

Оценка риска здоровью

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Карелин А.О.^{1,2}, Ломтев А.Ю.^{1,3}, Волкодаева М.В.^{1,4}, Еремин Г.Б.⁵

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА НАСЕЛЕНИЕ В ЦЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ

¹ООО «ИПЭиГ», 197022, Санкт-Петербург;

²ГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, 197022, Санкт-Петербург;

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург;

⁴ФГБОУ ВО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург;

⁵ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург

Загрязнение атмосферного воздуха представляет существенный риск для здоровья населения. При оценке этого риска возникают объективные и субъективные неопределённости. Цель настоящей работы – анализ неопределённостей, возникающих при оценке воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, и возможных путей их снижения. Применены методы научного гипотетико-дедуктивного познания, общелогические методы и приёмы исследований: анализа, синтеза, абстрагирования, обобщения, индукции. В настоящей работе проанализированы неопределённости, возникающие при оценке рисков для здоровья населения, вызванных загрязнением атмосферного воздуха, и предложены меры по совершенствованию подходов к оценке и управлению этими рисками. Проведённый анализ выявил основные причины данных неопределённостей. В области мониторинга атмосферного воздуха они заключаются в недостатке современного оборудования и официально утверждённых методик для измерения, в отсутствии критериев и рекомендаций по выбору загрязняющих веществ для контроля. Для оценки здоровья целесообразно использовать эпидемиологические методы и методологию оценки рисков здоровью, учитывая неопределённости, характерные для каждого подхода. Использование географических информационных систем позволяет повысить информативность данных и эффективность анализа. Точная количественная оценка рисков для здоровья населения, вызванных загрязнением атмосферного воздуха, остаётся сложной задачей. Следует учесть опыт развитых стран при разработке отечественных критериев выбора веществ для контроля качества атмосферного воздуха в нашей стране. Целесообразно сочетать анализ данных о реальных концентрациях загрязняющих веществ, получаемых на стационарных и передвижных постах наблюдения и комплексных расчётов загрязнения атмосферного воздуха. Необходимо использовать базисные концепции доказательной медицины для выявления реального воздействия загрязняющих веществ на здоровье населения и снижения неопределённостей.
Заключение. При оценке рисков для здоровья населения, вызванных загрязнением атмосферного воздуха, возникает значительное количество неопределённостей как объективного, так и субъективного характера. Исходя из принципов доказательной медицины, их следует всесторонне анализировать и минимизировать, используя современные методические подходы с учётом их возможностей и ограничений.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха; здоровье населения; оценка риска для здоровья; базы данных; географические информационные системы; неопределённости; управление рисками.

Для цитирования: Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Волкодаева М.В., Еремин Г.Б. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 82-86.

Для корреспонденции: Карелин Александр Олегович, зав. каф. общей гигиены с экологией ГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова», науч. консультант ООО «Институт проектирования, экологии и гигиены». E-mail: karelin52@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 13.02.2018

Принята к печати 18.10.2018

Karelin A.O.^{1,2}, Lomtev A.Yu.^{1,3}, Volkodaeva M.V.^{1,4}, Yeremin G.B.⁵

THE IMPROVEMENT OF APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF EFFECTS OF THE ANTHROPOGENIC AIR POLLUTION ON THE POPULATION IN ORDER TO MANAGEMENT THE RISK FOR HEALTH

¹Institute of Design, Ecology and Hygiene, Saint-Petersburg, 197022, Russian Federation;

²I.P. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, St. Petersburg, 197022, Russian Federation;

³I.I. Mechnikov North-West State Medical University, St. Petersburg, 191015, Russian Federation;

⁴St. Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, 199106, Russian Federation;

⁵North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation

The air pollution has got a great risk to the health of the population. In the risk assessment, objective and subjective uncertainties have appeared. The aim of the study to analyze the uncertainties arising in the assessment of health adverse effects of air pollution and possible ways to decrease them. Methods of the scientific hypothetical deductive cognition, general logical methods, and approaches of researches: analysis, synthesis, abstracting, generalization,

induction. In this paper, we analyzed the uncertainties arising in the risk assessment for the health of population caused by air pollution and proposed measures to improve the approaches to assessment and management of the risk. The analysis revealed the main causes of the uncertainties. In the field of the atmospheric air monitoring, they are lack of modern equipment and officially approved methods for measurement, the absence of criteria and recommendation for choosing of controlled air pollutants. For the health assessment, it is advisable to use epidemiological methods and methodology of risk analysis taking into account the uncertainties of each approach. Usage of the geographic information systems let increase the informativity of data and efficiency of analysis. Accurate quantification of the risk for the health of population caused by air pollution is a difficult to challenge. It is necessary to take into account the experience of developed countries in the development of domestic criteria for the selection of substances for the control of atmospheric air quality. It is advisable to combine the analysis of data on the actual concentrations of pollutants obtained at stationary and mobile observation posts, and integrated calculations of air pollution. It is necessary to use basic concepts of evidence-based medicine to identify the real impact of air pollutants on public health and reduce uncertainties.

Conclusion. *In the assessment of risk for health caused by air pollution a lot of objective and subjective uncertainties appear. Based on the principles of evidence-based medicine, they should be comprehensively analyzed and minimized using modern methodological approaches, taking into account their capabilities and limitations.*

Key words: *air pollution; health of population; risk assessment for health; databases; geographic information systems; uncertainties; risk management*

For citation: Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Volkodaeva M.V., Yeremin G.B. The improvement of approaches to the assessment of effects of the anthropogenic air pollution on the population in order to management the risk for health. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(1): 82-86. (In Russ.).

For correspondence: Aleksandr O. Karelin, Scientific consultant of the Limited Liability Company «Institute of Design, Ecology and Hygiene», Saint-Petersburg, 197022, Russian Federation. E-mail: karelin52@mail.ru

Information about authors: Karelin A.O. <http://orcid.org/0000-0003-2467-7887>;

Lomtev A.Yu. <http://orcid.org/0000-0003-3183-2582>; Yeremin G.B. <http://orcid.org/0000-0002-1629-5435>

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

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Received: 13 February 2018

Accepted: 18 October 2018

Оценка санитарно-эпидемиологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, принятие управленческих решений в области охраны здоровья населения должны базироваться на надёжных данных, опирающихся на последние достижения профилактической медицины, и иметь чёткое правовое обоснование [1–5]. Получение таких данных невозможно без использования адекватных, современных методических подходов [6–9]. При этом необходимо понимать возможности и ограничения применяемых методов исследования.

В последние годы отмечается растущее химическое загрязнение объектов окружающей среды, в том числе и атмосферного воздуха [1, 7]. В области оценки воздействия антропогенного атмосферного загрязнения на здоровье населения накоплен значительный опыт, но имеются существенные трудности и неопределённости как объективного, так и субъективного характера, а также проблемы законодательного и нормативно-методического обеспечения [3, 10–13].

Цель настоящей работы – анализ неопределённостей, возникающих при оценке воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, и возможных путей их снижения.

Применены методы научного гипотетико-дедуктивного познания, общелогические методы и приёмы исследований: анализа, синтеза, абстрагирования, обобщения, индукции.

С точки зрения системного анализа, системы «загрязнение окружающей среды – здоровье населения» и её частный вариант «загрязнение атмосферного воздуха – здоровье населения» являются реальными, естественно-искусственными, временными, динамическими, сложными, диффузными и открытыми, т. е. в них объективно затруднено разграничение действия большого числа различных переменных, которые претерпевают постоянное изменение во времени. Исходя из этого требуется продуманный анализ основных элементов системы (параметров атмосферного воздуха и параметров здоровья населения), их связи и взаимодействия с учётом качественных, количественных и временных аспектов.

При оценке загрязнения атмосферного воздуха основные неопределённости связаны со слабостью мониторинговой и аналитической базы практически на всей территории России. Выбор контролируемых показателей нередко носит произвольный ха-

актер, частота отбора проб не позволяет сделать обоснованные выводы о среднесуточных концентрациях, нередко возникают бюрократические трудности при попытках интеграции данных, получаемых различными ведомствами. Анализ фактических данных, полученных по результатам мониторинга на автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы, показал, что отмечается высокая степень нестабильности результатов не только в течение суток, но в ряде случаев и в течение более коротких промежутков времени вплоть до 1 часа. Обращает на себя внимание то, что резкие колебания были характерны при превышениях ПДК: так регистрировались перепады с 6 до 2 ПДК за 1 час. Таким образом, даже при отборе проб 12 раз в сутки велика вероятность пропуска реальных максимальных уровней концентраций и снижения точности определения среднесуточных. Ещё более сложным является вопрос оценки индивидуальных доз и концентраций, индивидуальных суточных нагрузок, получаемых населением. Индивидуальные мониторы не используются, и вряд ли будут использоваться в ближайшее время. Поэтому применяются усреднённые модели, которые фактически опираются на те же базы данных мониторинга загрязнения атмосферного воздуха населённых мест.

Наш опыт показывает, что в этих условиях целесообразно сочетать анализ данных о реальных концентрациях загрязняющих веществ, получаемых на стационарных и передвижных постах наблюдения, и комплексных расчётов загрязнения атмосферного воздуха населённых пунктов [14, 15]. Последние позволяют получить информацию по большому набору веществ, анализ которых на постах невозможен по техническим, экономическим и другим причинам. Следует обратить внимание на полноту исходных данных, используемых для комплексных расчётов. Распространённой ошибкой является их ограничение только крупными промышленными предприятиями, имеющими установленные нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) или временно согласованных выбросов (ВСВ). В своих исследованиях мы убедились, что необходимы оценка и включение в расчёт суммарного городского загрязнения атмосферного воздуха выбросов от транспортных потоков и частных домовладений, оснащённых автономными источниками теплоснабжения [16].

Для персонификации аэрогенных нагрузок хорошие результаты даёт использование ГИС-технологий [1, 17, 18]. Современные математические методы позволяют с достаточной точностью проводить интерполяцию и экстраполяцию данных, получаемых на стационарных и передвижных постах наблюдения, на близлежащие территории. В наших исследованиях хорошие результаты показал один из методов детерминистской интерполяции, а именно метод (обратных) взвешенных расстояний. Создание электронных карт, точная привязка всех источников загрязнения атмосферного воздуха и постов наблюдения в единой системе координат, трёхмерное моделирование позволяют уточнить карты загрязнения и получить значения концентраций загрязняющих веществ для конкретных территорий и зданий. Как мы уже отмечали, этот метод, базирующийся на усреднённых закономерностях и распределениях, имеет некоторую степень неопределённости, но она существенно ниже, чем в случаях распространения на целый район или даже город данных, полученных на нескольких или одном посту наблюдения [17].

Не менее сложен вопрос анализа здоровья населения. В рамках данной работы мы не будем подробно касаться показателей, характеризующих уровень донозологических состояний. Это требует отдельного рассмотрения. Из-за своей трудоёмкости они могут быть только выборочными. Само по себе выборочное исследование отражает состояние всего населения только с определённой степенью достоверности. Выбор конкретных показателей, исследований и тестов сложен и имеет очень большое значение. С одной стороны, эти показатели и исследования должны быть стабильно выполнимы на больших контингентах и относительно недороги, с другой стороны, – объективно характеризовать действие факторов окружающей среды. Проблемы возникают и с определением необходимой и достаточной численностью групп для обследования, их качественным составом, частотой и длительностью исследований и т. д.

При анализе заболеваемости чаще всего используются сплошные наблюдения, которые базируются на данных официальной медицинской статистики и имеют низкую степень точности. Статистические данные представляются для территории обслуживания лечебного учреждения, что нередко затрудняет их привязку к данным по загрязнению атмосферного воздуха. Для анализа и прогнозирования заболеваемости, на наш взгляд, следует сочетать методологию оценки рисков здоровью от загрязнения атмосферного воздуха и эпидемиологические методы выявления связей заболеваемости с состоянием окружающей среды. В последнем случае целесообразно формировать единую базу данных из информационных систем лечебных учреждений, используя сведения из амбулаторных карт и талонов амбулаторных пациентов, и на основе сведений об оказанной медицинской помощи проводить расчёт показателей первичной заболеваемости для жителей каждого дома в населённом пункте с распределением по возрастно-половым группам и привязкой полученных характеристик к электронной карте города.

Использование методологии оценки рисков здоровью при наличии достаточных данных о характере опасностей, вероятности их воздействия, экспозиции позволяет достаточно быстро получить количественные характеристики риска, которые могут быть использованы для принятия управленческих решений, ориентировочной оценки возможных экономических и социальных последствий [4, 8, 19, 20]. С другой стороны, следует понимать, что данная методология имеет свои ограничения. Прежде всего, это вариант экспертной оценки. Получаемые цифры увеличения или снижения канцерогенной и неканцерогенной заболеваемости, острых и хронических эффектов носят ориентировочный характер. Они могут использоваться для характеристики масштаба проблемы или для сравнения нескольких решений с целью выбора наилучшего, но не для точного научного прогноза и установления причинно-следственных связей.

Именно поэтому обязательным при использовании методологии оценки рисков здоровью является оценка неопределённости. Они неизбежны и обусловлены как общими неопределённостями, характерными для выявления зависимостей в системе «факторы окружающей среды – здоровье населения», так и специфическими характерными для использования методологии в конкретных случаях. К общим неопределённостям относятся: многофакторность воздействия и объективные

неопределённости при выявлении влияния конкретного фактора, дифференцированный характер ответных реакций организма, различие в чувствительности людей, неопределённости при выявлении характера комбинированного и комплексного действия факторов, наличие и неопределённость временных лагов между воздействием и ответной реакцией. Неопределённости, характерные для методологии, обусловлены усреднённым характером моделей, используемых для расчёта экспозиции, моделей зависимостей «доза – эффект», точностью применяемых референтных концентраций и доз. Кроме того, следует согласиться с мнением, высказанным в ряде работ, о наличии в последние 8–10 лет кризисных явлений в отечественной методологии и практике оценки риска здоровью населения [19, 21].

Использование географических информационных систем, обладающих возможностями объединения и отображения различной атрибутивной информации, в совокупности с данными результатов расчётной оценки с «привязкой» данных с точностью до каждого дома позволяют повысить информативность данных, эффективность анализа и получить наглядную картину распределения концентраций всех загрязняющих веществ, выбрасываемых источниками загрязнения города, территориально-распределения показателей риска здоровью, определить сеabeeбные территории, попадающие в зоны повышенного риска и требующие разработки первоочередных мероприятий по его снижению, а также получить распределение показателей заболеваемости по территории города с «наложением» на них характеристик загрязнения атмосферного воздуха.

Принятие управленческих решений базируется на прогнозировании ситуации. Для диффузных систем, какой является система «загрязнение атмосферного воздуха – здоровье населения» этот прогноз выражается в моделировании. Достоверность модели, а следовательно, и точность прогноза зависят от качества информации, используемой при построении модели. Необходимо учитывать, что наряду с анализируемыми факторными признаками на признак-отклик оказывают воздействие и не учитываемые переменные, т. е. общая формула имеет вид:

$$y = f(i_n, t_n) + b,$$

где i_n – интенсивность действия фактора; t_n – время действия фактора; b – поправка на случайные воздействия.

Снижение доли неучитываемых факторов – основная задача при разработке модели. В этом отношении принципиальное значение имеют не только указанные выше подходы к формированию баз данных об элементах системы, но и временные периоды, за которые проводится сбор и анализ информации. Вызывают сомнения модели и прогнозы, которые опираются на данные кросс-секционных или краткосрочных (1–3 года) исследований. На наш взгляд, минимальная глубина анализа должна быть не менее пяти лет. Наличие плановых показателей после проведения воздухоохраных мероприятий в проектах ПДВ, планов развития транспорта в городах позволяет провести комплексные расчёты загрязнения атмосферного воздуха населённых пунктов на перспективу и с использованием методологии оценки рисков здоровью оценить их эффективность.

Загрязнение атмосферного воздуха является существенным фактором, влияющим на здоровье населения [7, 9, 22]. Его воздействие связывают с ростом смертности, заболеваемости болезнями дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы, аллергическими заболеваниями и прежде всего бронхиальной астмой, раком лёгких, патологиями беременности [23–27].

В то же время точная количественная оценка характера и уровня рисков для здоровья населения, вызванных загрязнением атмосферного воздуха, остаётся сложной задачей, так как система «загрязнение атмосферного воздуха – здоровье населения» является динамической, сложной, диффузной и открытой, а при её анализе возникают неопределённости как объективного, так и субъективного характера.

При оценке загрязнения атмосферного воздуха неопределённости связаны не только со слабостью мониторинговой и аналитической баз, но и с отсутствием в РФ критериев выбора показателей загрязнения воздуха и документа по контролю, включающего рекомендации по выбору приоритетных показателей [13, 28].

Рассматривая опыт других стран, можно указать, что в Директиве Европейского парламента и Совета Европейского союза 2008/1/ЕС от 15.01.2008 г. о комплексном предотвращении и контроле загрязнений приведён [29] «Индикативный список основных загрязняющих веществ для учёта при установлении предельных величин эмиссий», который содержит 13 групп химических соединений для атмосферного воздуха. Система контроля качества воздуха в США базируется на шести индикаторных загрязняющих воздух веществах (*criteria pollutants*). В соответствии с Актом о чистом воздухе (Clean Air Act) [30], в США для этих шести веществ установлены национальные стандарты качества атмосферного воздуха (NAAQS). Наряду с ними для целей контроля Агентство по охране окружающей среды США разработало нормативные уровни для 188 наиболее опасных для здоровья загрязнителей. Указанные выше подходы имеют свои недостатки, но опыт их применения следует учесть при разработке отечественных критериев выбора веществ для контроля качества атмосферного воздуха в нашей стране.

Даже идеальная система мониторинга не может дать полную картину состояния атмосферного воздуха, вдыхаемого конкретным человеком. Снижение уровня неопределённости этих показателей можно обеспечить, используя интерполяцию и экстраполяцию данных, которые получают на стационарных и передвижных постах наблюдения, на близлежащие территории, а также комплексные расчёты загрязнения атмосферного воздуха населённых пунктов. Несомненно, что совокупность результатов инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания и данных мониторинга окружающей среды взаимно дополняют друг друга в рамках целостного подхода к оценке экспозиции и характера влияния химических загрязнителей воздуха на состояние здоровья населения [31]. Но требуется дальнейшая работа по обоснованию и выбору оптимальных подходов сочетания этих методов.

Для оценки воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье целесообразно использовать как эпидемиологические методы, так и методологию оценки рисков здоровью, понимая возможности, ограничения и неопределённости данных подходов. И в том, и в другом случае необходимо опираться на базисные концепции доказательной медицины [32, 33]. К сожалению, работы, в которых используются доказательная эпидемиология (ЕВЕ) и доказательная оценка рисков здоровью (ЕВНРА) в сфере оценки воздействия окружающей среды на здоровье, в отечественной литературе практически отсутствуют [21], что приводит к недостаточной информативности и обоснованности доказательной базы зависимости «экспозиция – ответ» [13]. Полностью исключить неопределённости при оценке воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье невозможно, но правильно их оценить и минимизировать, опираясь на принципы доказательной медицины, необходимо.

Заключение

При оценке рисков здоровью населения, вызванных загрязнением атмосферного воздуха, возникает значительное количество неопределённостей как объективного, так и субъективного характера. Исходя из принципов доказательной медицины, их следует всесторонне анализировать и минимизировать, используя современные методические подходы с учётом их возможностей и ограничений.

Литература

(пп. 24–27, 29–30 см. References)

1. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (3): 5–9
2. Ломтев А.Ю. Коллизии санитарно-эпидемиологического законодательства и их влияние на принятие проектных решений. *Новости государственной экспертизы*. 2016 (1): 56–67.
3. Карелин А.О., Ерёмин Г.Б., Ломтев А.Ю. Особенности регулирования правоотношений в сфере экологической и гигиенической безопасности населения Российской Федерации на современном этапе. *Гигиена и санитария*. 2012 (5): 12–5.
4. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Ерёмин Г.Б., Мозжухина Н.А. О правовом закреплении использования методов оценки риска здоровью в законодательстве Российской Федерации, регулирующие санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2016; 60 (5): 264–8.
5. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Ерёмин Г.Б., Мозжухина Н.А. Противоречия законодательства Российской Федерации, регламентирующего градостроительные аспекты охраны атмосферного воздуха. *Российская юстиция*. 2017 (4): 24–27.
6. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2013 (1): 4–14.
7. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. *Гигиена и санитария*. 2014; 93 (5): 5–10.
8. Зайцева Н.В., Попова А.Ю., Май И.В., Шур П.З. Методы и технологии анализа риска здоровью в системе государственного управления при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия. *Гигиена и санитария*. 2015; 94 (2): 93–8.
9. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2014; 251 (2): 4–7.
10. Никонов Б.И., Гурвич В.Б., Кузьмина Е.А., Вепринцев В.В., Ярушин С.В. Актуальные проблемы законодательного и нормативно-методического обеспечения оценки риска для здоровья населения в сфере технического регулирования. *Здоровье населения и среда обитания*. 2010 (1): 16–20.
11. Авалиани С.Л., Мишина А.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха. *Здоровье населения и среда обитания*. 2011 (3): 44–8.
12. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Мозжухина Н.А., Ерёмин Г.Б., Никонов В.А. Методические проблемы мониторинга мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе населённых мест. *Гигиена и санитария*. 2016; 95 (10): 985–8.
13. Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Винокуров М.В., Фаттахова Н.Ф. Методические вопросы изучения влияния загрязнения воздуха на здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (10): 987–9.
14. Волкодаева М.В., Канчан Я.С. Тенденции и перспективы развития комплексных (сводных) расчётов показателей воздействия выбросов загрязняющих веществ, характеризующих воздействие на качество атмосферного воздуха. *Проблемы региональной экологии*. 2008 (6): 127–31.
15. Волкодаева М.В., Канчан Я.С., Ломтев А.Ю. Использование результатов сводных расчётов при нормировании выбросов. *Экология производства*. 2018 (6): 62–7.
16. Волкодаева М.В. К вопросу о расчётах загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта. *Экология урбанизированных территорий*. 2008 (3): 103–9.
17. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Горбанёв С.А., Ерёмин Г.Б., Новикова Ю.А. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга. *Гигиена и санитария*. 2017; 96 (7): 620–2.
18. Ефремова А.А. Применение геоинформационных систем при оценке неканцерогенного риска здоровью населения городов Российской Федерации из-за загрязнения атмосферного воздуха. *Метеорологический вестник*. 2018; 10 (1): 52–71.
19. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Мишина А.Л. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(6): 5–8.
20. Соколов С.М., Шевчук Л.М., Ганькин А.Н., Позняк И.С. К вопросу оценки риска здоровью населения загрязнения атмосферного воздуха. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2015; 14 (4): 92–7.
21. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Синицына О.О., Шашина Т.А. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования. *Анализ риска здоровью*. 2015 (2): 4–11.
22. Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Авалиани С.Л., Лезина Е.А., Семутникова Е.Г. Изменение качества атмосферного воздуха в Москве в 2006–2012 гг. и риски для здоровья населения. *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. 2015; 26 (1): 91–122.
23. Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В. Гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния

- здоровья населения г. Москвы. *Анализ риска здоровью*. 2016; 3 (15): 23–34.
28. Жолдакова З.И., Синицына О.О., Печникова И.А., Савостикова О.Н. Актуальные направления гармонизации законодательных основ по обеспечению безопасности химических загрязнений для здоровья человека и окружающей среды. *Анализ риска здоровью*. 2018 (2): 4–13.
 31. Судакова Е.В. Оценка многосредового риска здоровью населения для оптимизации системы управления качеством окружающей среды в условиях города – мегаполиса. Автореф. канд. дисс. М. 2017. 23 с.
 32. Карелин А. О. Использование принципов доказательной медицины в современных гигиенических исследованиях. *Сборник тезисов II ежегодной конференции с международным участием, посвященной памяти д.м.н. проф. з.д.н. РФ И.В. Полякова, «Реформы здравоохранения Российской Федерации, современное состояние, перспективы развития»*. Санкт-Петербург, 2015: 67-9.
 33. Карелин А.О. Использование методов эпидемиологии окружающей среды для оценки взаимосвязи факторов риска и здоровья населения. *Материалы тринадцатой Евразийской научной конференции «Донозология-2017»*. СПб, 2017: 47-50.
- ## References
1. Onishchenko G.G. Aktual'nye zadachi gigienicheskoy nauki i praktiki v sohraneniі zdorov'ya naseleniya. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (3): 5–9.
 2. Lomtev A.YU. Kollizii sanitarno-ehpidemiologicheskogo zakonodatel'stva i ih vliyaniye na prinyatiye proektnykh resheniy. *Novosti gosudarstvennoy ehkspertizy*. 2016 (1): 56-67.
 3. Karelin A.O., Yeremin G.B., Lomtev A.Yu. Osobennosti regulirovaniya pravootnoshenij v sfere ehkologicheskoy i gigienicheskoy bezopasnosti naseleniya Rossijskoj Federacii na sovremennom ehtape. *Gigiena i sanitariya*. 2012; 5: 12-5.
 4. Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Yeremin G.B., Mozzhuhina N.A. O pravovom zakreplenii ispol'zovaniya metodov ocenki riska zdorov'yu v zakonodatel'stve Rossijskoj Federacii, reguliruyushchem sanitarno-ehpidemiologicheskoe blagopoluchie naseleniya. *Zdravooхранenie Rossijskoj Federacii*. 2016; 60 (5): 264-8.
 5. Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Yeremin G.B., Mozzhuhina N.A. Protivorechiya zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii, reglamentiruyushchego gradostroitel'nye aspekty ohrany atmosfernogo vozduha. *Rossijskaya yusticiya*. 2017; 4: 24-7.
 6. Onishchenko G.G. Ocenka i upravlenie riskami dlya zdorov'ya kak ehffektivnyj instrument resheniya zadach obespecheniya sanitarno-ehpidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya Rossijskoj Federacii. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013 (1): 4–14.
 7. Rahmanin YU.A., Mihajlova R.I. Okruzhayushchaya sreda i zdorov'e: priorityty profilakticheskoy mediciny. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93 (5): 5–10.
 8. Zajceva N.V., Popova A.YU., Maj I.V., SHur P.Z. Metody i tekhnologii analiza riska zdorov'yu v sisteme gosudarstvennogo upravleniya pri obespechenii sanitarno-ehpidemiologicheskogo blagopoluchiya. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 94 (2): 93–8.
 9. Popova A.YU. Strategicheskie priorityty Rossijskoj Federacii v oblasti ehkologii s pozicii sohraneniya zdorov'ya nacii. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2014; 251 (2): 4-7.
 10. Nikonov B.I., Gurchik V.B., Kuz'mina E.A., Veprincev V.V., YArushin S.V. Aktual'nye problemy zakonodatel'nogo i normativno-metodicheskogo obespecheniya ocenki riska dlya zdorov'ya naseleniya v sfere tekhnicheskogo regulirovaniya. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2010 (1): 16–20.
 11. Avaliani, C.L., Mishina A.L. O garmonizacii podhodov k upravleniyu kachestvom atmosfernogo vozduha. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2011 (3): 44–8.
 12. Karelin A.O., Lomtev A.YU., Mozzhuhina N.A., Yeremin G.B., Nikonov V.A. Metodicheskie problemy monitoringa melkodispersnykh chastic v atmosfernom vozduhe naselyonnykh mest. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95 (10): 985–8.
 13. Sabirova Z.F., Budarina O.V., Vinokurov M.V., Fattahova N.F. Metodicheskie voprosy izucheniya vliyaniya zagryazneniya vozduha na zdorov'e naseleniya. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96 (10): 987–9.
 14. Volkodaeva M.V., Kanchan YA.S. Tendencii i perspektivy razvitiya kompleksnykh (svodnykh) raschyotov pokazatelej vozdejstviya vybrosov zagryaznyayushchih veshchestv, harakterizuyushchih vozdejstvie na kachestvo atmosfernogo vozduha. *Problemy regional'noj ehkologii*. 2008 (6): 127-1.
 15. Volkodaeva M.V., Kanchan YA.S., Lomtev A.YU. Ispol'zovanie rezul'tatov svodnykh raschyotov pri normirovaniі vybrosov. *Ehkologiya proizvodstva*, 2018 (6): 62-7.
 16. Volkodaeva M.V. K voprosu o raschetah zagryazneniya atmosfernogo vozduha vybrosami avtotransporta. *Ehkologiya urbanizirovannykh territorij*. 2008 (3): 103-9.
 17. Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Gorbanyov S.A., Yeremin G.B., Novikova YUA. Primenenie geograficheskikh informacionnykh sistem dlya sovershenstvovaniya sanitarno - ehpidemiologicheskogo nadzora i social'no-gigienicheskogo monitoringa. *Gigiena i sanitariya*. 2017; 96 (7): 620-2.
 18. Efremova A.A. Primenenie geoinformacionnykh sistem pri ocenke nekancerogenno riska zdorov'yu naseleniya gorodov Rossijskoj Federacii iz-za zagryazneniya atmosfernogo vozduha. *Meteorologicheskij vestnik*. 2018; 10 (1): 52-71.
 19. Avaliani, C.L., Novikov S.M., SHashina T.A., Dodina N.S., Kislicin V.A., Mishina A.L. Problemy sovershenstvovaniya sistemy upravleniya kachestvom okruzhayushchej sredy na osnove analiza riska zdorov'yu naseleniya. *Gigiena i sanitariya*. 2014; 93 (6): 5-8.
 17. Sokolov S.M., Shevchuk L.M., Gan'kin A.N., Poznyak I.S. K voprosu ocenki riska zdorov'yu naseleniya zagryazneniya atmosfernogo vozduha. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2015; 14 (4): 92-7.
 20. Rahmanin Yu.A., Novikov S.M., Avaliani C.L., Sinicyna O.O., SHashina T.A. Sovremennye problemy ocenki riska vozdejstviya faktorov okruzhayushchej sredy na zdorov'e naseleniya i puti ee sovershenstvovaniya. *Analiz riska zdorov'yu*. 2015 (2): 4–11.
 21. Revich B.A., SHaposhnikov D.A., Avaliani C.L., Lezina E.A., Semutnikova E.G. Izmenenie kachestva atmosfernogo vozduha v Moskve v 2006–2012 gg. i riski dlya zdorov'ya naseleniya. *Problemy ehkologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ehkosisistem*. 2015; 26 (1): 91- 122.
 23. Andreeva E.E., Onishchenko G.G., Klejn S.V. Gigienicheskaya ocenka prioritytnykh faktorov riska sredy obitaniya i sostoyaniya zdorov'ya naseleniya g. Moskvy. *Analiz riska zdorov'yu*. 2016; 15 (3): 23–34.
 24. Ritz B., Yu F., Fruin S., Harris J. Ambient Air Pollution and Risk of Birth Defects in Southern California. *American Journal Epidemiology*. 2002. (155): 17-25.
 25. Liu S., Krewski D., Shi Y., Chen Y., Burnett R.T. Association between gaseous ambient air pollutants and adverse pregnancy outcomes in Vancouver, Canada. *Environ Health Perspect*. 2003; 111 (14): 1773–8.
 26. Creanor J., Cullinan P., Nieuwenhuisen M. J. et al. Respiratory effects of exposure to diesel traffic in persons with asthma. *England Journal Medicine*. 2007; 357: 2348-58.
 27. Ashmore M. R., Dimitroulopoulou C. Personal exposure of children to air pollution. *Atmospheric Environment*. 2009; 43: 128–41.
 28. ZHoldakova Z.I., Sinicyna O.O., Pechnikova I.A., Savostikova O.N. Aktual'nye napravleniya garmonizacii zakonodatel'nykh osnov po obespecheniyu bezopasnosti himicheskikh zagryaznenij dlya zdorov'ya cheloveka i okruzhayushchej sredy. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018 (2): 4–13.
 29. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council concerning integrated pollution prevention and control. <https://www.ecolex.org/details/legislation/directive-20081ec> (data obrashcheniya 31.08.2018).
 30. Clean Air Act Text. <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/clean-air-act-text> (data obrashcheniya 01.08.2018)
 31. Sudaкова E.V. Ocenka mnogosredovogo riska zdorov'yu naseleniya dlya optimizacii sistemy upravleniya kachestvom okruzhayushchej sredy v usloviyah goroda – megapolisa. Avtoref. kand. diss. M. 2017. 23 p.
 32. Karelin A. O. Ispol'zovanie principov dokazatel'noj mediciny v sovremennykh gigienicheskikh issledovaniyah. *Sbornik tezisov II ezhgodnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchyonnoj pamyati d.m.n. prof. z.d.n. RF I.V. Polyakova, «Reformy zdravooхранeniya Rossijskoj Federacii, sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya»*. Sankt-Peterburg, 2015: 67-9.
 33. Karelin A.O. Ispol'zovanie metodov ehpidemiologii okruzhayushchej sredy dlya ocenki vzaimosvyazi faktorov riska i zdorov'ya naseleniya. *Materiyaly trinadcatoy Evrazijskoj nauchnoj konferencii «Donozologiya-2017»*. SPb, 2017: 47-50