



РЕЗУЛЬТАТЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СЕЛИТЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

АВТОРЫ: Гриценко Т.Д., Соколов С.М., Пшегорода А.Е.

**Виртуальная выставка
научных разработок
«Гигиеническая
безопасность»**

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ № 030-1221 «Метод количественной оценки популяционного неканцерогенного риска здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха»
(утверждена заместителем Министра – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 11.05.2022)

Назначение:

метод может быть использован в комплексе медицинских услуг, направленных на медицинскую профилактику воздействия на организм человека факторов среды обитания, что позволит:

- проводить гигиеническую оценку степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ;
- количественно оценивать популяционный неканцерогенный риск здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха.

Основные характеристики:

метод устанавливает порядок проведения количественной оценки популяционного неканцерогенного риска здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха.

Сфера применения:

предназначена для врачей-гигиенистов, иных врачей – специалистов учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, а также сотрудников государственных медицинских научных организаций.

ПРОВЕДЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОПУЛЯЦИОННОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

ЭТАП ОЦЕНКИ РИСКА:

- ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ
«Р»

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ
ИЗА

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ
КИЗА

Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих химических веществ в воздухе проводилась по величине суммарного показателя загрязнения «Р», учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере.

Показатель «Р» учитывает характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммации.

При длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев неизвестен и такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ «Р»

Расчет комплексного показателя «Р» проводится по формуле:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2} ,$$

где K_i – «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4 классов опасности «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности:

Класс опасности	1	2	3	4
K_i	2,0	1,5	1,0	0,8

ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (ИЗА)

Расчет ИЗА для одного вещества проводится по формуле:

$$Li = \left(\frac{qi}{ПДКi} \right)^{Ki}$$

где qi – концентрация i -того вещества;

$ПДКi$ – предельно допустимая концентрация соответствующего периода осреднения;

Ki – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы.

Комплексный ИЗА, учитывающий m веществ, присутствующих в атмосфере, рассчитывается по формуле:

$$I(m) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{qi}{ПДКi} \right)^{Ki}$$

где qi – концентрация i -того вещества;

$ПДКi$ – предельно допустимая концентрация соответствующего периода осреднения;

Ki – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы.

Комплексный ИЗА отражает уровень загрязнения атмосферы (в единицах ПДК диоксида серы) которому соответствует фактически наблюдаемые концентрации m веществ в городской атмосфере, т. е. показывает во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом.

Класс опасности	1	2	3	4
K_i	1,7	1,3	1,0	0,9

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ КИЗА

Величина суммарного загрязнения атмосферы (комплексный ИЗА – КИЗА) получается путем сложения значений ИЗА (полученных для каждого вещества в отдельности)

Для химических веществ, не обладающих канцерогенным механизмом воздействия

КИЗА – отражает уровень загрязнения атмосферного воздуха, которому соответствует фактически наблюдаемые концентрации m веществ (где $m = 5$) в атмосферном воздухе.

Характеристика суммарного загрязнения позволяет учитывать концентрации примесей многих веществ и представлять уровень загрязнения воздуха одним числом.

Комплексный ИЗА (КИЗА), учитывающий m (где $m = 5$) веществ, вносящих основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха, рассчитывается по формуле:

$$I(m) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{q_i}{ПДК_i} \right)^{K_i}$$

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ВЕЛИЧИНЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА (КИЗА)

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ по максимальным разовым концентрациям

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	20 и более
I – допустимая	до 1,6	до 3,0	до 5,0	до 7,1
II – слабая	1,7–3,2	3,1–4,8	5,1–6,4	7,2–8,0
III – умеренная	3,3–6,4	4,9–9,6	6,5–12,8	8,1–16,0
IV – сильная	6,5–12,8	9,7–19,2	12,9–25,6	16,1–32,0
V – опасная	12,9 и выше	19,3 и выше	25,7 и выше	32,1 и выше

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	20 и более
I – допустимая	до 1,0	до 1,9	до 3,1	до 4,4
II – слабая	1,1–2,0	2,0–3,0	3,2–4,0	4,5–5,0
III – умеренная	2,1–4,0	3,1–6,0	4,1–8,0	5,1–10,0
IV – сильная	4,1–8,0	6,1–12,0	8,1–16,0	10,1–20,0
V – опасная	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ по среднесуточным концентрациям

Проведен анализ результатов расчетов комплексных показателей «Р», ИЗА и КИЗА, отражающих степень загрязнения атмосферного воздуха и характеризующих уровень неканцерогенного риска здоровью.

В анализ включены результаты расчетов показателей по 270 объектам промышленности:



Результаты характеризовали степень загрязнения атмосферного воздуха на границе расчетной СЗЗ и границе жилой зоны.

Расчет и анализ степени загрязнения атмосферного воздуха в среднем проводился по 12 загрязняющим веществам (минимальное количество – 3, максимальное – 92), основными представителями из которых были:

- азот (IV) оксид (азота диоксид), формальдегид (метаналь)
- аммиак, углерод черный (сажа)
- твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)
- сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)
- углерод оксид (окись углерода, угарный газ)
- углеводороды предельные алифатического ряда $C_{11}-C_{19}$
- пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 %

Значения индекса загрязнения атмосферного воздуха и комплексного показателя «Р» на границе расчетной СЗЗ и границе жилой зоны в среднем составляли $2,17 \pm 1,53$, $1,25 \pm 0,58$ и $1,88 \pm 1,33$, $1,16 \pm 0,56$ соответственно.

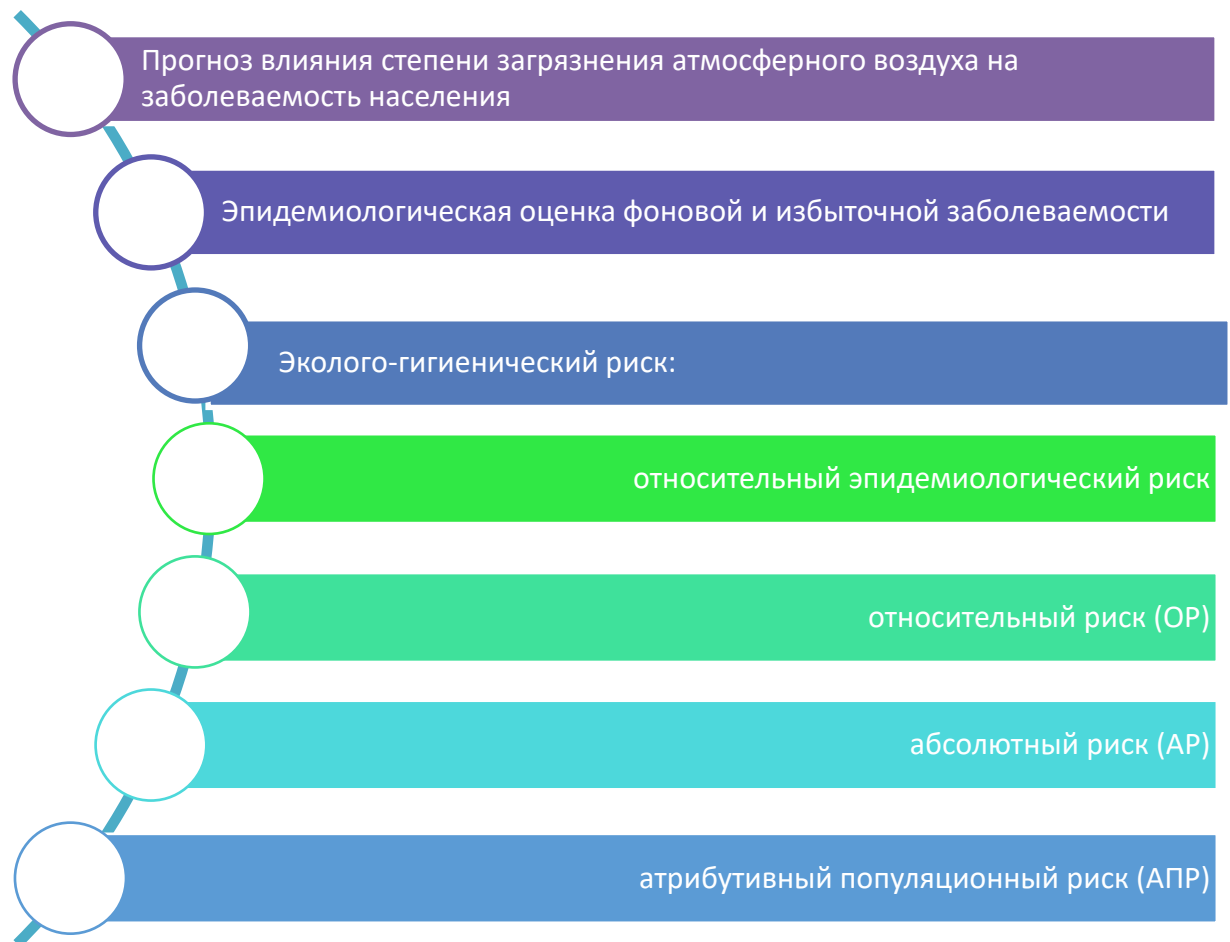
Степень загрязнения атмосферного воздуха по величине комплексного показателя «Р» оценивалась как «допустимая», популяционный уровень риска 1×10^{-7} (приемлемый уровень риска), градация популяционного здоровья – адаптация (фоновый уровень заболеваемости), приоритетность действий – низкая (действующая система управления риском, дополнительных мер не требуется).

В ходе корреляционного анализа установлена связь высокой силы между значениями показателя ИЗА и показателя «Р» на границе СЗЗ (0,81, при $p < ,05$), значениями показателя ИЗА и показателя «Р» на границе жилой зоны (0,80, при $p < 0,05$), а также значениями показателя КИЗА и показателя «Р» на границе расчетной СЗЗ и границе жилой зоны (0,79 и 0,71 при $p < 0,05$ соответственно).

«Р», ИЗА	КИЗА
I – допустимая II – слабая III – умеренная IV – сильная V – опасная	низкий средний выше среднего значительно выше среднего

ЭТАП ОЦЕНКИ РИСКА:

- КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА



ПРОГНОЗ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

На основании фактических уровней загрязнения атмосферного воздуха (P_i) и фактического уровня заболеваемости населения (той или иной нозологической формой – Z_i) в динамике за ряд лет с помощью регрессионного анализа по математической модели вида $y_i = f(x_i)$ рассчитывается количественный прогноз влияния степени загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения по формуле:

$$Y_i = a + bx ,$$

где y_i – расчетный уровень заболеваемости населения при заданном уровне загрязнения атмосферного воздуха (P_i);

x_i – прогнозный комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (P_i);

a – уровень заболеваемости населения той или иной нозологической формой при допустимой степени загрязнения атмосферного воздуха;

b – коэффициент возрастания заболеваемости населения той или иной нозологической формой при возрастании степени загрязнения атмосферного воздуха на единицу.

ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОНОВОЙ И ИЗБЫТОЧНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ

Эпидемиологическую оценку фоновой и избыточной заболеваемости в избранных для наблюдения различных районах и в целом по городу в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха проводят по формуле:

$$Z_p = \frac{Z_i}{Z_o},$$

где Z_p – превышение фонового уровня заболеваемости населения по отношению к заболеваемости населения в условиях допустимого уровня загрязнения атмосферного воздуха;

Z_i – фактический уровень заболеваемости населения;

Z_o – уровень заболеваемости населения при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха.

Расчет «фоновых» показателей заболеваемости населения проводится по исследуемым территориям не менее чем за 5 лет. Данный показатель рассчитывается из 3-х минимальных значений по каждому из рассматриваемых видов патологии.

«Фоновые» и фактические значения используются для расчета показателей относительного эпидемиологического риска по формуле:

$$T = \frac{Z_{\text{факт}} - Z_{\text{фон}}}{\sigma},$$

где $Z_{\text{факт}}$ – фактический показатель;

$Z_{\text{фон}}$ – «фоновый» показатель;

σ – среднее квадратичное отклонение.

Величина t и значение относительного эпидемиологического риска возникновения той или иной патологии на изучаемой территории (величина R) связаны между собой интегральной функцией нормального распределения Стьюдента.

При заданных параметрах нормального распределения степень риска влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения (относительный эпидемиологический риск) может оцениваться в следующих интервалах:

минимальный риск	$R < 0,312;$
умеренный риск	$R = 0,313-0,500;$
повышенный риск	$R = 0,501-0,688;$
высокий риск	$R > 0,689.$

При этом характеристика относительного эпидемиологического риска может соответствовать степени загрязнения атмосферного воздуха (допустимая/слабая, умеренная, сильная и опасная).

ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ РИСК (ОР)

Относительный риск (ОР) – отношение показателей заболеваемости (фактический уровень первичной заболеваемости населения) в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (при одной степени загрязнения атмосферного воздуха), к тем же показателям у лиц при другой степени загрязнения атмосферного воздуха (либо к показателям у лиц при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха), формула:

$$ОР = PЗ_{\phi} / PЗ_{д}$$

где $PЗ_{\phi}$ – заболеваемости в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (при одной степени загрязнения атмосферного воздуха);

$PЗ_{д}$ – уровень первичной заболеваемости населения при другой степени загрязнения атмосферного воздуха (либо при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха).

Абсолютный риск (АР)

Абсолютный риск (АР) – это разность показателей заболеваемости у лиц, подверженных и неподверженных воздействию фактора (либо подвергшегося воздействию при различных степенях загрязнения атмосферного воздуха), количество дополнительных заболеваний, возникших в результате воздействия вредного фактора, формула:

$$AP = PZ_{\phi} - PZ_{д},$$

где PZ_{ϕ} – уровень заболеваемости в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (либо при одной степени загрязнения атмосферного воздуха);

$PZ_{д}$ – уровень первичной заболеваемости населения при другой степени загрязнения атмосферного воздуха (либо при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха).

АТТРИБУТИВНЫЙ ПОПУЛЯЦИОННЫЙ РИСК (АПР)

Атрибутивный популяционный риск (АПР) – количественная оценка избыточной заболеваемости во всей популяции (РЗ) по отношению к заболеваемости в популяции, подвергшейся воздействию определенной степени загрязнения атмосферного воздуха (РЗ_д), уравнение:

$$\text{АПР} = \text{РЗ} - \text{РЗ}_{\text{д}}$$

Количество дополнительных вредных эффектов в экспонированной популяции (популяционный риск) рассчитывается как произведение вероятности развития неблагоприятного эффекта у экспонированного индивидуума на численность экспонированного контингента населения.

При оценке неканцерогенного риска закладывается принцип пороговости действия, согласно которому негативные эффекты или ответы со стороны здоровья проявляются, начиная с реперного уровня.



Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»



220012, г. Минск
ул. Академическая, 8



+375 17 347-73-70



rspch@rspch.by



+375 17 272-33-45



rspch.by
certificate.by

Образовательный центр «МОЦНА»:

- курсы повышения квалификации;
- обучающие семинары;
- стажировки на рабочих местах.



+375 17 399-87-34



edu@rspch.by

Лаборатория технологий анализа рисков здоровью



+375 17 3791379



rspc@rspch.by



Информация о всех разработках Центра
доступна по ссылке:
<https://rspch.by/ru/DevelopedDocuments>