

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Читать
онлайн
Read
online

Мозганов М.Ю., Николаева Н.И., Филин А.С., Малышек В.В., Онищенко Г.Г.

Анализ отдельных перспективных направлений развития оценки риска для здоровья населения в Российской Федерации (обзор литературы)

ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

По мере цивилизационного развития и ускорения научно-технического прогресса, сопряжённого с интенсификацией промышленного производства, увеличения источников и усложнения структуры неблагоприятных факторов среды обитания, население постоянно находится под действием комплекса факторов антропогенного происхождения химической и физической природы, способных негативно воздействовать на здоровье. Анализ риска для здоровья населения, связанного с воздействием факторов окружающей среды, признан одним из стратегических направлений развития гигиены в Российской Федерации. Следовательно, постоянное развитие методологии оценки риска для здоровья и её использование является актуальным направлением и основой эффективной первичной профилактики неблагоприятного влияния факторов окружающей среды в нашей стране.

Цель работы — рассмотреть основные актуальные направления оценки риска для здоровья населения.

Для достижения указанной цели проведены систематизация законодательных и методических документов и анализ литературных данных ряда источников, таких как журналы «Анализ риска здоровью», «Гигиена и санитария», «Международный журнал экспериментального образования», базы данных «Pubmed», «eLibrary», «Cyberleninka». Поиск проводился по запросам «Оценка риска для здоровья», «Risk assessment», «Сочетанное воздействие». В журнале «Анализ риска здоровью» изучен архив за 2018–2023 гг.

В результате установлены перспективные направления научных исследований: гармонизация терминологии, используемой в оценке риска для здоровья; развитие методических подходов к оценке риска, связанного с воздействием физических факторов; разработка методических подходов к оценке риска, связанного с сочетанным воздействием на здоровье населения неблагоприятных факторов среды обитания различной природы; учёт индивидуальной чувствительности населения; учёт воздействия множественных неопределённых факторов.

Ключевые слова: риск для здоровья; оценка риска; фактор среды обитания; сочетанный риск; комплексный риск; градостроительная политика

Для цитирования: Мозганов М.Ю., Николаева Н.И., Филин А.С., Малышек В.В., Онищенко Г.Г. Анализ отдельных перспективных направлений развития оценки риска для здоровья населения в Российской Федерации (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2024; 103(1): 76–80. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-1-76-80> <https://elibrary.ru/scqown>

Для корреспонденции: Мозганов Максим Юрьевич, ассистент каф. экологии человека и гигиены окружающей среды ФГАОУ ВО Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 119991, Москва, Россия. E-mail: maksmo1998@mail.ru

Участие авторов: Мозганов М.Ю. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание текста; Николаева Н.И. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Филин А.С. — сбор и обработка данных, написание текста, редактирование; Малышек В.В. — сбор и обработка данных; Онищенко Г.Г. — концепция и дизайн исследования, редактирование.

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

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 30.06.2023 / Принята к печати: 28.12.2023 / Опубликована: 31.01.2024

Maksim Yu. Mozganov, Natalia I. Nikolaeva, Andrey S. Filin, Vadim V. Malyshek,
Gennadiy G. Onishchenko

Analysis of some promising directions of the development of the public health risk assessment in the Russian Federation (review article)

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University),
Moscow, 119991, Russian Federation

ABSTRACT

The population of developed and developing countries is constantly under the influence of a complex of adverse environmental factors that can negatively affect health. The Public health risk assessment is one of the strategic directions of hygiene development in the Russian Federation. Therefore, the study, improvement, and use of health risk assessment are a promising direction and the basis for effective primary prevention of environmentally related diseases in our country.

The purpose of the work is to describe the current directions of risk assessment.

To achieve this goal, the systematization of legislative and methodological documents and the analysis of literary data from a number of sources were carried out. The analysis was made among the sources: «Analiz riska zdorov'yu» (Health risk Analysis), «Gigiena i Sanitariya» (Hygiene and Sanitation), «Pubmed», «eLibrary», «Cyberleninka», «Mezhdunarodny zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija» (International Journal of Experimental Education). The search was conducted for the keywords: «Risk assessment», «Combined exposure». The archive for 2018–2023 was studied in the journal «Analiz riska zdorov'yu».

As a result, promising areas of scientific research were identified: harmonization of terminology used in assessing health risks; development of methodological approaches to risk assessment associated with exposure to physical factors; development of methodological approaches to assessing the risk associated with the combined impact on the health of the population of adverse environmental factors of various nature; taking into account the individual sensitivity of the population; taking into account the impact of multiple uncertain factors.

Keywords: health risk; risk assessment; environmental factor; combined risk; urban planning

For citation: Mozganov M.Yu., Nikolaeva N.I., Filin A.S., Malyshek V.V., Onishchenko G.G. Analysis of some promising directions of the development of the public health risk assessment in the Russian Federation (review article). *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(1): 76–80. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-103-1-76-80> <https://elibrary.ru/scqown> (In Russ.)

For correspondence: Maksim Yu. Mozganov, assistant of the Dep. of Ecology of human and hygiene of the environment of the Institute of Public Health named after F.F. Erisman, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, 119991, Russian Federation. E-mail: maksmo1998@mail.ru

Contribution: Mozganov M. Yu. — the concept and design of the study, collection of material, writing a text; Nikolaeva N.I. — the concept and design of the study, editing; Filin A.S. — collection of material, writing a text, editing; Malyshek V.V. — writing a text; Onishchenko G.G. — the concept and design of the study, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: June 30, 2023 / Accepted: December 28, 2023 / Published: January 31, 2024

По мере цивилизационного развития и ускорения научно-технического прогресса, сопряжённого с интенсификацией промышленного производства, увеличения источников и усложнения структуры неблагоприятных факторов среды обитания население развитых и развивающихся стран постоянно находится под действием комплекса факторов антропогенного происхождения химической и физической природы, способных негативно воздействовать на здоровье [1–9].

XIII Всероссийский съезд гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей постановил в резолюции, что «стратегическим направлением развития гигиены, токсикологии и организации деятельности санитарно-эпидемиологической службы страны является анализ риска для здоровья, связанного с воздействием неблагоприятных химических, физических и биологических факторов окружающей среды на население, их всесторонние эпидемиологические исследования и математическое моделирование в целях принятия обоснованных управленческих решений». Другими стратегическими направлениями также являются «изучение персонализированного профессионального риска»; «внедрение технологий управления рисками» [10].

Следовательно, изучение, совершенствование и использование оценки риска для здоровья является актуальным направлением и основой эффективной первичной профилактики неблагоприятного влияния факторов окружающей среды в нашей стране.

Цель работы — рассмотреть основные актуальные направления оценки риска для здоровья населения от воздействия факторов различной природы.

Для достижения указанной цели проведены систематизация законодательных и методических документов и анализ литературных данных ряда источников, таких как журналы «Анализ риска здоровью», «Гигиена и санитария», «Международный журнал экспериментального образования», базы данных «Pubmed», «eLibrary», «Cyberleninka». Поиск проводился по запросам «Оценка риска для здоровья», «Risk assessment», «сочетанное воздействие». В журнале «Анализ риска здоровью» изучен архив за 2018–2023 гг.

Риск для здоровья имеет множество различных определений в отечественных и зарубежных источниках [11, 12]. Например, в глоссарии USEPA даётся следующее определение: «вероятность возникновения неблагоприятных эффектов в результате воздействия факторов среды обитания» [13]. В публикациях Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) риск для здоровья обозначается как вероятность возникновения изменений в здоровье при определённых обстоятельствах и воздействии определённой опасности [14]. Документ Евросоюза с риском для здоровья называет сочетание вероятности возникновения опасности, причиняющей вред в данном сценарии, и тяжести этого вреда¹. Можно отметить, что большинство определений так или иначе включают в себя понятия «вероятность» и «неблагоприятный эффект». В настоящем обзоре мы остановимся на определении, указанном в руководстве Р 2.1.10.1920–04: «риск для здоровья — это вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угро-

зы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленной воздействием факторов среды обитания»².

Оценка риска — это первый этап анализа риска для здоровья населения, и её продолжением являются процессы управления риском и информирования о риске [11, 12].

Впервые оценка риска использовалась в исследованиях, проведённых USEPA в 1970-е годы. В дальнейшем концепция риска и методики его оценки становятся всё более востребованными для обоснования управленческих решений. Издаётся ряд законодательных документов в США, Австралии, Канаде, ЕС и других странах, основанных на проведении оценки риска [12].

В Российской Федерации началом использования методологии оценки риска для здоровья можно назвать проведение модельных исследований в 1997 г. в рамках «Проекта по экологической политике и экономике природопользования». В этом же году Главным государственным санитарным врачом РФ и Главным государственным инспектором РФ по охране природы подписывается постановление, законодательно закрепившее использование методологии оценки риска в России³.

В 2002 г. издаётся одна из наиболее значимых для российской школы оценки риска для здоровья населения монографий [11], описывающая оценку риска, связанного с воздействием химических веществ. В 2004 г. издаётся ключевой российский документ, посвящённый проведению оценки риска, — Р 2.1.10.1920–04². Помимо этого руководства в Российской Федерации применяется ряд других документов по оценке риска, связанного с воздействием различных факторов среды обитания, например, факторов микробной природы⁴, электромагнитных полей⁵, химических веществ⁶, транспортного шума⁷. Стоит отметить, что многие из этих документов основываются на построении эволюционных математических моделей.

В 2007 г. выходит постановление⁸, обязывающее выполнение оценки риска для здоровья населения при обосновании размеров санитарно-защитных зон для предприятий

² Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920–04. <https://meganorm.ru/Index2/1/4293853/4293853015.htm>

³ Постановление «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» <https://docs.cntd.ru/document/420276120>

⁴ МР 2.1.10.0067–12 «Оценка риска здоровью населения при воздействии факторов микробной природы, содержащихся в пищевых продуктах. Методические основы, принципы и критерии оценки». <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751074.pdf>

⁵ МР 2.1.10.0061–12 «Оценка риска для здоровья населения при воздействии переменных электромагнитных полей (до 300 ГГц) в условиях населённых мест». <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293752/4293752966.pdf>

⁶ МР 2.1.10.0062–12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей». <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751073.pdf>

⁷ МР 2.1.10.0059–12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума». <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293791/4293791270.htm>

⁸ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. № 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12058477/>

¹ EU general risk assessment methodology (Action 5 of Multi-Annual Action Plan for the surveillance of products in the EU (COM(2013)76)) <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/17107?locale=en>

1-го и 2-го классов опасности [12, 15]. В настоящее время применение оценки риска для здоровья при воздействии химических веществ также предусматривается при установлении достаточности границ СЗЗ промышленных предприятий^{9,10,11}.

Говоря о нормативно-правовых документах, также необходимо упомянуть федеральный закон № 52 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», регламентирующий некоторые аспекты оценки и управления риском в статьях 30, 38, 44, 51¹². С 2017 г. разработка санитарных правил должна предусматривать определение санитарно-эпидемиологических требований предотвращения вредного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения, в том числе установление оснований, при наличии которых требуются расчёт и оценка риска для здоровья человека (статья 38).

Из ключевых преимуществ методологии оценки риска стоит выделить возможность оценивать риск комплексно — при одновременном поступлении нескольких химических веществ через разные пути поступления, и возможность ранжировать влияние вредных факторов с выделением наиболее значимых [11, 12]. Эти преимущества позволяют объективно оценивать влияние факторов среды обитания на здоровье человека и оперативно внедрять управленческие решения, воздействующие на приоритетные факторы, обуславливающие наибольший риск.

Важной проблемой по-прежнему остаётся оценка риска при сочетанном воздействии факторов [16, 17]. На данный момент проведены немногочисленные исследования, посвящённые оценке подобного риска [18]. Для оценки риска факторов разной природы предложена методика с построением эволюционных моделей [19].

Известно, что шум и другие физические факторы способны усиливать токсический эффект ксенобиотиков [20–24], поэтому проведение исследований, оценивающих суммарный риск воздействием химических веществ в сочетании с воздействием физических факторов, можно назвать актуальным направлением в развитии оценки риска для здоровья.

Накоплен значительный научный потенциал по оценке риска при воздействии химических веществ [25–29]. В то же время, принимая во внимание проанализированные литературные данные, можно констатировать, что работ, осуществляющих оценку риска для здоровья населения, связанного с воздействием других факторов, проводится меньше.

В некоторых исследованиях показано, что риск для здоровья, связанный с воздействием нехимических факторов (в частности, транспортного шума), в ряде случаев может выходить за пределы приемлемого, а также быть более значимым, чем риск при воздействии химического фактора [30, 31].

Таким образом, развитие методических подходов к оценке риска для здоровья населения от воздействия физических и биологических факторов и их практическое использование являются востребованными и гигиенически обоснованными.

⁹ Постановление Правительства РФ от 03.03.2018 г. № 222 (ред. от 03.03.2022 г.) «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон».

¹⁰ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.02.2022 г. № 7 «О внесении изменений в Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25.09.2007 г. № 74».

¹¹ СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [https://www.rosпотребнадzor.ru/files/news/SP2.1.3684-21_territorii.pdf](https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/SP2.1.3684-21_territorii.pdf)

¹² Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ (ред. от 04.11.2022 г., с изм. от 30.05.2023 г.) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/

Среди прочих значимых неопределённостей в методиках оценки риска рядом авторов также выделяются индивидуальная чувствительность населения к воздействию различных факторов [16, 32] и наличие воздействия множественных и неопределённых факторов [17, 33].

Индивидуальная чувствительность населения, находящегося под воздействием, может влиять на результат любой оценки риска, а воздействие неопределённых факторов — на результат любой комплексной оценки риска, поэтому разработка методик, способных качественно учитывать влияние этих неопределённостей, является перспективной задачей. Для учёта индивидуальной чувствительности Смагуловым Н.К. и Ажиметовой Г.Н. предлагается использовать «адаптационный резерв в качестве интегрирующего термина, отражающего всю совокупность форм гетерогенности популяции по отношению к изучаемому фактору» [32]. Для решения проблемы воздействия неопределённых факторов разработана методика на основе теории нечётких множеств [33].

Возвращаясь к вопросу определений, нужно отметить, что ряд авторитетных исследователей выделяют необходимость унификации и гармонизации терминологий и методических подходов к оценке рисков для здоровья от воздействия факторов различной природы [11, 12, 16]. Наиболее проблемными элементами оценки риска авторами называются термины «риск», «опасность», классификация уровней риска, а также внутренние методические различия этапов оценки риска (горизонтальная гармонизация).

Известно, что условия современного мегаполиса (например, такого как Москва) характеризуются высокой плотностью населения, застройки и интенсивностью транспортных потоков, что непременно обуславливает и более высокие риски для здоровья [34–36]. В настоящее время такие значимые санитарные требования к градостроительной политике, как нормирование плотности застройки или нормирование санитарных разрывов автостоянок от жилых зданий, школ, существуют только в виде рекомендаций и зачастую не соблюдаются [34]. Необходимо проведение работ по оценке риска, учитывающих особенности его территориального распределения в условиях современной градостроительной политики городов, и разработка на основе полученных результатов соответствующих управленческих решений.

Как пример подобных работ можно привести оценку риска при перераспределении транспортных потоков путём строительства дополнительных соединительных магистралей и автомобильных развязок. Так, согласно расчётам, в результате строительства развязки Краснопресненского проспекта с улицей Народного Ополчения канцерогенный риск повысится на территории, непосредственно к ней прилегающей, но при этом значительно сократится на отдалённых территориях [36]. Получение подобных результатов иллюстрирует, что оценка риска для здоровья населения на территории крупного города позволяет определить наиболее приоритетные направления развития планировочных и градостроительных решений и при необходимости провести их доработку с целью достижения значимых снижений уровней риска для здоровья населения.

Заключение

В результате проведённого анализа были выделены следующие перспективные направления в сфере развития оценки риска:

1. гармонизация терминологии, используемой в оценке риска для здоровья;
2. развитие методических подходов к оценке риска, связанного с воздействием физических факторов;
3. разработка методических подходов к оценке риска, связанного с сочетанным воздействием на здоровье населения неблагоприятных факторов среды обитания различной природы;

4. учёт индивидуальной чувствительности среди неоднородных групп населения;

5. учёт воздействия множественных неопределённых факторов при оценке риска.

Важно понимать, что оценка риска для здоровья населения является лишь первым этапом общего процесса — анализа риска, после которого должны обязательно

быть осуществлены следующие шаги — управление риском и информирование о риске. Выполнение оценки риска для здоровья населения обособленно — нецелесообразно, так как целью анализа риска является проведение мероприятий, способных снизить риск для здоровья и обеспечить санитарно-эпидемиологическое благополучие населения.

Литература

(п.п. 1–3, 5–7, 13, 14, 20, 23 см. References)

- Веремчук Л.В., Минева Е.Е., Виткина Т.И., Гвозденко Т.А. Влияние климата на функцию внешнего дыхания здорового населения г. Владивостока и больных с бронхолегочной патологией. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(5): 418–23. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-5-418-423> <https://elibrary.ru/ayscbh>
- Решение 3-го Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды на тему: «Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологических рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения». *Гигиена и санитария*. 2019; 98(11): 1321–2. <https://elibrary.ru/xtbvjn>
- Погонышева И.А., Погонышев Д.А. Актуальные проблемы взаимосвязи окружающей среды и здоровья человека в странах Европейского союза. Обзор литературы. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(5): 473–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-5-473-477> <https://elibrary.ru/htnobm>
- Резолюция XIII Всероссийского съезда гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей «Развивая вековые традиции, обеспечивая «Санитарный щит страны». Available at: <https://meeting.fncg.ru/hygienists/>
- Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. *Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду*. М.: 2002.
- Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития*. Пермь; 2014. <https://elibrary.ru/udtylr>
- Библин А.М., Зыкова И.А., Королева Т.М., Николаевич М.С. Методологические подходы к оценке риска для здоровья в гигиенических исследованиях. *Радиационная гигиена*. 2013; 6(2): 31–8. <https://elibrary.ru/sjcvjr>
- Ракитский В.Н., Кузьмин С.В., Авалиани С.Л., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А. Современные вызовы и пути совершенствования оценки и управления рисками здоровью населения. *Анализ риска здоровью*. 2020; (3): 23–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.03> <https://elibrary.ru/wsouds>
- Смагулов Н.К., Ажиметова Г.Н., Цой В.А. Актуальные проблемы комплексной оценки риска для здоровья городского населения факторов окружающей среды. *Международный журнал экспериментального образования*. 2013; (10–2): 267–70. <https://elibrary.ru/rcosvd>
- Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Скворонская С.А., Мацюк А.В. и др. Опыт практических исследований по сравнительной оценке радиационных и химических рисков здоровью населения от воздействия факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(12): 1425–31. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-12-1425-1431> <https://elibrary.ru/tbcdid>
- Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А., Устинова О.Ю. Методические подходы к оценке и прогнозированию индивидуального риска здоровью при воздействии комплекса разнородных факторов для задач персонализированной профилактики. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(1): 34–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-1-34-43> <https://elibrary.ru/ywrnft>
- Николаева Н.И., Ракитский В.Н., Ильницкая А.В., Федина И.Н., Преображенская Е.А., Филин А.С. Анализ комплексных исследований сочетанного действия вредных факторов при плазменной технологии. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 58(9): 23–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-23-28> <https://elibrary.ru/yjguvn>
- Леванчук А.В., Копытенкова О.И. Гигиеническая характеристика функционального состояния кардиореспираторной системы детей, подвергающихся сочетанному воздействию загрязнений атмосферного воздуха в различных климатических условиях. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(6): 603–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-6-603-609> <https://elibrary.ru/sugutr>
- Верзилова О.В., Родников А.В., Никитина Л.А., Роом Э.В., Комарова В.В., Разбаш Ф.Л. и др. Сочетанное действие на организм бензола, вибрации и шума. *Гигиена и санитария*. 1978; 57(8): 22–5.
- Зайцева Н.В., Май И.В. Качество атмосферного воздуха и показатели риска здоровью как объективные критерии результативности воздухоохранной деятельности на территориях городов-участников федерального проекта «Чистый воздух». *Анализ риска здоровью*. 2023; (1): 4–12. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.1.01> <https://elibrary.ru/omvwle>
- Фазлыева А.С., Даукаев Р.А., Каримов Д.О., Афонькина С.Р., Аллаярлова Г.Р., Аухадиева Э.А. Риски для здоровья населения, обусловленные контаминацией пищевых продуктов местного производства. *Анализ риска здоровью*. 2022; (4): 100–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.09> <https://elibrary.ru/xwtgvu>
- Дерябкина Л.А., Марченко Б.И., Тарасенко К.С. Оценка канцерогенного риска, обусловленного повышенным содержанием 3,4-бенз(а)пирена в почве промышленного города. *Анализ риска здоровью*. 2022; (1): 27–35. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.03> <https://elibrary.ru/okvzem>
- Боев В.М., Зеленина Л.В., Кудусова Л.Х., Кряжева Е.А., Зеленин Д.О. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, ассоциированного с загрязнением депонирующих сред тяжёлыми металлами. *Анализ риска здоровью*. 2022; (1): 17–26. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.02> <https://elibrary.ru/pssyqm>
- Рахматуллин Л.Р., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Бактыбаева З.Б., Рахматуллин Н.Р. Оценка риска здоровью населения, связанного с качеством питьевой воды (на примере нефтяных районов Республики Башкортостан). *Анализ риска здоровью*. 2021; (2): 33–40. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.2.03> <https://elibrary.ru/rhccnx>
- Клепиков О.В., Самойлов А.С., Ушаков И.Б., Попов В.И., Куропат С.А. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(8): 686–92. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-8-686-692> <https://elibrary.ru/ybkawt>
- Копытенкова О.И., Курепин Д.Е., Фридман К.Б., Кузнецова Е.Б. Подходы при изучении воздействия шума железнодорожного транспорта на основе методологии оценки риска. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 675–81. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-7-675-681> <https://elibrary.ru/zfbypv>
- Смагулов Н.К., Ажиметова Г.Н. Роль факторов окружающей среды в формировании уровня здоровья населения. *Международный журнал экспериментального образования*. 2013; (11–1): 57–60.
- Зайцева Н.В., Землянова М.А., Май И.В., Алексеев В.Б., Трусов П.В., Хрущева Е.В. и др. Комплексная оценка эффективности митигации вреда здоровью на основе теории нечетких множеств при планировании воздухоохранных мероприятий. *Анализ риска здоровью*. 2020; (1): 25–37. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.1.03> <https://elibrary.ru/cueyva>
- Ревич Б.А. Планирование городских территорий и здоровье населения: аналитический обзор. *Анализ риска здоровью*. 2022; (1): 157–69. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.17> <https://elibrary.ru/ajevgs>
- Клейн С.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Гигиенический анализ потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении деятельности аэровоздушных комплексов. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(3): 268–75. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-268-275> <https://elibrary.ru/mnpelu>
- Фокин С.Г. *Научно-методические основы управления риском здоровью населения в условиях мегаполиса*: Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. СПб.; 2011.

References

- Bai X., Nath I., Capon A., Hasan N., Jaron D. Health and wellbeing in the changing urban environment: complex challenges, scientific responses, and the way forward. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 2012; 4(4): 465–72. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.09.009>
- Johnson N.M., Hoffmann A.R., Behlen J.C., Lau C., Pendleton D., Harvey N., et al. Air pollution and children's health — a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter. *Environ. Health Prev. Med.* 2022; 26(1): 72. <https://doi.org/10.1186/s12199-021-00995-5>
- Landrigan P.J., Stegeman J.J., Fleming L.E., Allemand D., Anderson D.M., Backer L.C., et al. Human health and ocean pollution. *Ann. Glob. Health.* 2020; 86(1): 151. <https://doi.org/10.5334/aogh.2831>
- Veremchuk L.V., Mineeva E.E., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A. The influence of climate on the respiratory function of the healthy population of Vladivostok and patients with bronchopulmonary pathology. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(5): 418–23. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-5-418-423> <https://elibrary.ru/ayscbh> (in Russian)
- Sivakumaran K., Ritonja J.A., Waseem H., AlShenaibar L., Morgan E., Ahmadi S.A., et al. Impact of noise exposure on risk of developing stress-related health effects related to the cardiovascular system: a systematic review and meta-analysis. *Noise Health.* 2022; 24(114): 107–29. https://doi.org/10.4103/nah.nah_83_21
- Yabe J., Ishizuka M., Umemura T. Current levels of heavy metal pollution in Africa. *J. Vet. Med. Sci.* 2010; 72(10): 1257–63. <https://doi.org/10.1292/jvms.10-0058>
- Colao A., Muscogiuri G., Piscitelli P. Environment and health: not only cancer. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2016; 13(7): 724. <https://doi.org/10.3390/ijerph13070724>

8. The Resolution of Thematic issue on the materials of the 3rd International Forum of the Scientific Council of the Russian Federation on human ecology and environmental hygiene on the topic: «Modern problems of assessing, forecasting and managing environmental risks to public health and the environment, ways for their rational solution». *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(11): 1321–2. <https://elibrary.ru/xtbvjn> (in Russian)
9. Pogonyshva I.A., Pogonyshv D.A. Current issues of the interrelationship between the environment and human health in European Union countries. Literature review. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(5): 473–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-5-473-477> <https://elibrary.ru/htnobm> (in Russian)
10. Resolution of the XIII All-Russian Congress of Hygienists, Toxicologists and sanitary doctors «Developing age-old traditions, providing a «Sanitary shield of the country». Available at: <https://meeting.fncg.ru/hygienists/> (in Russian)
11. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. *Basics of Risk Assessment for Public Health with Exposing of Chemicals Polluting the Environment [Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredy]*. Moscow, 2002. (in Russian)
12. Onishchenko G.G., Zaytseva N.V., eds. *Health Risk Analysis in the Strategy of State Socio-Economic Development [Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya]*. Perm': 2014. <https://elibrary.ru/udtylr> (in Russian)
13. US EPA. IRIS Glossary. Available at: <https://www.epa.gov/iris/iris-glossary>
14. WHO. Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan earthquake and tsunami, based on a preliminary dose estimation; 2013. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241505130>
15. Biblin A.M., Zykova I.A., Koroleva T.M., Nikolaevich M.S. Methodological approaches to assessments of health risks in hygienic research. *Radiatsionnaya gigiena*. 2013; 6(2): 31–8. <https://elibrary.ru/sjcvjp> (in Russian)
16. Rakitskiy V.N., Kuz'min S.V., Avaliani S.L., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A. Contemporary challenges and ways to improve health risk assessment and management. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (3): 22–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.3.03> <https://elibrary.ru/nfnkzx>
17. Smagulov N.K., Azhimetova G.N., Tsoy V.A. Actual problems of integrated health risk assessment of the urban population of environmental factors. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2013; (10–2): 267–70. <https://elibrary.ru/rcocvd> (in Russian)
18. Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Skovronskaya S.A., Matsyuk A.V., 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 (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(12): 1425–31. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2019-98-12-1425-1431> <https://elibrary.ru/tbcdid> (in Russian)
19. Zemlyanova M.A., Zaytseva N.V., Kir'yanov D.A., Ustinova O.Yu. Methodological approaches to evaluation and prediction of individual risk to health under the exposure to a complex of different factors for tasks of personalized prophylaxis. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(1): 34–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-1-34-43> <https://elibrary.ru/ywrnft> (in Russian)
20. Onishchenko G., Nikolayeva N., Rakitskiy V., Ilitskaya A., Filin A., Korolev A., et al. Comprehensive study of health effects of plasma technology occupational environment: Exposure to high frequency and intensity noise and toxic gases. *Environ. Res.* 2023; 216(Pt. 3): 114691. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114691>
21. Nikolaeva N.I., Rakitskiy V.N., Ilitskaya A.V., Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Filin A.S. Experimental study of combined effect of health hazards associated with plasma technology. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; 58(9): 23–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-23-28> <https://elibrary.ru/yjguvn> (in Russian)
22. Levanchuk A.V., Kopytenkova O.I. Hygienic characteristics of the functional state of the cardiorespiratory system of children exposed to combined effects of air pollution in different climatic conditions. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(6): 603–9. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-6-603-609> <https://elibrary.ru/sugutr> (in Russian)
23. Golmohammadi R., Darvishi E. The combined effects of occupational exposure to noise and other risk factors – a systematic review. *Noise Health*. 2019; 21(101): 125–41. https://doi.org/10.4103/nah.nah_4_18
24. Verzilova O.V., Rodnikov A.V., Nikitina L.A., Room E.V., Komarova V.V., Razbash F.L., et al. The joint action of benzene, vibration and noise on the body. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1978; 57(8): 22–5. (in Russian)
25. Zaytseva N.V., May I.V. Ambient air quality and health risks as objective indicators to estimate effectiveness of air protection in cities included into the «Clean air» Federal project. *Analiz riska zdorov'yu*. 2023; (1): 4–12. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.1.01> <https://elibrary.ru/daavxq>
26. Fazlyeva A.S., Daukaev R.A., Karimov D.O., Afon'kina S.R., Allayarova G.R., Aukhadieva E.A. Public health risks caused by contamination of local food products. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (4): 100–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.09> <https://elibrary.ru/ulunmq>
27. Deryabkina L.A., Marchenko B.I., Tarasenko K.S. Assessment of carcinogenic risk caused by elevated 3,4-benz(a)pyrene concentration in soils in an industrial city. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (1): 27–35. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.03> <https://elibrary.ru/rloijt>
28. Boev V.M., Zelenina L.V., Kudusova L.Kh., Kryazheva E.A., Zelenin D.O. Hygienic assessment of carcinogenic health risks associated with contamination of depositing media with heavy metals. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (1): 17–26. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.02> <https://elibrary.ru/amonix>
29. Rakhmatullina L.R., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R. Assessing health risks associated with drinking water quality (on the example of regions in Bashkortostan where oil fields are located). *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (2): 34–41. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.2.03> <https://elibrary.ru/edftr>
30. Klepikov O.V., Samoylov A.S., Ushakov I.B., Popov V.I., Kurolop S.A. Comprehensive assessment of the state of the environment of the industrial city. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(8): 686–92. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2018-97-8-686-692> <https://elibrary.ru/ybkawt> (in Russian)
31. Kopytenkova O.I., Kurepin D.E., Fridman K.B., Kuznetsova E.B. Methodical approach and assessment of noise impact of rail transport on the basis of the use of risk assessment methodology. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(7): 675–81. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2017-96-7-675-681> <https://elibrary.ru/zfbyyp> (in Russian)
32. Smagulov N.K., Azhimetova G.N. The role of environmental factors in forming the level of public health. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2013; (11–1): 57–60. (in Russian)
33. Zaytseva N.V., Zemlyanova M.A., May I.V., Alekseev V.B., Trusov P.V., Khrushcheva E.V. Efficiency of health risk mitigation: complex assessment based on fuzzy sets theory and applied in planning activities aimed at ambient air protection. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (1): 25–37. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.1.03> <https://elibrary.ru/vamexc>
34. Revich B.A. Urban planning and public health: analytical review. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (1): 147–61. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.1.17> <https://elibrary.ru/duongk>
35. Kleyn S.V., May I.V., Kir'yanov D.A. Hygienic analysis of potential risks of health harm in the implementation of airport complexes activity. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(3): 268–75. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-3-268-275> <https://elibrary.ru/mnpelu> (in Russian)
36. Fokin S.G. *Scientific and methodological foundations of public health risk management in a megacity*: Diss. St. Petersburg; 2011. (in Russian)

Информация об авторах:

Мозанов Максим Юрьевич – аспирант, ассистент каф. экологии человека и гигиены окружающей среды Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0009-0009-4257-2350> E-mail: maksmo1998@mail.ru

Николаева Наталья Ивановна – доктор мед. наук, профессор каф. экологии человека и гигиены окружающей среды Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0000-0003-1226-9990> E-mail: nativ.nikolayeva@gmail.com

Филин Андрей Сергеевич – канд. мед. наук, доцент каф. экологии человека и гигиены окружающей среды Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0000-0002-9724-8410> E-mail: andrey.filin@mail.ru

Мальшеш Вадим Владимирович – студент 5-го курса ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0009-0006-0001-3276> E-mail: vadimmalyshek@gmail.com

Онищенко Геннадий Григорьевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, зав. каф. экологии человека и гигиены окружающей среды Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0000-0003-0135-7258> E-mail: onishchenko_g_g@staff.sechenov.ru

Information about the authors:

Maxim Yu. Mozanov – postgraduate student, assistant of the Dep. of Ecology of human and hygiene of the environment of the Institute of Public Health named after F.F. Erisman, Sechenov University, Moscow, 119991, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0009-4257-2350> E-mail: maksmo1998@mail.ru

Natalia I. Nikolaeva – MD, PhD, DSci., Professor of the Dep. of Ecology of human and hygiene of the environment of the Institute of Public Health named after F.F. Erisman Sechenov University, Moscow, 119991, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1226-9990> E-mail: nativ.nikolayeva@gmail.com

Andrey S. Filin – MD, PhD, Associate Professor of the Dep. of Ecology of human and hygiene of the environment of the Institute of Public Health named after F.F. Erisman Sechenov University, Moscow, 119991, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9724-8410> E-mail: andrey.filin@mail.ru

Vadim V. Malyshek – 5th year's student of the Sechenov University, Moscow, 119991, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0006-0001-3276> E-mail: vadimmalyshek@gmail.com

Gennady G. Onishchenko – Academician of the Russian Academy of Sciences, MD, PhD, DSci., Professor of the Dep. of Ecology of human and hygiene of the environment of the Institute of Public Health named after F.F. Erisman, Sechenov University, Moscow, 119991, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-0135-7258> E-mail: onishchenko_g_g@staff.sechenov.ru