



Исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе каскадной модели

Кириянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Бабина С.В., Ситчихина Л.А.

ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

Резюме

Введение. Воздействие факторов среды обитания доказано приводит к возникновению дополнительных случаев заболеваний и смерти экспонированного населения. При отсутствии мероприятий, направленных на улучшение качества среды обитания, уровни воздействующих факторов возрастают, следовательно, вероятно увеличение ассоциированных ответов со стороны здоровья населения. Для описания вклада мероприятий в улучшение здоровья населения используется понятие «предотвращенные» случаи заболеваемости и смертности.

Цель исследования. Расчетное теоретическое исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

Материалы и методы. С использованием методов нейросетевого моделирования, факторного анализа, множественной линейной регрессии теоретически представлена ранее разработанная концептуальная схема каскадной модели в тройственной системе связей: «контрольно-надзорная деятельность Роспотребнадзора – показатели качества среды обитания – здоровье населения». В качестве ответов на изменение качества среды обитания рассмотрена заболеваемость и смертность населения, дополнительно – показатель ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ). В качестве влияющих на качество среды обитания рассмотрены конкретные плановые и внеплановые действия Роспотребнадзора, включая назначаемые меры ответственности, в отношении хозяйствующих субъектов – источников загрязнения среды обитания.

Результаты. Отмечается выраженная территориальная дифференциация по предотвращенным случаям заболеваний. Наибольшее число предотвращенных случаев заболеваемости для всего населения (от 4574 до 19 047 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, Саратовская область, г. Севастополь, Мурманская область, Республика Алтай, Белгородская область, Карачаево-Черкесская Республика. Наименьшее число предотвращенных случаев заболеваемости (от 1976 до 2528 на 100 000 населения) за счет КНД в следующих регионах: Свердловская область, Алтайский край, Красноярский край, Тамбовская область, Республика Тыва, Республика Карелия, Рязанская область, Республика Северная Осетия – Алания. Наибольшее число предотвращенных случаев смерти ОПЖ наблюдается в регионах (от 55,6 до 101,7 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: г. Севастополь, Калининградская область, Республика Дагестан, Саратовская область, Тульская область, Белгородская область, Краснодарский край, Чеченская Республика. Наименьшее число предотвращенных случаев (от 17,8 до 26,6 на 100 000 населения) за счет КНД в регионах: Свердловской, Тюменской, Мурманской, Челябинской областях, Красноярском, Забайкальском, Алтайском краях, Республике Северная Осетия – Алания, Нижегородской области. Наибольшее число предотвращенных потерь показателя ожидаемой продолжительности жизни (от 1,61 до 3,73 года) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, г. Севастополь, Саратовская область, Белгородская область, Брянская область, Липецкая область, Карачаево-Черкесская Республика. Многие из этих регионов отмечаются также в лидерах по предотвращенной заболеваемости и смертности населения. Наименьшие предотвращенные потери ОПЖ наблюдаются в регионах Центрального, Уральского и Сибирского федеральных округов. Высокие значения предотвращенных потерь ОПЖ наблюдаются в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах.

Заключение. Таким образом, выполнено расчетное теоретическое исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, потери структурированы и дифференцированно рассмотрены по субъектам Российской Федерации, по возрастным группам населения, причинам заболеваемости и смертности, показателям качества среды обитания. Следующим этапом работы может являться выявление приоритетных видов деятельности и мероприятий контрольно-надзорной деятельности.

Ключевые слова: контрольно-надзорная деятельность, нейросетевое моделирование, регрессионные модели, здоровье населения, ассоциированные и предотвращенные случаи, заболеваемость, смертность, ожидаемая продолжительность жизни.

Для цитирования: Кириянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Бабина С.В., Ситчихина Л.А. Исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровья в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе каскадной модели // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 12. С. 85–94. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-85-94

Cascade Model-Based Study of Potential Regional Health Losses Prevented through Rospotrebnadzor Control and Supervisory Activities

Dmitry A. Kiryanov, Marat R. Kamaltdinov, Svetlana V. Babina, Liubov A. Sitchikhina

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,
82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation

Summary

Introduction: Exposure to adverse environmental factors has been proven to induce additional cases of disease and death in the population. In the absence of effective measures taken to improve environmental quality, the levels of these factors rise, thus causing a potential increase in related human health outcomes. The concept of "prevented" morbidity and mortality cases is used to describe contribution of such measures to improving health of the population.

Objective: Theoretical computational study of prevented regional health losses resulting from control and supervisory activities of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor).

Materials and methods: The previously developed cascade model is theoretically presented in the triple system of links between control and supervisory activities of Rospotrebnadzor, environmental quality indicators, and public health

using methods of neural network modeling, factor analysis, and multiple linear regression. Morbidity, mortality, and years of potential life lost were taken as responses to changes in environmental quality. Specific planned and unscheduled activities of Rospotrebnadzor, including liability imposed on business entities polluting the environment were considered as affecting the quality of the latter.

Results: We established pronounced regional differences in prevented morbidity cases. The largest number of prevented cases ranging from 4,574 to 19,047 per 100,000 population was observed in the Republic of Dagestan, Kaliningrad and Saratov Regions, the city of Sevastopol, the Murmansk Region, the Altai Republic, the Belgorod Region, and the Karachay-Cherkess Republic. The smallest number of incident cases prevented through Rospotrebnadzor control and supervisory activities (1,976 to 2,528 per 100,000 population) was noted in the Sverdlovsk, Altai, Krasnoyarsk, and Tambov Regions, Republics of Tyva and Karelia, the Ryazan Region, and the Republic of North Ossetia–Alania. The highest number of prevented deaths in the general population (55.6 to 101.7 per 100,000 population) was observed in the city of Sevastopol, the Kaliningrad Region, the Republic of Dagestan, Saratov, Tula, Belgorod, and Krasnodar Regions, and the Chechen Republic. The lowest number of prevented deaths (17.8 to 26.6 per 100,000 population) was estimated in the Sverdlovsk, Tyumen, Murmansk, Chelyabinsk, Krasnoyarsk, Transbaikal, and Altai Regions, the Republic of North Ossetia–Alania, and the Nizhny Novgorod Region. The largest number of prevented years (1.61 to 3.73) of potential life lost was established in the Republic of Dagestan, the Kaliningrad Region, the city of Sevastopol, Saratov, Belgorod, Bryansk, and Lipetsk Regions, and the Karachay-Cherkess Republic. Many of these regions were also among the leaders in terms of prevented morbidity and mortality. The smallest number of prevented years of life lost was observed in the regions of the Central, Ural, and Siberian Federal Districts, while the highest were noted in the Southern and North Caucasus Federal Districts.

Conclusions: We conducted the theoretical computational study of potential regional health losses prevented by means of control and supervisory activities of Rospotrebnadzor, structured and differentiated the losses by constituents of the Russian Federation, as well as by age groups, causes of morbidity and mortality, and environmental quality indicators.

Keywords: control and supervisory activities, neural network modeling, regression models, population health, associated and prevented cases, morbidity, mortality, life expectancy.

Cite as: Kiryanov DA, Kamaltdinov MR, Babina SV, Sitchikhina LA. Cascade model-based study of potential regional health losses prevented through Rospotrebnadzor control and supervisory activities. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(12):85–94. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-12-85-94

Введение. Сохранение здоровья населения является одной из приоритетных задач национальных проектов¹. Установление, параметризация и доказательство связи контрольно-надзорной деятельности службы с показателями состояния здоровья населения требуют применения новых наукоемких методов и инструментов.

С одной стороны, с активным ростом промышленного производства, появлением новых технологических процессов требуется постоянная актуализация средств, направленных на снижение выбросов и загрязнения окружающей среды [1–3]. С другой стороны, необходимо создание новых, эффективных методов профилактики в сфере здоровьесбережения [4]. В атмосферном воздухе крупных промышленных центров содержатся сотни химических веществ, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье населения и требуют постоянного мониторинга [5–7]. Одной из актуальных задач является обеспечение надлежащего качества питьевой воды, в некоторых регионах эта проблема стоит особенно остро из-за износа коммуникаций, устаревших технологий водоподготовки, загрязнения тяжелыми металлами, что негативно влияет на здоровье населения [8–10]. Вторичным источником загрязнения атмосферного воздуха и воды выступает почва, которая аккумулирует химические вещества, в числе приоритетных для исследования – тяжелые металлы: медь, цинк, никель, свинец и кадмий, оказывающие токсическое влияние на здоровье [11, 12]. Негативное воздействие на здоровье населения оказывают также физические факторы (шум, вибрация, радиоактивное и электромагнитное излучение и пр.) [13–15]. При исследовании

здоровья населения важно учитывать комплексность воздействия и оценивать вклады факторов различной природы для последующего применения эффективных управленческих решений [16–20].

Воздействие факторов среды обитания приводит к возникновению новых, дополнительных случаев заболеваний, инвалидности и смерти [21–23]. Дополнительные случаи нарушения здоровья, вызванные загрязнением среды обитания, в литературе еще обозначают как «ассоциированные» с воздействием случаи [24]. Следует отметить, что при отсутствии мероприятий, направленных на улучшение качества среды обитания, уровни воздействующих факторов были бы выше, следовательно, в этом случае вероятно увеличение ассоциированных ответов со стороны здоровья населения. Для описания вклада мероприятий в повышение уровня здоровья населения ранее введено понятие «предотвращенные» случаи заболеваемости и смертности [25]. В силу широкого спектра существующих профилактических мероприятий различного масштабного уровня рамки данного исследования ограничены рассмотрением только предотвращенных потерь здоровья населения в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

На предыдущих этапах работы коллективом исследователей, в число которых входят авторы данной статьи, предложено совершенствование концептуальной схемы каскадной модели для оценки и прогнозирования возможных предотвращенных потерь здоровья в тройственной системе «контрольно-надзорная деятельность (КНД) Роспотребнадзора (РПН) – показатели качества среды обитания – здоровье

¹ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации № 474 от 21 июля 2020 года [Электронный ресурс]. Официальные сетевые ресурсы Президента России. 2020. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения: 22.11.2023). [On national goals in the development of the Russian Federation up to 2030: The RF President Order No. 474 issued on July 21, 2020 [web-source]. The RF President's Official web-sources. 2020. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/63728> (date of visit November 22, 2023).

населения» с выходом на оценки потерь ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) [26]. В рамках данной статьи теоретически рассмотрены результаты более детального анализа вероятных предотвращенных потерь здоровью в разрезе субъектов РФ. Кроме того, представлен анализ структуры вкладов по показателям качества среды обитания, улучшенных за счет контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, в возможные предотвращенные потери здоровья.

Цель: расчетное теоретическое исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровью в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора.

Материалы и методы. Использование разработанной ранее концептуальной схемы каскадной модели по расчету случаев заболеваемости и смертности населения, возможных предотвращенных в результате деятельности органов и организаций Роспотребнадзора, включает в себя следующие основные шаги [26]:

- формирование двух расчетных сценариев, в первом сценарии в качестве входных данных в каскадную модель используются фактические значения показателей КНД, а во втором – нулевые; источник данных по показателям КНД Роспотребнадзора: Форма 1 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора».

- использование факторного анализа для преобразования значений показателей КНД в значения общих факторов для каждого из сценариев;

- расчет долей исследованных проб, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, в каждом сценарии осуществляется с использованием построенных ранее 35 нейросетевых моделей, отражающих связи между общими факторами, характеризующими деятельность Роспотребнадзора, и показателями качества среды обитания; источником данных по качеству среды обитания являются доли проб, не соответствующие гигиеническим нормативам, по данным федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ). Дополнительно построены 11 нейросетевых моделей, отражающих связи между общими факторами, характеризующими деятельность Роспотребнадзора, и показателями, характеризующими безопасность потребительской продукции. Данные по % исследованных проб продуктов питания, не соответствующих гигиеническим нормативам, получены с использованием формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», раздел 8 «Гигиеническая характеристика продовольственного сырья и пищевых продуктов».

Среди показателей контрольно-надзорной деятельности, доказано влияющих на здоровье: число проведенных плановых и внеплановых контрольно-надзорных мероприятий (КНМ), число выявленных нарушений при проведении КНМ, число вынесенных представлений об устранении причин, число постановлений о назначении административного наказания, число проведенных КНМ

с использованием лабораторных методов, сумма наложенных административных штрафов, число плановых проверок в результате которых выданы предписания по видам деятельности и др.

Расчет долей исследованных проб, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, сниженных за счет КНД Роспотребнадзора, осуществлялась по формуле:

$$\Delta x_i = x_i' - x_i, \quad (1)$$

где Δx_i – доля исследованных проб по i -му показателю, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, сниженная за счет КНД Роспотребнадзора;

x_i, x_i' – оценочное значение доли исследованных проб по i -му показателю, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям и нормам, рассчитанное с использованием фактических значений показателей КНД на предыдущем этапе, в первом и втором сценарии соответственно.

По рассчитанным значениям показателей качества среды обитания, возможных предотвращенных за счет КНД Роспотребнадзора Δx_i , определяются случаи заболеваемости и смертности, предотвращенные в результате КНД по формуле:

$$\Delta y_{jki}^p = a_{ijk} - x_i, \quad (2)$$

где Δy_{jki}^p – распространенность нарушений здоровья населения (смертность, заболеваемость населения по j -й причине для k -й возрастной группы при воздействии i -го фактора СО), предотвращенная в результате КНД, случаев на 100 000 населения;

a_{ijk} – коэффициенты линейной множественной регрессионной модели, характеризующие влияние i -го показателя качества СО на показатель смертности или заболеваемости населения по j -й причине для k -й возрастной группы.

Расчет изменения показателя ожидаемой продолжительности жизни выполнен на основе методики [26]. Расчетный показатель учитывает предотвращенные потери здоровью не только за счет смертности, но и за счет заболеваемости с учетом тяжести, то есть характеризует риски различных нарушений здоровья. Новизна подхода заключается в применении инновационного метода моделирования с комбинированным использованием линейных регрессионных и нейросетевых моделей. Получены новые коэффициенты нейросетевых моделей и коэффициенты модели факторного преобразования, позволяющие выполнять расчетную оценку возможных потерь здоровья для выявления приоритетов по возрастным группам населения, причинам заболеваемости и смертности, показателям качества среды обитания, субъектам РФ.

Ограничения исследования. В данной теоретической расчетной работе авторы исследуют возможное влияние КНД на показатели здоровья в разных регионах, при этом не учитываются другие факторы (социально-экономические, климато-географические, образа жизни и пр.), которые могут оказывать воздействие на качество среды обитания и/или состояние здоровья населения. Построенные

нейронные сети ориентированы на показатели, содержащиеся в существующих на данный момент статистических формах Роспотребнадзора, при добавлении новых показателей может возникнуть проблема в недостаточном количестве данных, требуемых для обновления коэффициентов нейросетевых моделей.

Результаты. Следует отметить, что построенные нейросетевые модели расчетно позволяют выполнять оценку текущей ситуации и сценарное прогнозирование вероятных предотвращенных потерь здоровью в результате КНД Роспотребнадзора. Однако, в отличие от линейных моделей, выполнить анализ вкладов действий и мероприятий является затруднительным в силу нелинейности взаимосвязей и зависимости результата от комплекса значений входных факторов. Выполнена теоретическая оценка возможных предотвращенных случаев (ВПС) заболеваемости и смертности населения, а также связанных с ними предотвращенных потерь ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ), за счет КНД в субъектах Российской Федерации.

Наибольшее число ВПС заболеваемости для всего населения (от 4574 до 19 047 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, Саратовская область, г. Севастополь, Мурманская область, Республика Алтай, Белгородская область, Карачаево-Черкесская Республика. Наименьшее число предотвращенных случаев (от 1976 до 2528 на 100 000 населения) за счет КНД в регионах: Свердловская область,

Алтайский край, Красноярский край, Тамбовская область, Республика Тыва, Республика Карелия, Рязанская область, Республика Северная Осетия – Алания. На рис. 1 приведена графическая иллюстрация результатов оценки относительных (на 100 000 населения) ВПС заболеваний за счет КНД по субъектам РФ в 2022 г. Следует отметить выраженную территориальную дифференциацию; так, наименьшие ВПС наблюдается в регионах Центрального, Уральского и Сибирского федеральных округов. Значения выше средних по ВПС заболеваемости наблюдаются преимущественно в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. Территориальная дифференциация обусловлена различными вкладами факторов в ВПС заболеваний; так, на территориях с высокой результативностью наибольший вклад вносит снижение загрязнения атмосферного воздуха по веществам: гидроксibenзол и его производные (44,9 %), фтористый водород (13,9 %), марганец (11,6 %), ароматические углеводороды (5,4 %). На территориях с наименьшей результативностью на первое место по вкладам выходит снижение загрязнения фтористым водородом – 31,0 %, а вклад гидроксibenзола и его производных в предотвращенные случаи составляет только 19,1 %. В этом случае наблюдается меньшее количество предотвращенной заболеваемости по болезням органов дыхания, которые обуславливают больше половины (53,3 %) от всех предотвращенных случаев в среднем по РФ [26].

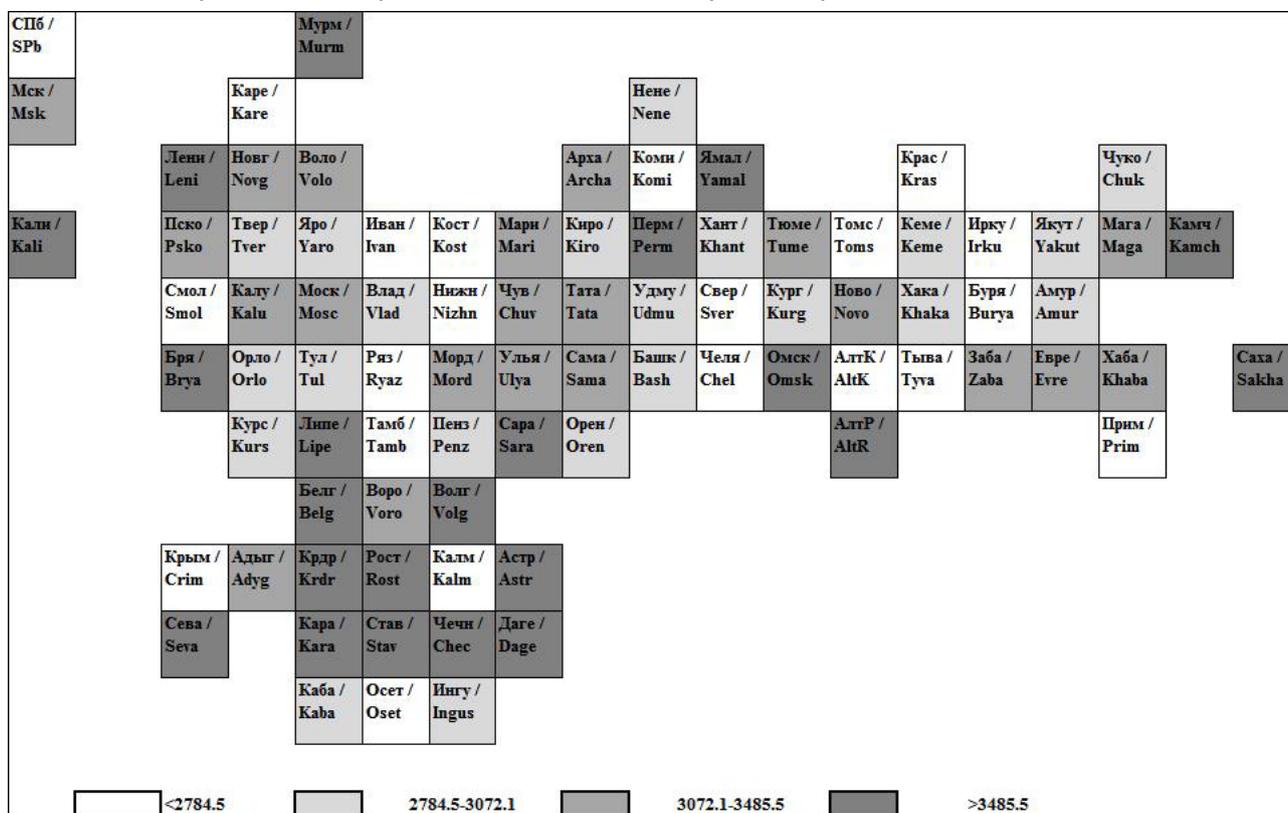


Рис. 1. Результаты оценки относительных (на 100 000 населения) возможных предотвращенных случаев заболеваний за счет контрольно-надзорной деятельности по субъектам Российской Федерации в 2022 г.

Fig. 1. Results of assessing incident cases per 100,000 population prevented through control and supervisory activities in the regions of the Russian Federation in 2022

Наибольшее число ВПС смерти для всего населения (от 55,6 до 101,7 на 100 000 населения) наблюдается в регионах: г. Севастополь, Калининградская область, Республика Дагестан, Саратовская область, Тульская область, Белгородская область, Краснодарский край, Чеченская Республика. Некоторые из этих регионов отмечались также в лидерах по предотвращенной заболеваемости. Наименьшее число предотвращенных случаев (от 17,8 до 26,6 на 100 000 населения) за счет КНД в регионах: Свердловская область, Челябинская область, Красноярский край, Забайкальский край, Алтайский край, Тюменская область, Мурманская область, Республика Северная Осетия – Алания, Нижегородская область. Коэффициент корреляции относительной возможной предотвращенной смертности населения старше трудоспособного возраста и всего населения составил 0,9, что частично объясняется тем, что эта возрастная группа вносит наибольший вклад в предотвращенные потери от общей смертности (61,9 %).

На рис. 2 приведена графическая иллюстрация результатов оценки относительных (на 100 000 населения) ВПС смерти за счет КНД по субъектам РФ в 2022 г. Наименьшие ВПС смерти наблюдаются в регионах Уральского и Сибирского федеральных округов. Значения выше средних результативности по ВПС наблюдаются в Северо-Кавказском и Центральном федеральных округах.

Выполнена оценка вкладов факторов в ВПС заболеваний и смерти в целом по РФ в 2022 г. Наибольший вклад в ВПС заболеваний вносит улучшение качества

атмосферного воздуха – 86,02 % (4 536 783 случаев), вклад улучшения качества питьевой воды, почв селитебных территорий составляет 7,14 % (376 360 случаев) и 4,62 % (243 645 случаев) соответственно. Вклад снижения доли объектов, обследованных лабораторно, не соответствующих санитарным нормам, по физическим факторам (вибрации и шуму) в предотвращенные случаи заболеваний составляет 2,09 % (110 298 случаев), а вклад повышения безопасности потребительской продукции равен 0,13 % (6849 случаев).

При этом 15 показателей качества среды обитания из 47 покрывают 99,2 % вклада в предотвращенную заболеваемость, из них наибольший вклад вносит снижение загрязнения атмосферного воздуха по веществам: гидроксibenзол и его производные (34,6 %), фтористый водород (21,9 %), марганец (13,6 %), ароматические углеводороды (8,0 %).

Наибольший вклад в ВПС смерти вносит улучшение качества атмосферного воздуха – 85,0 % (33 300 случаев), а вклад улучшения качества питьевой воды, почв селитебных территорий составляет 11,7 % (4569 случаев) и 3,3 % (1307 случаев) соответственно.

Следует отметить, что 13 из 47 показателей качества среды обитания покрывают 99,6 % вклада в предотвращенную смертность, из них наибольший вклад вносит снижение загрязнения атмосферного воздуха по веществам: ароматические углеводороды (41,5 %), бенз(а)пирен (11,6 %), гидроксibenзол и его производные (11,5 %), азота диоксид (11,3 %).

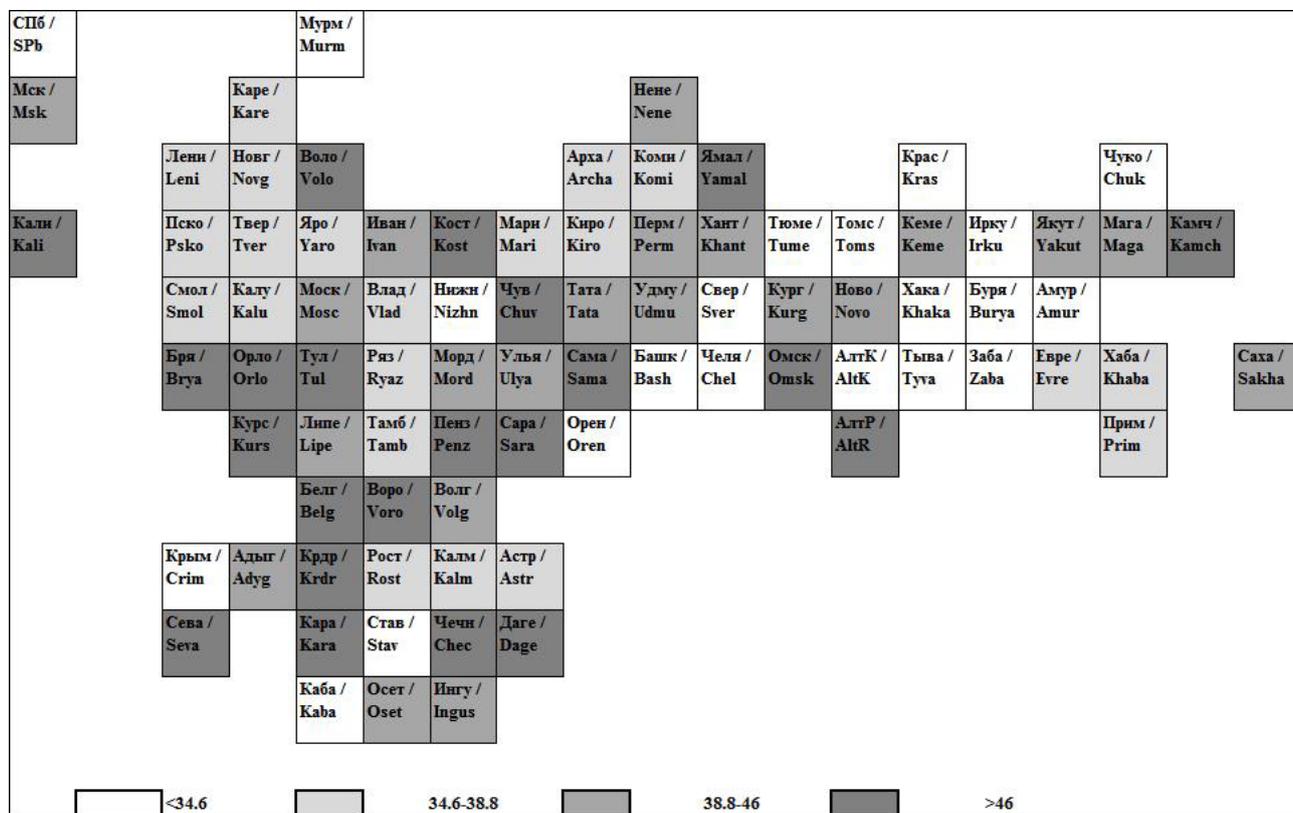


Рис. 2. Результаты оценки относительных (на 100 000 населения) возможных предотвращенных случаев смерти за счет контрольно-надзорной деятельности по субъектам Российской Федерации в 2022 г.

Fig. 2. Results of assessing deaths per 100,000 population prevented through control and supervisory activities in the regions of the Russian Federation in 2022

Наибольшее число возможных предотвращенных потерь показателя ОПЖ (от 1,61 до 3,73 года) наблюдается в регионах: Республика Дагестан, Калининградская область, г. Севастополь, Саратовская область, Белгородская область, Брянская область, Липецкая область, Карачаево-Черкесская Республика. Многие из этих регионов отмечались также в лидерах по предотвращенной заболеваемости. Наименьшее число возможных предотвращенных потерь ОПЖ (от 0,53 до 0,75 года) за счет КНД в регионах: Свердловская область, Алтайский край, Красноярский край, Тамбовская область, Челябинская область, Нижегородская область, Республика Северная Осетия – Алания, Иркутская область, Томская область.

На рис. 3 приведена графическая иллюстрация результатов оценки прироста числа лет показателя ОПЖ по предотвращенным случаям заболеваний и смертей по субъектам РФ в 2022 г. Наименьшие предотвращенные потери ОПЖ наблюдается в регионах Центрального, Уральского и Сибирского федеральных округов. Высокие значения результативности по возможным предотвращенным потерям ОПЖ наблюдаются в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах. В качестве итоговой таблицы приведены результаты оценок возможных предотвращенных потерь здоровья в 2022 г. за счет улучшения качества среды обитания, обусловленного КНД, в разрезе федеральных округов (таблица).

Обсуждение. По данным исследований, в которых рассматривались региональные особенности возможных предотвращенных потерь за счет КНД Роспотребнадзора с использованием линейных моделей, отмечено, что число ВПС заболеваний в 2015 г. составило порядка 71 тысячи случаев в Ленинградской области, 83 тысяч случаев в Челябинской и более 160 тысяч – в Республике Башкортостан [24], при этом наибольшие возможные предотвращенные потери наблюдаются по причине болезней органов дыхания у детей и взрослых (от 35 до 50 %). Проведенные на данном этапе численные расчеты с использованием предложенной концептуальной схемы каскадной модели показали, что ВПС заболеваний в этих регионах в 2022 г. составили от 73 до 116 тысяч случаев соответственно, а средний вклад болезней органов дыхания по региону РФ также преобладает и составляет 53,4 %. Полученные результаты демонстрируют сопоставимость новых оценок по предложенному инновационному подходу с опубликованными ранее значениями. Апробация предложенных подходов показала их применимость для получения адекватных региональных оценок по предотвращенным потерям здоровья населения в результате КНД.

Закключение. Выполнено расчетное исследование региональных возможных предотвращенных потерь здоровью в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в разрезе субъектов РФ, возрастных групп населения, причин

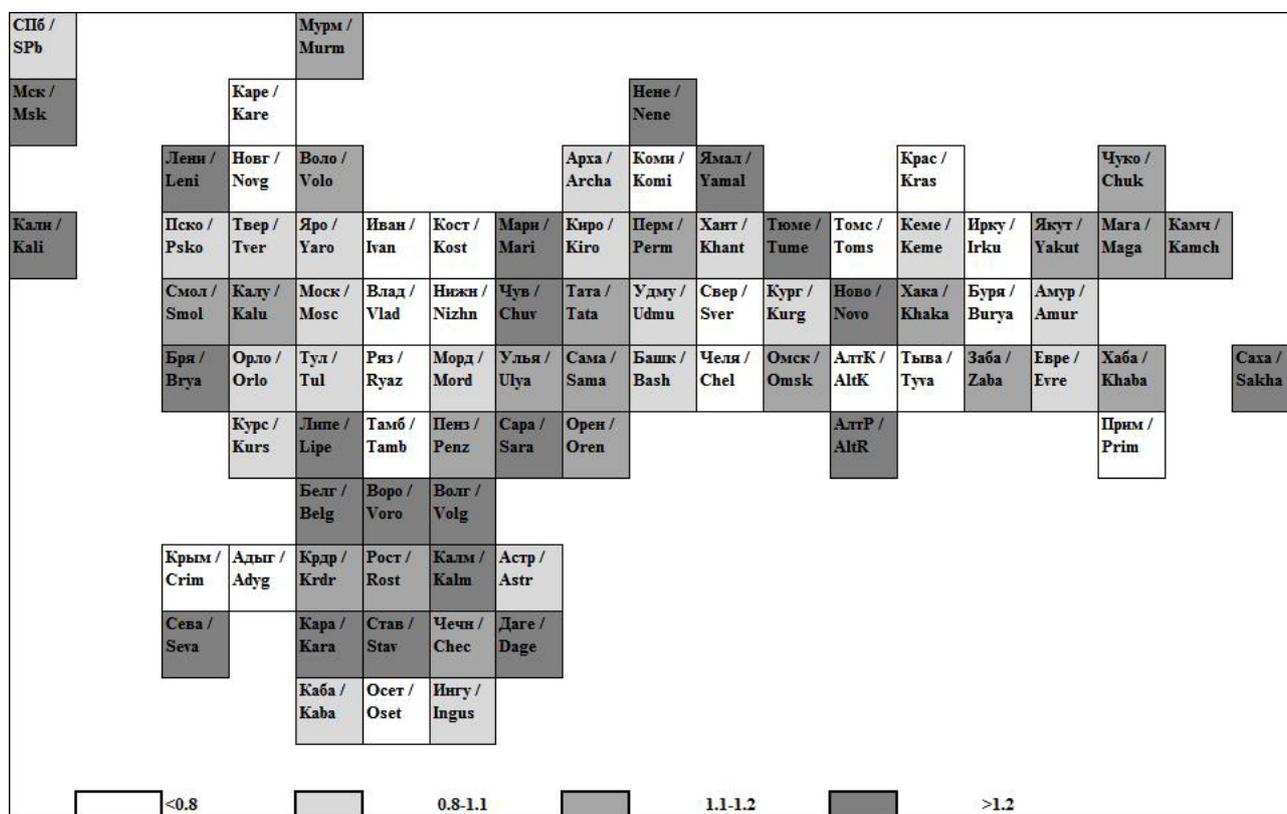


Рис. 3. Результаты оценки прироста числа лет показателя ОПЖ по возможным предотвращенным случаям заболеваний и смертей по субъектам Российской Федерации в 2022 г.

Fig. 3. Results of assessing the increase in years of potential life related to prevented morbidity and mortality in the regions of the Russian Federation in 2022

Таблица. Результаты оценок возможных предотвращенных потерь здоровья в 2022 г. за счет улучшения качества среды обитания, обусловленного контрольно-надзорной деятельностью (медиана значений по субъектам, входящим в федеральные округа)**Table. Results of assessing health losses prevented through improved environmental quality resulting from control and supervisory activities in 2022 (median values for the constituents of the Federal Districts)**

Федеральный округ / Federal District	Предотвращенная заболеваемость, случаев на 100 000 / Prevented morbidity, cases per 100,000	Предотвращенная смертность, случаев на 100 000 / Prevented mortality, deaths per 100,000	Предотвращенные потери ОПЖ, лет / Prevented years of potential life lost
Центральный / Central	2952,03	40,89	0,90
Северо-Западный / Northwestern	3348,80	36,80	0,97
Южный / Southern	3523,37	38,99	1,16
Северо-Кавказский / North Caucasus	3491,63	43,47	1,15
Приволжский / Volga	3173,24	39,76	1,07
Уральский / Ural	2908,49	33,73	0,96
Сибирский / Siberian	2851,67	33,21	0,82
Дальневосточный / Far Eastern	3109,13	38,19	1,07

заболеваемости и смертности, показателей среды обитания. За рамками исследования остается вопрос выявления приоритетных видов деятельности и мероприятий КНД, для решения этой проблемы требуется проведение дополнительных численных экспериментов. Ввиду трудоемкости процедуры расчетов (более 1000 показателей КНД) целесообразно разрабатывать специальное программное обеспечение, что может являться предметом дальнейших исследований. Также перспективным направлением может стать пространственно-временной анализ индикативных показателей результативности и экономической эффективности КНД Роспотребнадзора по критериям сохранения здоровья, анализ структуры потерь показателя ОПЖ на основе показателей заболеваемости и смертности в возрастных группах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шепелев И.И., Жуков Е.И., Пиляева О.В. Утилизация мелкодисперсной пыли при комплексной переработке нефелинового сырья // Экология и промышленность России. 2023. Т. 27. № 2. С. 4–9. doi: 10.18412/1816-0395-2023-2-4-9
2. Шумакер М.Ю., Сорокина А.С., Коновалов В.В., Гилаев Г.Г. Оценка потенциала утилизации углекислого газа на нефтяных месторождениях Самарской области // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. 2023. Т. 133. № 1. С. 36–41. doi: 10.33285/1999-6934-2023-1(133)-36-41
3. Журавлева М.В., Багаутдинова А.Р., Климентова Г.Ю., Гаррафеев Р.Р. Каталитические технологии низкоуглеродного развития нефтегазохимического комплекса // Южно-Сибирский научный вестник. 2023. Т. 47. № 1. С. 67–75. doi: 10.25699/sssб.2023.47.1.002
4. Зайцева Н.В. Гигиена в решении актуальных проблем развития потенциала здоровья и продолжительности жизни населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 10. С. 1138–1144. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1138-1144
5. Nikiforova NV, Zaitseva NV, Kleyn SV. On assessing the morbidity of the population associated with the atmospheric air quality on the example of a Russian constituent entity. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022;14(4):73–88. doi: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-73-88
6. Гриценко Т.Д., Просвирыкова И.А., Соколов С.М., Пшегорода А.Е. Анализ заболеваемости населения, ассоциированной с многокомпонентным загрязнением атмосферного воздуха населенных мест // Здоровье и окружающая среда. 2022. № 32. С. 16–21.
7. Атискова Н.Г., Шур П.Э., Романенко К.В., Шляпников Д.М., Шараева А.А. Формирование списков приоритетных для гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в атмосферном воздухе // Здоровье населения и среда обитания. 2013. Т. 248. № 11. С. 7–9.
8. Ковшов А.А., Новикова Ю.А., Федоров В.Н., Тихонова Н.А. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах арктической зоны Российской Федерации // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2019. Т. 16. № 2. С. 215–222. doi: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222
9. Алексеев В.Б., Клейн С.В., Вековщина С.А., Андришунас А.М., Глухих М.В. Приоритетные факторы нарушения здоровья населения Российской Федерации, ассоциированные с качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения // Здоровоохранение Российской Федерации. 2022. Т. 66. № 5. С. 366–374. doi:10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374
10. Дорохин С.А., Бакутина Ю.Ю., Васильева М.В., Мелихова Е.П., Скребнева А.В. Структура заболеваемости населения ассоциированная с водным фактором // Молодежный инновационный вестник. 2018. Т. 7. № S3. С. 22.
11. Deryabin AN, Unguryanu TN, Buzinov RV. Population health risk caused by exposure to chemicals in soils. *Health Risk Analysis*. 2019;(3):18–25. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.02.eng
12. Максимова А.М., Нестеров Д.А., Финаров Д.П. Загрязнение почв Красногвардейского района Санкт-Петербурга тяжелыми металлами // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2012. Т. 153–2. С. 104–109.
13. Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г., Зибарев Е.В., Вострикова С.М., Астанин П.А. Некоторые подходы и критерии оценки риска развития профессиональных

- заболеваний // Медицина труда и промышленная экология. 2023. Т. 63. № 2. С. 94–101. doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-2-94-101
14. Яшникова М.В. Оценка неврологического дефицита у больных инсультом, работавших в условиях воздействия вредных производственных факторов // Сибирский научный медицинский журнал. 2018. Т. 38. № 3. С. 86–91. doi: 10.15372/SSMJ201803013
 15. Давыдова Е.А., Бельская Е.Н., Постникова У.С., Тасейко О.В. Оценка рисков возникновения болезни системы кровообращения от шумового воздействия на урбанизированных территориях // Проблемы управления. 2023. № 1. С. 36–44. doi: 10.25728/ru.2023.1.4
 16. Петров С.Б., Сенников И.С., Петров Б.А. Влияние экологических факторов городской среды на заболеваемость населения болезнями системы кровообращения // Фундаментальные исследования. 2015. № 1-5. С. 1025–1028.
 17. Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Шипулина З.В. Ранжирование загрязнения атмосферного воздуха, социально-экономических, медицинских факторов в формировании смертности населения (на примере центра нефтехимии и химии) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10. С. 98–102.
 18. Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С. и др. Опыт практических исследований по сравнительной оценке радиационных и химических рисков здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 12. С. 1425–1431. doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-12-1425-1431
 19. Кику П.Ф., Ярыгина М.В., Горборукова Т.В., Бениова С.Н. Влияние социально-гигиенических факторов среды обитания биоклиматических зон Приморского края на здоровье детей и подростков // Экология человека. 2016. № 4. С. 9–13. doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-9-13.
 20. Рахманин Ю.А., Зайцева Н.В., Шур П.З. и др. Научно-методические и экономические аспекты решения региональных проблем в области медицины окружающей среды // Гигиена и санитария. 2005. № 6. С. 6.
 21. Мартынова А. А. Территориальное зонирование Мурманской области по основным, эколого-зависимым заболеваниям среди населения Мурманской области // Российская Арктика. 2023. Т. 5. № 3. С. 26–39. doi: 10.24412/2658-4255-2023-3-26-39
 22. Andreeva EE, Onishchenko GG, Kleyn SV. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. *Health Risk Analysis*. 2016;(3):23–34. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.03
 23. Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Камалудинов М.Р., Цинкер М.Ю. Методические подходы к оценке популяционного риска здоровью на основе эволюционных моделей // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 1 (238). С. 4–6.
 24. Kiryanov DA, Tsinker MYu, Istorik OA, Stepanov EG, Davletnurov NKH, Efremov VM. On assessment of Rospotrebnadzor surveillance and control activities efficiency in regions: assessment criteria being prevented economic losses caused by population morbidity and mortality and associated with negative impacts exerted by environmental factors. *Health risk analysis*. 2017;(3):12–20. doi: 10.21668/health.risk/2017.3.02.eng
 25. Попова А.Ю., Брагина И.В., Зайцева Н.В. и др. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 1. С. 5–9. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9
 26. Кирьянов Д.А., Камалудинов М.Р., Цинкер М.Ю., Чигвинцев В.М., Бабина С.В., Кучуков А.И. Каскадная модель для оценки и прогнозирования предотвращенных потерь здоровью в результате контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 12. С. 27–36. doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-27-36

REFERENCES

1. Shepelev II, Zhukov EI, Pilyaeva OV. Disposal of fine dust during complex processing of nepheline raw materials. *Ekologiya i Promyshlennost' Rossii*. 2023;27(2):4–9. (In Russ.) doi: 10.18412/1816-0395-2023-2-4-9
2. Shumakher MYu, Sorokina AS, Kononov VV, Gilaev GG. Evaluation of the potential of carbon dioxide utilization at oil fields of the Samara region. *Oborudovanie i Tekhnologii dlya Neftegazovogo Kompleksa*. 2023;(1(133)):36–41. (In Russ.) doi: 10.33285/1999-6934-2023-1(133)-36-41
3. Zhuravleva MV, Bagautdinova AR, Klimentova GYu, Garafeev RR. Catalytic technologies for low-carbon development of petroleum and gas chemical complex. *Yuzhno-Sibirskiy Nauchnyy Vestnik*. 2023;(1(47)):67–75. (In Russ.) doi: 10.25699/sss.2023.47.1.002
4. Zaitseva NV. Hygiene in resolving actual problems of developing the health potential and life expectancy of the population in the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya*. 2022;101(10):1138–1144. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-10-1138-1144
5. Nikiforova NV, Zaitseva NV, Kleyn SV. On assessing the morbidity of the population associated with the atmospheric air quality on the example of a Russian constituent entity. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2022;14(4):73–88. doi: 10.12731/2658-6649-2022-14-4-73-88
6. Gritsenko TD, Prosviryakova IA, Sokolov SM, Pshegroda AE. Analysis of population morbidity, associated with multicomponent air pollution in public places. *Zdorov'e i Okruzhayushchaya Sreda*. 2022;(32):16–21. (In Russ.)
7. Atiskova NG, Shur PZ, Romanenko KV, Shlyapnikov DM, Sharaeva AA. Forming a list of priority hygienic standards of ambient air ingredients for harmonization. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2013;(11(248)):7–9. (In Russ.)
8. Kovshov AA, Novikova YuA, Fedorov VN, Tikhonova NA. Diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in the urban districts of Russian Arctic. *Vestnik Ural'skoy Meditsinskoy Akademicheskoi Nauki*. 2019;16(2):215–222. (In Russ.) doi: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-215-222
9. Alekseev VB, Kleyn SV, Vekovshinina SA, Andrishunas AM, Glukhikh MV. Associated with the drinking water from centralized drinking water supply systems priority factors for deterioration of health of the population in the Russian Federation. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2022;66(5):366–374. (In Russ.) doi: 10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374
10. Dorokhin SA, Bakutina YuYu, Vasilieva MV, Melikhova EP, Skrebneva AV. [Structure of population morbidity associated with the water factor.] *Molodezhnyy Innovatsionnyy Vestnik*. 2018;7(S3):22. (In Russ.)

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-12-85-94>
Original Research Article

11. Deryabin AN, Unguryanu TN, Buzinov RV. Population health risk caused by exposure to chemicals in soils. *Health Risk Analysis*. 2019;(3):18–25. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.02.eng
12. Maksimova AM, Nesterov DA, Finarov DP. Contamination of soil of Krasnogvardeiskii district of St. Petersburg with heavy metals. *Izvestiya Rossiyskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Universiteta im. A.I. Gertsena*. 2012;(153-2):104–109. (In Russ.)
13. Gutor EM, Zhidkova EA, Gurevich KG, et al. Some approaches and criteria for assessing the risk of developing occupational diseases. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2023;63(2):94–101. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2023-63-2-94-101
14. Yashnikova MV. Evaluation of neurological deficiency in patients with insult working in the conditions of exposure to harmful production factors. *Sibirskiy Nauchnyy Meditsinskiy Zhurnal*. 2018;38(3):86–91. (In Russ.) doi: 10.15372/SSMJ201803013
15. Davydova EA, Belskaia EN, Postnikova US, Taseiko OV. Assessing the risks of circulatory diseases due to noise exposure in urban areas. *Control Sciences*. 2023;(1):29–35. doi: 10.25728/cs.2023.1.4
16. Petrov SB, Sennikov IS, Petrov BA. Influence of ecological factors of the urban environment on the population morbidity of blood circulatory systems. *Fundamental'nye Issledovaniya*. 2015;(1-5):1025–1028. (In Russ.)
17. Sabirova ZF, Budarina OV, Shipulina ZV. Ranking of air pollution, socio-economic, and medical factors in the formation of mortality (for example, the centre of petrochemistry and chemistry). *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy*. 2019;(10):98–102. (In Russ.)
18. Novikov SM, Shashina TA, Dodina NS, et al. The experience of empirical research on comparative assessment of radiation and chemical health risks due to exposure to environmental factors. *Gigiena i Sanitariya*. 2019;98(12):1425–1431. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2019-98-12-1425-1431
19. Kiku PF, Yarygina MC, Gorborukova TC, Beniowa SN. Associations between sociohygienic factors on health of children and adolescents in Primorsky Krai. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2016;(4):9–13. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2016-4-9-13
20. Rakhmanin YuA, Zaitseva NV, Shur PZ, et al. Scientific and economic aspects of the solution of regional problems in environmental medicine. *Gigiena i Sanitariya*. 2005;(6):6. (In Russ.)
21. Martynova AA. Territorial zoning of the Murmansk region according to the most important environmental diseases in the population of the Murmansk region. *Rossiyskaya Arktika*. 2023;5(3):26–39. (In Russ.) doi: 10.24412/2658-4255-2023-3-26-39
22. Andreeva EE, Onishchenko GG, Kleyn SV. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. *Health Risk Analysis*. 2016;(3):23–34. doi: 10.21668/health.risk/2016.3.03.eng
23. Zaitseva NV, Shur PZ, Kiryanov DA, Kamaltdinov M, Cinker MYu. Methodical approaches for health population risk estimation based evolution models. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2013;(1(238)):4–6. (In Russ.)
24. Kiryanov DA, Tsinker MYu, Istorik OA, Stepanov EG, Davletnurov NKH, Efremov VM. On assessment of Rospotrebnadzor surveillance and control activities efficiency in regions: Assessment criteria being prevented economic losses caused by population morbidity and mortality and associated with negative impacts exerted by environmental factors. *Health Risk Analysis*. 2017;(3):12–20. doi: 10.21668/health.risk/2017.3.02.eng
25. Popova AYU, Bragina IV, Zaitseva NV, et al. On the scientific and methodological support of the assessment of the performance and effectiveness of the control and supervision activity of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(1):5–9. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-1-5-9
26. Kiryanov DA, Kamaltdinov MR, Tsinker MYu, Chigvintsev VM, Babina SV, Kuchukov AI. Cascade model for assessing and predicting health losses prevented through control and supervisory activities of Rospotrebnadzor. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(12):27–36. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2023-31-11-27-36

Сведения об авторах:

Кирьянов Дмитрий Александрович – к.т.н., заведующий отделом математического моделирования систем и процессов; e-mail: kda@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>.

✉ **Камалtdинов** Марат Решидович – к.ф.-м.н., заведующий лабораторией ситуационного моделирования и экспертно-аналитических методов управления; e-mail: kmr@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-9252>.

Бабина Светлана Владимировна – заведующий лабораторией информационно-вычислительных систем и технологий; e-mail: bsv@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-6805>.

Ситчихина Любовь Александровна – младший научный сотрудник лаборатории информационно-вычислительных систем и технологий; e-mail: sla@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2565-891X>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Кирьянов Д.А., Камалtdинов М.Р.*, сбор и подготовка данных: *Бабина С.В., Ситчихина Л.А.*, создание расчетных алгоритмов и модулей: *Камалtdинов М.Р., Бабина С.В.*, описание результатов: *Кирьянов Д.А., Камалtdинов М.Р.*, подготовка рукописи: *Камалtdинов М.Р.* Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено на заседании комитета по этике ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (Протокол No 2 от 07.02.2023).

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 22.10.24 / Принята к публикации: 10.12.24 / Опубликовано: 26.12.24

Author information:

Dmitry A. **Kiryanov**, Cand. Sci. (Tech.), Head of the Department for Mathematical Modeling of Systems and Processes; e-mail: kda@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>.

✉ Marat R. **Kamaltdinov**, Cand. Sci. (Phys. & Math.), Head of the Situation Modeling and Expert and Analytical Management Techniques Laboratory; e-mail: kmr@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-9252>.

Svetlana V. **Babina**, Head of the Information and Computing Systems and Technologies Laboratory; e-mail: bsv@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9222-6805>.

Liubov A. **Sitchikhina**, Junior Researcher, Information and Computing Systems and Technologies Laboratory; e-mail: sla@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2565-891X>.

Author contributions: study conception and design: *Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R.*; data collection and preparation: *Babina S.V., Sitchikhina L.A.*; creation of calculation algorithms and modules: *Kamaltdinov M.R., Babina S.V.*; description of the results: *Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R.*; draft manuscript preparation: *Kamaltdinov M.R.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: The study was approved by the Ethics Committee of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (Protocol No. 2 of February 7, 2023).

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: October 22, 2024 / Accepted: December 10, 2024 / Published: December 26, 2024