

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СТРАТЕГИИ УМЕНЬШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭПИДЕМИИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

**В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина,
Н.С. Додина, В.А. Кислицин**

Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана, Россия, 141014, г. Мытищи, ул. Семашко 2

Отражены результаты анализа последних мировых данных, свидетельствующих о том, что загрязнение атмосферного воздуха является одним из наиболее значимых факторов риска развития неинфекционных заболеваний. При этом неблагоприятное воздействие на здоровье наиболее выражено среди чувствительных групп населения (женщины, дети, пожилые лица).

Отмечено, что крайне редкое выполнение этапа управления риском с обоснованием наиболее эффективных мер по его минимизации является одной из ключевых проблем практического использования методологии анализа риска здоровью населения в России.

Подчеркнута эффективность использования методологии анализа риска здоровью в ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Рекомендованы основные этапы оценки эффективности и результативности мероприятий по управлению рисками здоровью населения, снижению заболеваемости и смертности населения, созданию комфортной и благоприятной городской среды в 12 городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух».

Предложен к использованию единый алгоритм действий на основе экономической оценки альтернативных вариантов управления риском здоровью и обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия, включающий: обоснование необходимости проведения исследований, оценку риска здоровью при «базовом» уровне воздействия и определение приоритетных проблем; оценку остаточного риска здоровью после каждого рассматриваемого мероприятия, оценку эффективности технологических, экономических, а также влияющих на здоровье мероприятий, сравнительную оценку рисков здоровью, ранжирование рисков здоровью с учетом дополнительных эффектов, технологической и экономической эффективности, обоснование выбора наиболее оптимального варианта мероприятия, предоставление выводов принимающим решения лицам, обоснование выбора принимаемого решения.

Ключевые слова: анализ риска, оценка риска, управление риском, экономическая оценка, экономическая эффективность, здоровье населения, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, федеральный проект «Чистый воздух», загрязнение атмосферного воздуха.

Последние мировые и европейские данные эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что загрязнение атмосферного воздуха является после курения табака вторым по величине фактором риска развития неинфекционных заболеваний (НИЗ) [1]. Приблизительно 90 % населения во всем

мире дышат воздухом с повышенными уровнями загрязнения, что приводит к преждевременной смерти около 7 млн человек или к одному случаю смерти из девяти ежегодно [2]. Только в 2016 г. загрязнение атмосферного воздуха привело к 5,6 млн случаев смерти от НИЗ [3]. Всемирная ассамблея

© Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., 2019

Ракитский Валерий Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, исполняющий обязанности директора (e-mail: pesticidi@fferisman.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9959-6507>).

Авалиани Симон Леванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом анализа риска здоровью населения (e-mail: savaliani@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3113-7101>).

Новиков Сергей Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения (e-mail: novikserg46@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8657-5424>).

Шашина Татьяна Александровна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения (e-mail: sta815@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4190-0326>).

Додина Наталья Сергеевна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения (e-mail: skynata@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6693-922X>).

Кислицин Виктор Алексеевич – кандидат технических наук, ведущий специалист отдела гигиены детей (e-mail: vak125@rambler.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/orcid.org/0000-0002-6575-2882>).

здоровья предписала ВОЗ взять ведущую роль в борьбе с одними из наиболее значительных причин преждевременной смерти в мире. В крупных городах стран с низким доходом количество людей, подверженных такому воздействию, может достигать 98 %. Например, согласно оценкам ВОЗ, города не только с низким, но и средним доходом в Восточном Средиземноморье или в Юго-Восточном регионе Азии страдают от загрязнения воздуха, превышающего рекомендуемые ВОЗ нормативы в 5–10 раз.

В публикациях ВОЗ за последние десять лет приводятся данные, что причиной смерти в мире около 4,3 млн человек в год является неблагоприятное качество воздуха внутри помещений и 3,0 млн человек в год – загрязнение наружного воздуха. До 30 % смертей от ведущих неинфекционных заболеваний (инсульты, рак легких и хронические обструктивные заболевания легких) и 25 % смертей от инфаркта связаны с загрязнением воздуха, при этом неблагоприятное воздействие на здоровье наиболее выражено среди женщин, детей, пожилых и малоимущих [4–6].

На величину НИЗ помимо загрязнения атмосферного воздуха оказывает влияние резкое изменение метеорологических показателей.

К особенно негативным последствиям приводит сочетание неблагоприятных погодных условий (эпизоды жары, температурные инверсии и пр.) и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха, которое увеличивает дополнительное число смертей от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний [7–10].

Очевидно, что проблема загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на здоровье населения Российской Федерации является чрезвычайно актуальной и требует решения на государственном, региональном и муниципальном уровне [11–14].

С целью улучшения экологической обстановки и снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха российских городов разработан и утвержден указом президента РФ в 2018 г. национальный проект «Экология», в состав которого входит федеральный проект «Чистый воздух»¹. Выполнение мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» должно к 2024 г. привести к снижению совокупного объема вредных выбросов в атмосферный воздух в Братске, Красноярске, Липецке, Магнитогорске, Медногорске, Нижнем Тагиле, Новокузнецке, Норильске, Омске, Челябинске, Череповце и Чите более чем на 20 % в сравнении с 2017 г. Реализация федерального проекта «Чистый воздух» предусматривает уменьшение числа городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, создание эффективной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха, а также, что очень важно, отслеживание уровня удовлетворенности населения качеством воздушной среды.

Ожидаемым результатом реализации программы является снижение значений показателей смертности и заболеваемости в городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух», обусловленных загрязнением атмосферного воздуха.

В ходе выполнения федерального проекта «Чистый воздух» помимо проведения сводных расчетов выбросов от стационарных и подвижных источников запланировано составление комплексных планов действий для каждого города, выявление ведущих предприятий и отдельных источников загрязнения, определение области воздействия, оценки эффекта от воздухоохраных мероприятий.

Однако многочисленными исследованиями доказано, что оценка исключительно валовых показателей выбросов является недостаточной для выработки эффективной политики в области оздоровления окружающей среды [15, 16]. Только полноценный анализ всей существующей информации об источниках загрязнения атмосферного воздуха, уровнях воздействия приоритетных атмосферных загрязнений, и, соответственно, рисках здоровью населения позволит оценить эффективность планируемых и проводимых мероприятий, в том числе с экономической точки зрения [17–20].

В настоящее время использование методологии анализа риска здоровью является оптимальным подходом к оценке эффективности и корректировки природоохраных и оздоровительных мероприятий [21].

За последние 25 лет методология оценки риска здоровью населения успешно применялась во многих регионах России для целей принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Реализация работ по оценке риска здоровью позволила в каждом конкретном исследовании идентифицировать ведущие факторы риска, определить наиболее подверженные неблагоприятному воздействию группы населения, ранжировать территории по степени риска здоровью населения как в настоящее время, так и при различных перспективных вариантах изменения хозяйственной деятельности, прежде всего промышленности и транспортной системы.

Накопленный опыт свидетельствует о том, что большинство проводимых в России исследований по анализу риска здоровью населения в основном касаются его первого этапа – оценки риска здоровью населения, позволяющего установить определение приемлемости для здоровья населения рассчитанных уровней рисков [22–26]. При этом крайне редко процедура анализа риска затрагивает вопросы управления риском с обоснованием наиболее эффективных мер по его минимизации. Именно внедрение подхода по анализу мероприятий с позиций наибольшего снижения риска при возможно меньших

¹ Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24.12.2018 г.) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 12.11.2019).

затратах на их реализацию является ведущим условием успешного применения данной методологии.

В настоящее время разработан ряд научно-методических документов², отражающих подходы к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском здоровью при воздействии различных факторов окружающей среды, в том числе атмосферных загрязнений.

В данных документах достаточно подробно представлены способы оценки эффективности затрат в разных управленческих решениях, в частности: при обосновании размера санитарно-защитной зоны с учетом планируемой реконструкции промышленного производства; при реабилитации здоровья населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях, и т.д.

Однако для оптимизации практического использования анализа риска в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» целесообразно применять единый алгоритм действий на основе экономической оценки альтернативных вариантов управления риском здоровью и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Полученное ранжирование инвестиционных проектов является ценным источником информации для лиц, принимающих решения по выбору наилучших из них для внедрения на базе сочетания максимальной экономической эффективности проекта с максимальным эффектом по охране населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

Поэтапный алгоритм оценки риска и ущерба здоровью для обоснования способов управления риском при воздействии атмосферных загрязнений (оценки эффективности проводимых мероприятий) представляет собой: обоснование необходимости проведения исследований, оценку риска здоровью при «базовом» уровне воздействия и определение приоритетных проблем; оценку остаточного риска здоровью после каждого рассматриваемого мероприятия, оценку эффективности мероприятий (технологических, экономических, а также с учетом влияния на здоровье), сравнительную оценку рисков здоровью, ранжирование рисков здоровью с учетом дополнительных эффектов, технологической и экономической эффективности, обоснование выбора наиболее оптимального варианта мероприятий, предоставление выводов лицам, принима-



Рис. Алгоритм оценки риска и ущерба здоровью для обоснования способов управления риском при воздействии атмосферных загрязнений (оценка эффективности проводимых мероприятий)

² Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.; МР 5.1.0030-11. Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и информационно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200088393> (дата обращения: 01.12.2019); МР 2.1.10.0033-11. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и информационно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111974> (дата обращения: 01.12.2019); МР 2.1.10.0057-12. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и информационно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096653> (дата обращения: 01.12.2019).

мающим решения, обоснование выбора принимаемого решения (рисунок).

Внедрение подобного алгоритма позволит разрабатывать сценарии сокращения риска для стационарных и передвижных источников атмосферных загрязнений, предполагающий, что любое сокращение риска здоровью должно быть осуществлено с наименьшими возможными затратами.

Как уже было отмечено, загрязнение атмосферного воздуха и его возможное негативное влияние на здоровье населения представляет собой чрезвычайно актуальную проблему. По нашему мнению, только скоординированные межведомст-

венные усилия по проведению целенаправленных управленческих решений, направленных на снижение загрязнения атмосферного воздуха, уменьшение риска здоровью и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения являются условиями успешной реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Неинфекционные заболевания и загрязнение атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2019. – 12 с. – URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/397788/Air-Pollution-and-NCDs_RUS.pdf?ua=1 (дата обращения: 01.12.2019).
2. Air pollution [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения: 01.12.2019).
3. Global Health Observatory – Data repository [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: <http://www.who.int/gho/database/en/> (дата обращения: 01.12.2019).
4. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide // World Health Organization. – 2013. – 60 p.
5. The Lancet Commission on pollution and health / P.J. Landrigan, R. Fuller, N.J.R. Acosta, O. Adeyi, R. Arnold, N.N. Basu, A.B. Baldé, R. Bertollini [et al.] // Lancet. – 2018. – Vol. 3, № 391. – P. 462–512. DOI: 10.1016/S0140-6736 (17) 32345-0 pmid: 29056410
6. Air quality health indices – Review / A. Gayer, Ł. Adamkiewicz, D. Mucha, A. Badyda // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 247. – P. 00002. DOI: 10.1051/mateconf/201824700002
7. Revich B.A., Avaliani S.L., Simons G.J. Air pollution and public health in a megalopolis: a case study of Moscow // Экономика региона. – 2016. – Т. 12, № 4. – С. 1069–1078.
8. Draft WHO global strategy on health, environment and climate change [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: <https://www.who.int/phe/publications/global-strategy/en/> (дата обращения: 10.12.2019).
9. Cardiovascular mortality during heat waves in temperate climate: an association with bioclimatic indices / N. Sharтова, P. Konstantinov, D. Shaposhnikov, B. Revich // International Journal of Environmental Health Research. – 2018. – Vol. 28, № 5. – P. 522–534. DOI: 10.1080/09603123.2018.1495322
10. Влияние температурных волн на здоровье населения в городах северо-западного региона России / Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников, О.А. Анисимов, М.А. Белолуцкая // Проблемы прогнозирования. – 2019. – Т. 3, № 174. – С. 127–134.
11. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
12. WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level // World Health Organization. – 2014. – 112 p.
13. Зайцева Н.В. Эффективность и резервы достижения стратегических приоритетов в снижении неинфекционных заболеваний, связанных с факторами окружающей среды // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сборник по материалам IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2019. – С. 7–12.
14. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2018 год; ежегодник. – СПб.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, 2019. – 251 с.
15. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Сеницына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01
16. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгурияну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711–716.
17. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
18. Онищенко Г.Г. Оценка и управление внешними рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01
19. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, А.Ю. Попова, В.Б. Алексеев, О.В. Долгих, М.А. Землянова [и др.]; под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

20. WHO Regional Office for Europe, OECD (2015). Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth // World Health Organization. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. – 54 p.

21. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, А.Л. Мишина, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1125–1129.

22. Обоснование приоритетности природоохранных мероприятий в Самарской области на основе эффективности затрат по снижению риска для здоровья населения / С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева, А.З. Гудкевич [и др.]. – М.: Консультационный центр по оценке риска, 1999. – 209 с.

23. Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода) / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, К.А. Буштуева [и др.]. – М.: Центр эколого-гигиенических исследований, 1999. – 65 с.

24. Управление риском для здоровья населения в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения муниципальных образований (опыт Свердловской области) / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.В. Диконская, О.Л. Малых, С.В. Ярушин // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 64–74. DOI: 10.21668/health.risk/2013.3.08

25. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2014.2.01

26. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 5–9.

Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03

UDC 614.78

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03.eng



HEALTH RISK ANALYSIS RELATED TO EXPOSURE TO AMBIENT AIR CONTAMINATION AS A COMPONENT IN THE STRATEGY AIMED AT REDUCING GLOBAL NON-INFECTIOUS EPIDEMICS

V.N. Rakitskii, S.L. Avaliani, S.M. Novikov, T.A. Shashina, N.S. Dodina, V.A. Kislicin

F.F. Erisman Federal Scientific Centre of Hygiene, 2 Semashko Str., Mytishchi, 141014, Russian Federation

The article dwells on the analysis of the latest world data indicating that ambient air contamination is one of the most significant risk factors causing non-infectious diseases. Adverse effects produced on health are the most evident among sensitive population groups (women, children, and elderly people).

It was noted that risk management with well-grounded choice on the most efficient activities aimed at its minimization was rather rare in Russia; it is a key problem related to practical implementation of health risk analysis methodology in the country.

We highlighted that health risk analysis methodology was successfully applied when “Pure air” federal project was implemented within “Ecology” national project.

We recommended basic stages in assessing efficiency of activities aimed at health risk management, reducing population morbidity and mortality, creating comfortable and favorable urban environment in 12 cities that participated in “Pure air” federal project.

The article also contains suggestions on a unified algorithm based on economic estimation of alternative health risk management techniques and ways to provide sanitary-epidemiologic welfare. The algorithm includes substantiating a necessity to perform examinations and health risk assessment under “basic” exposure, and determining priority problems; assessing residual health risks after each considered activity, assessing efficiency of technological, economic, and health-influencing activities; comparative health risk assessment; health risks ranking taking into account additional effects, as well as technological and economic efficiency; substantiating choice on the most optimal activities and presenting conclusions to decision-makers in the field; giving grounds for a decision being taken.

Key words: risk analysis, risk assessment, risk management, economic estimation, economic efficiency, population health, sanitary-epidemiologic welfare of the population, “Pure air” federal project, ambient air contamination.

References

1. Neinfektsionnye zabolevaniya i zagryaznenie atmosfernogo vozdukh [Non-infectious diseases and ambient air contamination]. *World Health Organization*, 2019, 12 p. Available at: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/397788/Air-Pollution-and-NCDs_RUS.pdf?ua=1 (01.12.2019) (in Russian).
2. Air pollution. *World Health Organization*, 2018. Available at: [https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (01.12.2019).
3. Global Health Observatory – Data repository. *World Health Organization*, 2018. Available at: <http://www.who.int/gho/database/en/> (01.12.2019).
4. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. *World Health Organization*, 2013, 60 p.
5. Landrigan P.J., Fuller R., Acosta N.J.R., Adeyi O., Arnold R., Basu N.N., Baldé A.B., Bertollini R. [et al.]. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet*, 2018, vol. 3, no. 391, pp. 462–512. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0 pmid:29056410
6. Gayer A., Adamkiewicz Ł., Mucha D., Badyda A. Air quality health indices – Review. *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 247, pp. 00002. DOI: 10.1051/mateconf/201824700002
7. Revich B.A., Avaliani S.L., Simons G.J. Air pollution and public health in a megalopolis: a case study of Moscow. *Ekonomika regiona*, 2016, vol. 12, no. 4, pp. 1069–1078.
8. Draft WHO global strategy on health, environment and climate change. *World Health Organization*, 2018. Available at: <https://www.who.int/phe/publications/global-strategy/en/> (10.12.2019).
9. Shartova N., Konstantinov P., Shaposhnikov D., Revich B. Cardiovascular mortality during heat waves in temperate climate: an association with bioclimatic indices. *International Journal of Environmental Health Research*, 2018, vol. 28, no. 5, pp. 522–534. DOI: 10.1080/09603123.2018.1495322
10. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Anisimov O.A., Belolutskaya M.A. Impact of temperature waves on the health of residents in cities of the northwestern region of Russia. *Problemy prognozirovaniya*, 2019, vol. 3, no. 174, pp. 127–134 (in Russian).
11. Popova A.Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
12. WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level. *World Health Organization*, 2014, 112 p. (in Russian).
13. Zaitseva N.V. Effektivnost' i rezervy dostizheniya strategicheskikh prioritetrov v snizhenii neinfektsionnykh zabolevaniy, svyazannykh s faktorami okruzhayushchei sredy [Efficiency and reserves for achieving strategic priority goals in reducing non-infectious diseases related to environmental factors]. *Aktual'nye voprosy analiza riska pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebiteli: sbornik po materialam IX Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, 2019, pp. 7–12 (in Russian).
14. Sostoyanie zagryazneniya atmosfery v gorodakh na territorii Rossii za 2018 god. Ezhegodnik [Ambient air contamination in cities in Russia in 2018. Annual edition]. Sankt-Peterburg, Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy (Rosgidromet), Glavnaya geofizicheskaya observatoriya im. A.I. Voikovaya Publ., 2019, 251 p. (in Russian).
15. Rakhmanin Y.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and ways to improve it. *Health Risk Analysis*, 2015, no. 2, pp. 4–14 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01.eng
16. Novikov S.M., Fokin M.V., Unguryanu T.N. Actual problem of methodology and development of evidence-based health risk assessment associated with chemical exposure. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 8, pp. 711–716 (in Russian).
17. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Basics of health risk assessment under exposure to chemicals that pollute the environment]. In: Yu.A. Rakhmanin, G.G. Onishchenko eds. Moscow, Nauchno-issledovatel'skii institut ekologii cheloveka i gigieny okruzhayushchei sredy imeni A.N. Sysina Publ., 2002, 408 p. (in Russian).
18. Onischenko G.G. Health risk assessment and management as an effective tool to solve issues to ensure the health and epidemiological well-being of the Russian Federation population. *Health Risk Analysis*, 2013, no. 1, pp. 4–14 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01.eng

© Rakitskii V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., 2019

Valerii N. Rakitskii – Doctor of Medical Sciences, Professor, RAS Academician, Acting Director (e-mail: pesticidi@ferisman.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9959-6507>).

Simon L. Avaliani – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Health Risk Analysis Department (e-mail: savaliani@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3113-7101>).

Sergei M. Novikov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Leading researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: novikserg46@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8657-5424>).

Tatiana A. Shashina – Candidate of Medical Sciences, Leading researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: sta815@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4190-0326>).

Natalia S. Dodina – Candidate of Medical Sciences, Leading researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: skvnata@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6693-922X>).

Victor A. Kislitsin – Candidate of Technical Sciences, leading expert at the Children Hygiene Department (e-mail: vak125@rambler.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6575-2882>).

19. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Popova A.Yu., Alekseev V.B., Dolgikh O.V., Zemlyanova M.A. [et al.]. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Health risk analysis in the strategy for the state social and economic development]. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm, Izdatel'stvo perm-skogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta Publ., 2014, 738 p. (in Russian).

20. WHO Regional Office for Europe, OECD (2015). Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. *World Health Organization*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe Publ., 2015, 54 p.

21. Popova A.Yu., Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 12, pp. 1125–1129 (in Russian).

22. Avaliani S.L., Bushtueva K.A., Gudkevich A.Z. [et al.]. Obosnovanie prioritetnosti prirodookhrannykh meropriyatii v Samarskoi oblasti na osnove effektivnosti zatrat po snizheniyu riska dlya zdorov'ya naseleniya [Substantiating priorities in environmental measures in Samara region based on cost effectiveness of activities aimed at reducing population health risks]. Moscow, Konsultatsionnyi tsentr po otsenke riska Publ., 1999, 209 p. (in Russian).

23. Avaliani S.L., Novikov S.M., Bushtueva K.A. [et al.]. Upravlenie riskom dlya zdorov'ya v regione i finansirovanie prirodookhrannykh proektov (na primere Velikogo Novgoroda) [Health risk management in a region and funding for environmental projects (on the example of Velikiy Novgorod)]. Moscow, Tsentr ekologo-gigienicheskikh issledovaniy Publ., 1999, 65 p. (in Russian).

24. Gurvich V.B., Kuzmin S.V., Dikonskaya O.V., Malykh O.L., Yarushin S.V. Health risk management to provide health and epidemiological well-being to the population in municipalities (the experience of the Sverdlovsk region). *Health Risk Analysis*, 2013, no. 3, pp. 64–74 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2013.3.08.eng

25. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Health risk analysis in the tasks of improving sanitary and epidemiological surveillance in the Russian Federation. *Health Risk Analysis*, 2014, no. 2, pp. 4–13 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2014.2.01.eng

26. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Mishina A.L. The urgent problems of the improvement of the environment management system based on the analysis of health risk assessment. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 5–9 (in Russian).

Rakitskii V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03.eng

Получена: 17.11.2019

Принята: 19.12.2019

Опубликована: 30.12.2019