222–226.

18-А Кравцов, А. В. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности водителей грузоподъемного транспорта / А. В. Кравцов // Актуальные проблемы медицины : сб. науч. ст. респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием ГомГМУ, Гомель, 10 нояб. 2022 г. : в 3 т. / редкол.: И. О. Стома [и др.]. – Гомель : ГомГМУ, 2022. – Т. 1. – С. 175–177.

Тезисы докладов

19-А Соловьева, И. В. Проблемы гигиенического нормирования комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической вибрации / И. В. Соловьева, А. В. Кравцов, И. В. Арбузов, Н. П. Быкова, А. Ю. Баслык, А. А. Грузин // Сахаровские чтения 2016 года: экологические проблемы XXI века : материалы 16-й междунар. науч. конф., 19–20 мая 2016 г., г. Минск, Республика Беларусь / под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка, Н. А. Лысухо. – Минск : МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2016. – С. 149.

20-А Кравцов, А. В. Гигиеническая оценка виброакустических параметров на рабочих местах водителей-операторов, испытывающих комбинированное воздействие общей вибрации разных категорий / А. В. Кравцов, А. Ю. Баслык, А. А. Грузин // Сборник материалов конференции студентов и молодых ученых, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Борец Валентины Максимовны, Гродно, 20–21 апр. 2017 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. В. А. Снежицкий. – Гродно : ГрГМУ, 2017. – С. 302–303. – 1 эл. опт. диск.

21-А Условия труда водителей (операторов) самоходных транспортно-технологических средств / А. В. Кравцов, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык, Н. П. Быкова, А. А. Грузин // Сахаровские чтения 2017 года: экологические проблемы XXI века : материалы 17-й междунар. науч. конф., Минск, 18–19 мая 2017 г. : в 2 ч. / Междунар. гос. эколог. ин-т им. А. Д. Сахарова Белорус. гос. ун-та ; редкол.: С. Е. Головатый [и др.] ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – Ч. 1. – С. 176–177.

22-А Кравцов, А. В. Показатели функционального состояния организ-

ма мужчин, работающих в условиях комбинированного воздействия общей вибрации различных категорий / А. В. Кравцов, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : материалы 18-й междунар. науч. конф., Минск, 17–18 мая 2018 г. : в 3 ч. / Международный гос. эколог. ин-т им. А. Д. Сахарова Белорус. гос. ун-та ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – Ч. 2. – С. 61–63.

23-А Оценка психофизиологического статуса водителей грузового транспорта / А. В. Кравцов, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : материалы 18-й междунар. науч. конф., Минск, 17–18 мая 2018 г. : в 3 ч. / Международный гос. эколог. ин-т им. А. Д. Сахарова Белорус. гос. ун-та ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – Ч. 2. – С. 63–64.

24-А Современные подходы к гигиенической оценке комбинированного воздействия общей вибрации / И. В. Соловьева, А. В. Кравцов, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века : материалы 18-й междунар. науч. конф., Минск, 17–18 мая 2018 г. : в 3 ч. / Международный гос. эколог. ин-т им. А. Д. Сахарова Белорус. гос. ун-та ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – Ч. 2. – С. 90–91.

25-А Гигиеническое нормирование комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации / С. И. Сычик, И. В. Соловьева, А. В. Кравцов, И. В. Арбузов // Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века : материалы 19-й междунар. науч. конф., Минск, 23–24 мая 2019 г. : в 3 ч. / Международный гос. эколог. ин-т им. А. Д. Сахарова Белорус. гос. ун-та ; редкол.: А. Н. Батян [и др.] ; под ред. С. А. Маскевича, С. С. Позняка. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – Ч. 2. – С. 29–33.

Технические нормативные акты и методические разработки

26-А Предельно допустимые уровни комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации [Электронный ресурс] : гигиен. норматив : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 25 янв. 2021 г. № 37. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037&p1=1>. – Дата доступа: 23.12.2021 п.1, таблица 8. – С. 269.

27-А Метод гигиенической оценки комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической вибрации : инструкция по применению № 005-1017 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 19 дек. 2017 г. / Науч.-практ. центр гигиены ; разработ.: И. В. Соловьева, С. И. Сычик, А. В. Кравцов, И. В. Арбузов, А. Ю. Баслык, Н. П. Быкова. – Минск : [Электронный ресурс], 2017. – 9 с.

Удостоверения на рационализаторские предложения

1рп. Способ определения доминирующего направления вибрации и расчета значения полной транспортной вибрации средствами программного обеспечения ЭВМ : удостоверение на рацпредложение № 2178 от 17.11.2016 / А. Ю. Баслык, Н.П. Быкова, А. В. Кравцов, И. В. Соловьева, И. В. Арбузов ; Респ. унитар. предприятие «Науч.-практ. центр гигиены», выдано 17.11.2016.

2рп. Способ оценки уровней общей скорректированной транспортной и транспортно-технологической вибрации : удостоверение на рацпредложение № 2282 от 15.09.2020 / И. В. Соловьева, И. В. Арбузов, А. В. Кравцов, А. Ю. Баслык ; Респ. унитар. предприятие «Науч.-практ. центр гигиены», выдано 22.11.2020.

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name or set of initials, located in the lower right quadrant of the page.

Краўцоў Аляксандр Уладзіміравіч

Абсталяванне гігіенічнага нарматыву камбінаванага дзеяння транспартнай і транспартна-тэхналагічнай агульнай вібрацыі на рабочых месцах кіроўцаў грузапад'ёмнага транспарту

Ключавыя словы: кіроўцы грузапад'ёмнага транспарту, умовы працы, агульная вібрацыя транспартнай і транспартна-тэхналагічнай, камбінаванае дзеянне, функцыянальны стан, прафесійная рызыка.

Мэта даследавання: на падставе вынікаў комплексных даследаванняў асаблівасцей умоў працы і стану здароўя вадзіцеляў грузапад'ёмнага транспарту абгрунтаваць гранічна дапушчальныя ўзроўні і распрацаваць метады ацэнкі камбінаванага дзеяння транспартнай і транспартна-тэхналагічнай агульнай вібрацыі.

Метады даследавання: гігіенічныя, фізіялагічныя, сацыялагічныя (анкетаванне) і статыстычныя метады даследавання.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. пад час комплекснай гігіенічнай ацэнкі ўмоў працы кіроўцаў грузапад'ёмнага транспарту выяўлены асаблівасці фарміравання камбінаванага дзеяння транспартнай і транспартна-тэхналагічнай агульнай вібрацыі, якія ў спалучэнні са статычнымі і псіхаэмацыйнай нагрукамі, з'яўляюцца вядучымі фактарамі прафесійнай рызыкі і ўплываюць на захворванне з часовай стратай працаздольнасці і вызначаюць вытворча абумоўлены характар хвароб касцева-мышачнай сістэмы і злучальнай тканіны кіроўцаў. Вызначаны адытыўны тып камбінаванага дзеяння транспартных катэгорый агульнай вібрацыі, якія валодаюць аднаакіраваным характарам негатыўнага дзеяння на функцыянальны стан нервовай сістэмы і нервова-цягліцавы апарат кіроўцаў грузапад'ёмнага транспарту. Устаноўлены фізіялагічныя біямаркеры негатыўнага камбінаванага дзеяння названых катэгорый агульнай вібрацыі на арганізм кіроўцаў грузапад'ёмнага транспарту. Разпрацаваны метадычныя падыходы і гігіенічныя паказчыкі бяспекі і бяспходнасці камбінаванага дзеяння транспартнай і транспартна-тэхналагічнай катэгорыі агульнай вібрацыі шляхам стварэння рызыкаарыентаванай матэматычнай мадэлі з захаваннем прынцыпу “доза – эфект” залежнасці стану здароўя ад узроўняў вібрацыйнага уздзеяння.

Рэкамендацыі па ўжыванні: распрацаваныя гранічна дапушчальныя ўзроўні камбінаванага дзеяння транспартнай і транспартна-тэхналагічнай агульнай вібрацыі і метады іх гігіенічнай ацэнкі, выкарыстанне якіх забяспечыць гігіенічную бяспеку ўмоў працы і захаванне здароўя вадзіцеляў грузопод'ёмнага транспарту.

Галіна выкарыстання: органы і ўстановы, якія ажыццяўляюць дзяржаўны санітарны нагляд, установы адукацыі, якія ажыццяўляюць падрыхтоўку спецыялістаў з вышэйшай медыцынскай адукацыяй.

РЕЗЮМЕ

Кравцов Александр Владимирович

Обоснование гигиенического норматива комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации на рабочих местах водителей грузоподъемного транспорта

Ключевые слова: водители грузоподъемного транспорта, условия труда, общая вибрация транспортной и транспортно-технологической, комбинированное действие, функциональное состояние, профессиональный риск.

Цель работы: на основании результатов комплексных исследований особенностей условий труда и состояния здоровья водителей грузоподъемного транспорта обосновать предельно допустимые уровни и разработать метод оценки комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации.

Методы исследования: гигиенические, физиологические, социологические (анкетирование), статистические и математические методы исследования.

Полученные результаты и их новизна: при комплексной гигиенической оценке условий труда водителей грузоподъемного транспорта выявлены особенности формирования комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации, которые в сочетании со статическими и психоэмоциональными нагрузками являются ведущими факторами профессионального риска и оказывают влияние на заболеваемость с временной утратой трудоспособности и определяют производственно обусловленный характер болезней костно-мышечной системы ВГТ. Определен аддитивный тип комбинированного действия транспортных категорий общей вибрации, обладающих однонаправленным характером негативного действия на функциональное состояние нервной системы и нервно-мышечный аппарат водителей грузоподъемного транспорта. Установлены физиологические биомаркеры негативного комбинированного действия указанных категории общей вибрации на организм водителей грузоподъемного транспорта. Разработаны методические подходы и гигиенические показатели безопасности и безвредности комбинированного действия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации путем создания риск-ориентированной математической модели с соблюдением принципа «доза – эффект» зависимости состояния здоровья от уровней вибрационного воздействия.

Рекомендации по использованию: разработаны предельно допустимые уровни комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической общей вибрации и метод их гигиенической оценки, использование которых обеспечит гигиеническую безопасность условий труда и сохранение здоровья водителей грузоподъемного транспорта.

Область применения: органы и учреждения, осуществляющие государственный санитарный надзор, учреждения образования, осуществляющие подготовку специалистов с высшим медицинским образованием.

SUMMARY

Krautsou Alexander

Justification of the hygienic standard for the combined action of transport and transport-technological general vibration in the workplaces of hoisting transport drivers

Keywords: hoisting transport drivers, working conditions, general transport and transport-technological vibration, combined action, functional state, occupational risk.

The aim of the research: to justify the maximum permissible levels and develop a method for assessing the combined effect of transport and transport-technological general vibration based on the results of comprehensive studies of the working conditions and health status of hoisting transport drivers.

Methods of the research: hygienic, physiological, sociological (questionnaire) and statistical research methods.

The results obtained and their novelty: a comprehensive hygienic assessment of hoisting transport drivers' working conditions reveals the specific formation of the combined action of transport and transport-technological general vibration. In combination with static and psycho-emotional loads, these are the leading factors for occupational risk. They influence morbidity with temporary disability and determine the work-related nature of musculoskeletal system diseases. The research determines the additive type of the combined action of general vibration's transport categories that have unidirectional, negative effects on the functional state of the hoisting transport drivers' nervous system and the neuromuscular apparatus. The research defines physiological biomarkers of the negative combined effect of these categories of general vibration on the bodies of hoisting transport drivers. Methodological approaches and hygienic indicators of safety and harmlessness of the combined action of general vibration's transport and transport-technological categories were developed by creating a risk-oriented mathematical model in compliance with the "dose – effect" principle, according to which health state depends on vibration exposure levels.

Recommendations for use: the maximum permissible levels of combined action of transport and transport-technological general vibration and a method of their hygienic assessment have been developed. Its use will ensure the hygienic safety of working conditions and the preservation of hoisting transport drivers' health.

Field of application: bodies and institutions carrying out state sanitary supervision, educational institutions training specialists with higher medical education.

Подписано в печать 27.12.2023 Формат 60x84_{1/16} Бумага офсетная
Печать цифровая Усл.печ.л. 1,3 Уч.изд.л. 1,4 Тираж 60 экз. Заказ 6546
ИООО «Право и экономика» 220072 Минск Сурганова 1, корп. 2 Тел. 8 029 684 18 66
Отпечатано на издательской системе Gestetner в ИООО «Право и экономика»
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий, выданное
Министерством информации Республики Беларусь 17 февраля 2014 г.
в качестве издателя печатных изданий за № 1/185