

EDN: <https://elibrary.ru/vdtgtge>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-3-174-181>

УДК 614.7

© Коллектив авторов, 2025

Ушакова О.В., Евсеева И.С., Водянова М.А., Сабирова З.Ф., Юдин С.М.

Перспективы применения метода ранжирования промышленных объектов для оценки радиационных и химических рисков для здоровья населения и окружающей среды

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическим рисками здоровью» ФМБА России, Погодинская ул., 10, стр. 1, Москва, 119121

Классификация и ранжирование потенциально опасных химических объектов и загрязнённых территорий являются актуальными и важными задачами в области управления рисками и охраны окружающей среды. Представленные задачи возникают в связи с необходимостью принятия решений по повышению контроля за опасными производственными объектами, а также оптимизации ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду, что позволяет идентифицировать объекты, имеющие наибольший потенциал опасности, и усилить контроль над ними, что способствует повышению безопасности работников, общества и окружающей среды.

Цель исследования — на основе литературных данных обосновать возможности использования метода ранжирования потенциально опасных химических и радиационных объектов для оценки их влияния на здоровье населения и окружающую среду.

Проведён систематический обзор научных данных для обоснования методических подходов и критериев необходимых для ранжирования потенциально опасных химических и радиационных объектов с целью оценки риска их для здоровья населения и окружающей среды из библиографических баз данных Scopus, MedLine, Web of Science, PubMed, The Cochrane Library, РИНЦ.

Результаты проведённых исследований позволили определить особенности учёта влияния промышленных объектов на окружающую среду и здоровье человека применимо к пилотным объектам и территориям, показаны возможности ранжирования видов деятельности по уровням риска, позволяющие выделить наиболее критические секторы и процессы, требующие особого внимания и регулирования. Обоснованы подходы к созданию единой информационно-аналитической системы, учитывающей влияние окружающей среды на здоровье, которая позволит целенаправленно разработать комплексные программы профилактики заболеваемости населения и оценить влияние вредного сочетанного действия факторов окружающей среды на здоровье. Представлены критерии для предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов (величина суммарной годовой эмиссии, весовой коэффициент канцерогенного эффекта). В ходе работы показаны возможности ранжирования видов деятельности по уровням риска, позволяющие выделить наиболее критические секторы и процессы, требующие особого внимания и регулирования. Представлены критерии для предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов (величина суммарной годовой эмиссии, весовой коэффициент канцерогенного эффекта).

Ограничения исследования. Учитывая, что данное исследование проведено на основе литературных данных, носящих теоретический характер, для практического его применения трех пилотных территорий недостаточно. В дальнейшем предполагается расширить количество объектов и территорий для ранжирования.

Этика. Данное исследование не требовало заключения этического комитета.

Ключевые слова: промышленные объекты; экология; ранжирование; риски; здоровье населения; химическая безопасность
Для цитирования: Ушакова О.В., Евсеева И.С., Водянова М.А., Сабирова З.Ф., Юдин С.М. Перспективы применения метода ранжирования промышленных объектов для оценки радиационных и химических рисков для здоровья населения и окружающей среды. *Мед. труда и пром. экол.* 2025; 65(3): 174–181. <https://elibrary.ru/vdtgtge>
<https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-3-174-181>

Для корреспонденции: Ушакова Ольга Владимировна, e-mail: Oushakova@cspmpz.ru

Участие авторов:

Ушакова О.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание текста, подготовка рукописи;

Евсеева И.С. — концепция и дизайн исследования, написание текста, подготовка рукописи;

Водянова М.А. — сбор и обработка данных, написание текста, подготовка рукописи;

Сабирова З.Ф. — сбор и обработка данных, написание текста, подготовка рукописи;

Юдин С.М. — концепция и дизайн исследования, подготовка рукописи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 23.01.2025 / Дата принятия к печати: 26.02.2025 / Дата публикации: 07.04.2025

Olga V. Ushakova, Irina S. Evseeva, Maria A. Vodyanova, Zulfiya F. Sabirova, Sergey M. Yudin

Prospects for the application of the industrial facility ranking method to assess radiation and chemical risks to public health and the environment

Center for Strategic Planning and Management of Biomedical Risks to Health, 10, building 1, Pogodinskaya St, Moscow, 119121

Classification and ranking of potentially hazardous chemical facilities and contaminated territories are urgent and important tasks in the field of risk management and environmental protection. The presented tasks arise in connection with the need to make decisions on increasing control over hazardous production facilities, as well as optimizing resources and reducing negative environmental impacts, which makes it possible to identify facilities with the greatest potential for danger and strengthen control over them, which contributes to improving the safety of employees, society and the environment.

The study aims to substantiate the possibilities of using the method of ranking potentially dangerous chemical and radiation facilities based on literature data to assess their impact on public health and the environment.

The scientists have conducted a systematic review of scientific data to substantiate methodological approaches and criteria necessary for ranking potentially dangerous chemical and radiation facilities in order to assess their risk to public health and the environment from bibliographic databases Scopus, MedLine, Web of Science, PubMed, Cochrane Library, RSCI.

The results of the research have made it possible to determine the specifics of accounting for the impact of industrial facilities on the environment and human health applicable to pilot facilities and territories, the possibilities of ranking activities by risk levels are shown, allowing to identify the most critical sectors and processes requiring special attention and regulation. The approaches to creating a unified information and analytical system that takes into account the impact of the environment on health are substantiated, which will make it possible to purposefully develop comprehensive programs for the prevention of morbidity in the population and assess the impact of harmful combined effects of environmental factors on health. The authors have presented criteria for the preliminary ranking of potential carcinogens (total annual emissions, weight coefficient of carcinogenic effect).

In the course of their work, the scientists showed the possibilities of ranking activities by risk levels, which make it possible to identify the most critical sectors and processes that require special attention and regulation. They also presented criteria for preliminary ranking of potential carcinogens (the amount of total annual emissions, the weight coefficient of the carcinogenic effect).

Ethics. This study did not require the conclusion of an Ethics Committee.

Limitations. Given that this study was conducted on the basis of theoretical literature data, three pilot territories are not sufficient for its practical application. In the future, it is planned to expand the number of objects and territories for ranking.

Keywords: *industrial facilities; ecology; ranking; risks; public health; chemical safety*

For citation: Ushakova O.V., Evseeva I.S., Vodyanova M.A., Sabirova Z.F., Yudin S.M. Prospects for the application of the industrial facility ranking method to assess radiation and chemical risks to public health and the environment. *Med. truda i prom. ekol.* 2025; 65(3): 174–181. <https://elibrary.ru/vdttge> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2025-65-3-174-181> (in Russian)

For correspondence: Olga V. Ushakova, e-mail: Oushakova@cspmz.ru

Contributions:

Ushakova O.V. — research concept and design, data collection and processing, text writing, manuscript preparation;

Evseeva I.S. — concept and design of the research, writing of the text, preparation of the manuscript;

Vodyanova M.A. — data collection and processing, text writing, manuscript preparation;

Sabirova Z.F. — data collection and processing, text writing, manuscript preparation;

Yudin S.M. — the concept and design of research, preparation of the manuscript.

Funding. The study had no funding.

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

Received: 23.01.2025 / Accepted: 26.02.2025 / Published: 07.04.2025

Многие предприятия, включая промышленные производства и установки, склады опасных химических веществ и ядерные объекты, могут представлять угрозу для окружающей среды и здоровья людей как в случае аварии, так и в процессе эксплуатации. Обеспокоенность влиянием различных объектов на окружающую среду и здоровье человека приводит к необходимости ранжирования этих объектов по уровням радиационных и химических рисков. Ранжирование промышленных объектов по уровню риска позволяет определить приоритеты для мер по предотвращению угроз. Для ранжирования объектов по уровню радиационных и химических рисков используются различные методы анализа, моделирования и оценки. Один из подходов — это использование экологических, радиационных и химических показателей для оценки потенциального воздействия объектов на окружающую среду. Это может включать расчёт потенциальной экспозиции людей и экосистем к радиационным и химическим загрязнениям, а также учёт вероятности возникновения аварийных ситуаций.

Важной частью ранжирования является также участие экспертов и заинтересованных сторон для максимально комплексной оценки рисков. Это даёт право учитывать не только технические параметры объектов, но и социальные и экономические аспекты и уровень угрозы для конкретных сообществ [1–3].

Классификация и ранжирование потенциально опасных химических объектов и загрязнённых территорий являются актуальными и важными задачами в области управления рисками и охраны окружающей среды. Представленные задачи возникают в связи с необходимостью принятия решений по повышению контроля за опасными

производственными объектами, а также оптимизации ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду, что позволяет идентифицировать объекты, имеющие наибольший потенциал опасности, и усилить контроль над ними, что способствует повышению безопасности работников, общества и окружающей среды [4–7].

Классификация и ранжирование помогают определить объекты, которые требуют наибольших вложений для устранения рисков. Благодаря этому появляется возможность эффективно распределить ресурсы предприятий и государственных организаций, минимизируя экономические затраты, выявить объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду, а также сосредоточить усилия на более опасных объектах и разработать меры для снижения загрязнения. Применение соответствующих методов и инструментов классификации и ранжирования помогает принимать обоснованные решения по безопасности, планировать риски и оптимизировать экономические затраты. Эти усилия способствуют созданию безопасной и устойчивой среды для нас самих и будущих поколений.

Влияние промышленности на окружающую среду является одной из наиболее значимых проблем современного общества. Загрязнение воздуха, воды и почвы, а также истощение природных ресурсов ставят под угрозу экосистемы и здоровье человека. В связи с этим, разработка подходов к использованию наилучших доступных технических методов (НДТМ) становится неотъемлемой частью регулирования промышленных процессов [8–11].

НДТМ представляют собой комплексные технические решения, которые позволяют снизить воздействие

промышленных процессов на окружающую среду. Они включают использование современных технологий, эффективное использование ресурсов и рациональное управление отходами. Переход к НДТМ является необходимым для устойчивого развития промышленности, что даёт возможность сократить выбросы вредных веществ, повысить энергоэффективность и снизить потребление природных ресурсов.

Ранжирование отраслей должно основываться на комплексной оценке их воздействия на природные среды, включая воздух, воду и почву. Это способствует выделению наиболее загрязняющих отраслей и приоритизированности и обоснованности (приоритетные, или адекватные) мер по снижению их воздействия.

При ранжировании отраслей важно учитывать не только абсолютный уровень воздействия на окружающую среду, но и потенциал улучшения. Некоторые отрасли могут иметь большой потенциал для внедрения НДТМ и снижения своего воздействия на окружающую среду.

Страны Европейского союза уделяют большое внимание природоохранному регулированию. Они активно проводят меры для оценки и управления рисками, связанными с воздействием различных видов деятельности на окружающую среду и здоровье человека. При этом важной характеристикой подхода стран ЕС является принцип предосторожности, то есть принятие мер для защиты окружающей среды и здоровья людей даже при отсутствии полной научной уверенности в уровнях риска.

Цель исследования — на основе литературных данных обосновать возможности использования метода ранжирования потенциально опасных химических и радиационных объектов для оценки их влияния на здоровье населения и окружающую среду.

Проведён систематический обзор научных данных для обоснования методических подходов и критериев необходимых для ранжирования потенциально опасных химических и радиационных объектов с целью оценки риска их для здоровья населения и окружающей среды. Было проанализировано более 80 литературных источников из библиографических баз данных Scopus, MedLine, Web of Science, PubMed, The Cochrane Library, РИНЦ. Поиск вёлся по следующим ключевым словам: «промышленные

объекты, экология, ранжирование, риски, здоровье населения, химическая безопасность». Отбирались только те публикации, к которым был полный доступ к тексту. При наличии нескольких публикаций одних и тех же авторов выбирались наиболее поздние исследования. Большинство источников (более 85%) включали в себя только оценку экологической опасности, также практически все они имели ограниченный охват (рассматривались одна потенциальная цель и не учитывалось сочетание действие радиационного и химического факторов), так же в представленных публикациях практически не учитывалось влияние объектов на здоровье населения. В менее чем в 10% публикаций, посвящённых подходам к оценке территорий и классификации опасных промышленных объектов, предлагается учитывать риски для населения, проживающего вблизи них.

Анализ литературных данных показал, что одним из важных инструментов, используемых в природоохранном регулировании, является ранжирование видов деятельности по уровням риска, позволяющее выделить наиболее критические секторы и процессы, требующие особого внимания и регулирования [12–14].

В рамках Европейского союза существуют различные программы и инициативы по оценке и ранжированию рисков, включая мониторинг, моделирование и разработку критериев оценки. Также активно используются международные подходы, такие как системы классификации для оценки химических веществ и экологических рисков.

В целом, опыт стран ЕС в природоохранном регулировании и ранжировании видов деятельности представляет собой ценный источник знаний и практик, которые могут быть применены и адаптированы для совершенствования системы охраны окружающей среды и улучшения здоровья людей Российской Федерации.

Ниже в *таблице 1* показана доля промышленных выбросов ЕС по основным ингредиентам, приходящаяся на производства системы.

Структура промышленных производств ЕС может служить хорошим ориентиром [15–17].

Изучение базы данных реестров EPER/E-РВПЗ позволило идентифицировать основные предприятия-загрязнители Европейского Союза. В основном, это около 50 про-

Таблица 1 / Table 1

Доля промышленных выбросов ЕС по основным ингредиентам, приходящаяся на производства системы¹ Share of EU industrial Europe by main components of the production system

Загрязняющее вещество	Общие выбросы, тыс. т	2010 г.		2021 г.		
		Доля промышленных производств	Доля производств КПКЗ (комплексное предотвращение и контроль загрязнения)	Общие выбросы, тыс. т	Доля промышленных производств	Доля производств КПКЗ
NO _x	11,2	36%	34%	9,6	38%	36%
SO ₂	7,8	88%	83%	5,5	88%	83%
NH ₃	3,8	96%	38%	3,6	96%	39%
Взвешенные вещества	4,0	51%	43%	3,7	51%	43%
Летучие органические соединения	9,0	55%	55%	7,3	59%	59%

¹ Проект EuropeAid/129522/C/SER/Multi Договор № 2010/232-231 Отчёт по заданию 2.1.1.1 Разработка методологии определения основных производств-загрязнителей и производств, не оказывающих значимого воздействия на окружающую среду. Проект финансируется Европейским Союзом и консорциумом во главе с MHW.

изводств из 8 стран (Бельгии, Великобритании, Германии, Греции, Испании, Италии, Португалии и Франции), которые ответственны за более 10% выбросов и сбросов определённых загрязняющих веществ. Эти предприятия находятся под строгим контролем Европейской Комиссии исходя из литературных данных соблюдают положения Директивы КПКЗ, а также используют НДТМ (наилучшие доступные технические методы). Определение приоритетных отраслей и ведущих предприятий даёт возможность сконцентрировать имеющиеся ресурсы на наиболее ответственных направлениях, обеспечивая оптимальную эффективность управленческих решений и технических мероприятий.

В течение ряда лет обсуждались опыт стран Европейского Союза в области экологического регулирования, а также возможности ранжирования различных видов деятельности. Эти обсуждения также нашли отражение в Руководстве по системе комплексных разрешений, подготовленном Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 2005 г. [18].

В документе рекомендуется создать систему ранжирования различных критериев, используя условные баллы, в качестве механизма определения национальных приоритетов. Ниже приведена рекомендуемая ОЭСР ориентировочная система ранжирования по условным баллам с применением весовых коэффициентов, как показано в *таблице 2*.

Крайне важно осознавать, что предлагаемая процедура ранжирования по условным баллам является всего лишь одним из способов определения приоритетных отраслей и в значительной степени зависит от субъективного отбора критериев, их относительной значимости и оценки имеющейся ситуации. Хотя описанный метод представляется достаточно убедительным, не следует считать его истиной в последней инстанции для непосредственного воспроизведения.

Определение воздействия промышленных отраслей на окружающую среду является важнейшим показателем. Самые загрязняющие отрасли должны как можно скорее перейти на комплексные разрешения на основе НДТМ, как наиболее эффективный метод регулирования. При оценке производств по этому критерию целесообразно рассматривать основные составляющие воздействия на отдельные природные среды. Кроме того, при более углублённом анализе данного ранжирования становится очевидным, что реальный интерес представляют не столько абсолютный уровень воздействия на окружающую среду, сколько реальные возможности изменения этого показате-

ля, то есть имеющийся потенциал для улучшения [19–21].

Практический опыт применения методологии ранжирования отраслей привёл к следующим изменениям по сравнению с руководством ОЭСР:

1. Был введён новый критерий — «возможность экологического совершенствования» — для отражения наличия эффективных технических методов предотвращения и уменьшения загрязнения в конкретной отрасли.

2. При определении показателя воздействия на окружающую среду предварительно было проведено отдельное оценивание воздействия на атмосферный воздух, водные объекты, почву, объём образования отходов и риск аварий, после чего полученные баллы были усреднены.

3. Для повышения значимости критерия воздействия на окружающую природную среду в итоговой оценке были соответствующим образом изменены весовые коэффициенты.

Для изучения возможностей применения методологии ранжирования объектов в реальных условиях нами были получены перечни промышленных предприятий трех территорий. Установлено, что на территории первой территории осуществляют деятельность 16 промышленных предприятий, из них 2 крупных предприятия, 10 малых и 4 микропредприятия. Промышленные предприятия города производят энергоресурсы; химические вещества, лакокрасочные материалы и строительные смеси; плитку тротуарную из цемента, бетона или искусственного камня; катализатор КДМ; инфракрасные нагреватели; охлаждающие жидкости нового поколения; хлеб, хлебобулочные и кондитерские изделия; цельномолочную продукцию. Главными в экономике второго объекта является АЭС и связанные с её работой предприятия. Из предприятий обрабатывающей промышленности наибольшее экономическое значение имеют организации, чья деятельность связана с пищевой отраслью, например, макаронная фабрика и хлебокомбинат.

Основными источниками загрязнения окружающей природной среды на втором объекте являются промышленные, топливно-энергетические, строительные и автотранспортные предприятия и организации. Большинство промышленных предприятий в соответствии с федеральным законодательством имеют разрешительные документы на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, сбросы сточных вод в водные объекты, лимиты на обращение с отходами производства и потребления. В соответствии с утверждённой в установленном порядке проектной документацией на предприятиях проводится производственный аналитический контроль. Контроль водных объектов

Таблица 2 / Table 2

Критерии определения приоритетных отраслей промышленности Criteria for determining priority industries

Критерии	Условные баллы			Вес
	1	2	3	
Воздействие на окружающую среду	Н	С	В	3
Ожидаемые затраты на соблюдение природоохранных требований	В	С	Н	3
Приток прямых иностранных инвестиций	Н	С	В	2
Финансовые показатели	Н	С	В	2
Ориентация на экспорт	Н	С	В	1
Число установок, подлежащих регулированию	В	С	Н	1

Примечания: Н — низкое, С — среднее, В — высокое значение показателя.
Notes: Н — low, С — average, В — high value of the indicator.

выполняется согласно «Программе регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохраной зоной». За 2022 год выполнено 8256 анализов, показывающих, что в действующих выпусках сточных вод фактические сбросы химических веществ не превышают утверждённые нормативы.

В ходе изучения различных источников информации было определено, что ряд моментов, безусловно, требует дополнительных обсуждений при принятии окончательных решений для использования данного подхода при оценке рисков для здоровья населения и окружающей среды. В частности, при рассмотрении критерия воздействия на окружающую природную среду целесообразно сделать следующий шаг и использовать не только детализированную экспертную оценку, но и более объективные численные методы хотя бы по основным показателям — загрязнению атмосферного воздуха, воды и почвы [22].

При оценке воздействия промышленных отраслей на окружающую среду введение дополнительных критериев может быть оправданным и релевантным. Одним из возможных дополнительных критериев является учёт производств, загрязняющих более одного компонента окружающей среды, что разрешит более полноценно учитывать масштаб и важность воздействия производства на различные аспекты окружающей среды [23].

Вместе с тем, существует практика оценки субъектов Российской Федерации по совокупности факторов, включающих энергоёмкость валового регионального продукта (ВРП), расходы консолидированного бюджета на объекты окружающей среды (ООС), общие расходы на объекты окружающей среды (на душу населения), объём выбросов в атмосферный воздух загрязняющих веществ, отходящих от стационарных и передвижных (автомобильного и железнодорожного транспорта) источников (на душу населения), доля уловленных и обезвреженных загрязняющих атмосферу веществ в общем количестве загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, сброс загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты и забор воды из природных водных объектов (на душу населения). Данные факторы используются при определении комплексного экологического индикатора для субъекта РФ, на основании чего выстраивается экологический рейтинг регионов [24]. Такая практика позволяет выявлять «слабые» регионы для своевременного принятия управленческих решений.

Другим потенциальным дополнительным критерием может быть наличие сертификации системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001. Это будет свидетельствовать о готовности предприятия соблюдать самые строгие экологические стандарты и нормы, что является важным фактором для обоснования приоритетных отраслей с точки зрения их влияния на окружающую среду.

При определении предприятий по вышеперечисленным критериям могут быть использованы численные показатели, такие как производственная мощность, валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и другие основные характеристики промышленных предприятий. Также возможно использование их комбинаций для более точной оценки воздействия на окружающую среду.

Эти дополнительные критерии позволят учитывать не только уровень загрязнения, но и готовность предприятий

к экологической ответственности, что повысит объективность и комплексность ранжирования отраслей по их воздействию на окружающую среду.

Изучение принципов методологии ранжирования объектов на пилотных территориях позволило определить основные категории отнесения к объектам негативного воздействия на окружающую среду: суммарный валовый выброс и сброс сточных вод. Окончательное ранжирование объектов будет проведено после получения уточняющих сведений по данным выбросов загрязняющих химических веществ в окружающую среду с учётом выбросов автотранспорта.

Для решения вопросов охраны здоровья населения от воздействия комплекса загрязняющих веществ, обусловленных выбросами промпредприятий, ТЭЦ, котельных, автотранспорта требуется усовершенствовать систему сбора и анализа информации о состоянии здоровья населения, уровнях загрязнения объектов окружающей среды, с учётом вклада отдельных источников, оценки общей химической нагрузки на здоровье населения.

И как итог, создание единой информационно-аналитической системы, учитывающей влияние окружающей среды на здоровье, которая даст возможность:

- формировать паспорт Территории;
- организовывать и поддерживать в актуальном состоянии информационную базу, содержащую картированные сведения о реальном загрязнении окружающей среды, заболеваемости населения и данных диспансеризации;
- формировать и поддерживать информационный ресурс, содержащий сведения о химических веществах, находящихся в обращении, в частности физико-химических свойствах, информацию о токсичности, симптомах острого отравления и хронической интоксикации.

Что в свою очередь будет способствовать целенаправленной разработке комплексных программ профилактики заболеваемости населения и вредного сочетанного действия факторов окружающей среды на здоровье. Реализации этих предложений будут способствовать меры по выполнению Указа Президента Российской Федерации от 11.03.19 г. «Об основах государственной политики в области химической и биологической безопасности на период до 2025 г. и дальнейшую перспективу», в т. ч. в части разработки Закона о химической безопасности и формирования Государственной программы по обеспечению химической безопасности на период до 2025 г. и дальнейшую перспективу.

Из 51 обслуживаемых ФМБА России территорий, более половины (55%) включают объекты, формирующие химическое загрязнение окружающей среды. При этом сочетанное действие (радиационный и химический) — 33%. При составлении перечня приоритетных токсикантов на объектах и территориях, обслуживаемых ФМБА России, первым этапом работ является сбор данных о химических веществах, потенциально способных воздействовать на здоровье населения.

Исходными данными по загрязняющим веществам для обоснования номенклатуры приоритетных токсикантов на объектах и территориях, обслуживаемых ФМБА России, являются:

- данные о выбросах объектов негативного воздействия, такие как проекты нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный

воздух, проекты нормативов сбросов сточных вод, формы статического наблюдения 2-ТП «Воздух», 2-ТП «Вода»;

- данные натурных наблюдений: социально-гигиенического мониторинга (СГМ), Росгидромета и производственного контроля предприятий — фоновые маркеры (общехимических загрязнителей), присутствующие каждой территории, и (как правило) входящие в состав выбросов промышленных предприятий;
- данные об индикаторах, свидетельствующие о наличии специфических загрязнителей в биологических средах персонала и населения, работающего и живущего на объектах и территориях, обслуживаемых ФМБА России.

На втором этапе работ проводится предварительное ранжирование химических веществ с учётом объёма их поступления в окружающую среду и степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств. Далее определяются типичные сценарии экспозиции для выбранных веществ, расчёт рисков для этих сценариев воздействия с использованием стандартных методов и доступных данных о параметрах опасности, концентрациях в окружающей среде и зависимостях «доза – ответ» (референтные уровни воздействия, факторы канцерогенного потенциала).

На последующем этапе проводится ранжирование химических веществ с учётом полученных ориентировочных значений канцерогенных и не канцерогенных рисков, и составляется окончательный перечень приоритетных химических соединений, подлежащих дальнейшей оценке.

Предварительное ранжирование потенциальных канцерогенов выполняется по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента канцерогенного эффекта (W_c), устанавливаемого в зависимости от значений фактора канцерогенного потенциала и группы канцерогенности по классификации МАИР или соответствующей группы по классификации U.S. EPA.

При ранжировании территорий приоритетными следует считать следующие критерии:

- градостроительная ситуация. Планировочные решения: взаиморасположение предприятий, производств и иных объектов, включая транспортные магистрали (источники загрязнения окружающей среды) и сельской территории городских и сельских поселений;
- климатогеографические особенности территорий;
- социально-экономическая характеристика территорий;
- уровень и качество медицинского обеспечения;
- численность и возрастно-половой состав населения рассматриваемых территорий;
- характеристика промышленности (предприятий, производств и объектов), включая профиль и мощность;

- технологические решения, эффективность используемых методов очистки; внедрение НДТ (наилучшие доступные технологии);
- качественный и количественный состав выбросов, сбросов;
- расположение постов наблюдения;
- контроль загрязнения объектов окружающей среды (по химическим, включая наиболее распространённые и специфические загрязнители, а также физическим, биологическим показателям);
- классы опасности предприятий, производств, объектов;
- оптимальные размеры и организация санитарно-защитных зон;
- информация о состоянии здоровья населения (заболеваемость, смертность);
- оценка химических рисков для здоровья человека с учётом наиболее восприимчивых, групп населения (дети, женщины, репродуктивного возраста, лица пожилого возраста, отдельные категории работников);
- анализ жалоб населения на загрязнение объектов окружающей среды;
- выявление зависимости показателей заболеваемости и смертности населения от особенностей загрязнения объектов окружающей среды, социально-экономических условий, уровня и качества медицинского обеспечения.
- определение приоритетов на территориальном и местном уровнях и разработка механизмов стратегии действий, отдающих предпочтение регулированию тех источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу здоровью населения.

Результаты проведённых исследований по изучению основных подходов к экологическому нормированию промышленных объектов в мире позволили определить особенности учёта влияния промышленных объектов на окружающую среду и здоровье человека применимо к пилотным объектам и территориям. В ходе работы показаны возможности ранжирования видов деятельности по уровням риска, позволяющие выделить наиболее критические секторы и процессы, требующие особого внимания и регулирования. Обоснованы подходы к созданию единой информационно-аналитической системы, учитывающей влияние окружающей среды на здоровье, которая позволит целенаправленно разработать комплексные программы профилактики заболеваемости населения и оценить влияние вредного сочетанного действия факторов окружающей среды на здоровье. Представлены критерии для предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов (величина суммарной годовой эмиссии, весовой коэффициент канцерогенного эффекта (W_c)).

Список литературы (пп. 3–5, 13, 15–17 см. References)

1. Перечень показателей и данных для формирования Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга Приказ Роспотребнадзора от 30 декабря 2005 г. № 810 (с изменениями на 19 июня 2017 года).
2. Колосницына М.Г., Чубаров М.Ю. Социально-экономические факторы смертности от инфекционных заболеваний в российских регионах. *Социальные аспекты здоровья населения*. 2021; 67(5): 2. <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2021-67-5-2>
3. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. К вопросу об имплементации оценки качества жизни населения в систему социально-гигиенического мониторинга. *Анализ риска здоровью*. 2018; (3): 4–12. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3>
4. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.В., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (8): 4–12. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-8-4-12>

8. Гревцов О.В., Костылева В.М., Малявин А.С., Груздев Е.Е. Экспертная поддержка перехода на принципы наилучших доступных технологий в химической промышленности. *Химическая безопасность*. 2019; 3(2): 219–230.
9. Мантуров Д.В. Переход на наилучшие доступные технологии в аспекте современной промышленной политики Российской Федерации. *Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика*. 2018; 4: 25–34.
10. Пичугин Е.А., Дьяков М.С., Зырянова Е.В., Соловьева А.С. Аналитический обзор типовых технологических решений, применяемых при ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде. *Астраханский вестник экологического образования*. 2022; 71(5): 20–32 <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2022-5-20-32>
11. Никитина Е.Н. Экологические требования по обеспечению химической безопасности при разработке промышленных технологий. *Экология и промышленность России*. 2017; 21(5): 57–63. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-5-57-63>
12. Булатов В.И., Игенбаева Н.О., Кузменков С.Г., Исаев В.И., Аюпов Р.Ш. Эколого-географическая проблематика нефтегазового комплекса России в системе мегаэкологии. *География и природные ресурсы*. 2020; 60(1): 33–40
13. 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 воздухоохраных мероприятий. *Анализ риска здоровью*. 2020; (1): 25–37. <https://elibrary.ru/cueyva>
14. 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 воздухоохраных мероприятий. *Анализ риска здоровью*. 2020; (1): 25–37. <https://elibrary.ru/cueyva>
15. Guidance on integrated environmental permitting systems for EEECA countries. <https://www.oecd.org/environment/outreach/35057702.pdf>
16. Кудрявцева О.В., Ледашева Т.Н., Пинаев В.Е. Методика и практика оценки воздействия на окружающую среду. *Проектная документация. Издание 3-е, исправленное и дополненное*. М.; 2023.
17. Бурматова О.П. *Методология и инструментарий анализа эколого-экономических аспектов регионального развития*. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН; 2021.
18. Яшалова Н.Н., Рубан Д.А. Показатели оценки эколого-экономической устойчивости. *Вестник томского государственного университета*. 2023; 64: 35–49.
19. Зайцева Н.В., Клейн С.В., Май И.В., Савочкина А.А., Кирьянов Д.А., Камалудинов М.Р. и др. Риск для здоровья населения и эффективность мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(11): 1403–1411. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1403-1411>
20. Пичугин Е.А., и др. Актуальные проблемы выявления, учёта, категорирования и ликвидации объектов накопленного вреда окружающей среде. *Проблемы региональной экологии*. 2021; 6: 113–121.
21. Горчаков В., Загородних П., Паничева С. Экологический рэнкинг регионов. Устойчивое развитие. *Аналитический комментарий* — АКРА. 2023: 14. <https://clck.ru/3Gn4uZ>

References

1. List of indicators and data for the formation of the Federal Information Fund for Social and Hygienic Monitoring Order of Rospotrebnadzor dated December 30, 2005, No. 810 (as amended on June 19, 2017).
2. Kolosnitsyna M.G., Chubarov M.Yu. Socio-economic factors of mortality from infectious diseases in Russian regions. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*. 2021; 67(5): 2. <https://www.hse.ru/ma/economicanalysis/news/532620843> (in Russian).
3. Essien Etido. Impacts of governance toward sustainable urbanization in a mid-sized city: A case study of Uyo, Nigeria. *Land*. 2021; 11(1): 37. <https://doi.org/10.3390/land11010037>
4. Guan W., Liu Q., Dong C. Risk assessment method for industrial accident consequences and human vulnerability in urban areas. *Journal of loss prevention in the process industries*. 2022; 76: 104745. <https://doi.org/10.1016/j.jlpi.2022.104745>
5. Bezborodova O.E., Bodin O.N., Svetlov A.V. Assessment of Industry-Related Risks for Human Environmental Well-Being. *Proceedings of the 5th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety: ICCATS 2021*. Cham: Springer International Publishing, 2022.
6. Popova A.Ju., Zajceva N.V., Maj I.V. On the issue of implementing assessment of the quality of life of the population into the system of social and hygienic monitoring. *Analiz riska zdorov'ju*. 2018; (3), 4–12. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3> (in Russian).
7. Bukhtiyarov I.V., Denisov Je.I., Lagutina G.N., Pfaf V.F., Chesalin P.V., Stepanjan I.V. Criteria and algorithms for establishing a connection between health disorders and work. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*. 2018; (8): 4–12. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-8-4-12> (in Russian).
8. Grevcov O.V., Kostyleva, V.M., Maljavin A.S., Gruzdev E.E. Expert support for the transition to the principles of the best available technologies in the chemical industry. *Himicheskaja bezopasnost'*. 2019; 3(2): 219–230 (in Russian).
9. Manturov D.V. Transition to the best available technologies in the aspect of modern industrial policy of the Russian Federation. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 6. Jekonomika*. 2018; 4: 25–34 (in Russian).
10. Pichugin E.A., D'jakov M.S., Zyrjanova E.V., Solov'eva A.S. Analytical review of standard technological solutions used in the elimination of objects of accumulated environmental harm. *Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija*. 2022; 5 (71): 20-32 <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2022-5-20-32> (in Russian).
11. Nikitina E.N. Environmental requirements for ensuring chemical safety in the development of industrial technologies. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2017; 21(5): 57–63. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2017-5-57-63>
12. Bulatov V.I., Igenbaeva N.O., Kuzmenkov S.G., Isaev V.I., Ajupov R.Sh. Ecological and geographical problems of the Russian oil and gas complex in the megaecology system. *Geografija i prirodnye resursy*. 2020; 60(1): 33–40 (in Russian).
13. Wu L., Yang M., Wang C. Strategic interaction of environmental regulation and its influencing mechanism: Evidence of spatial effects among Chinese cities. *Journal of Cleaner Production*. 2021; 312: 127668. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127668>
14. Zajceva N.V., Zemljanova M.A., Maj I.V., Alekseev V.B., Trusov P.V., Hrushheva E.V. et al. omprehensive assessment of the effectiveness of mitigation of harm to health based on the theory of fuzzy sets when planning air protection measures. *Analiz riska zdorov'ju*. 2020; (1): 25–37. <https://elibrary.ru/cueyva> (in Russian).
15. Vázquez V.L., Rodríguez G., Daddi T., De Giacomo M.R., Polders C., Dils E. Policy challenges in transferring the integrated pollution prevention and control approach to Southern Mediterranean countries: a case study. *Journal of Cleaner Production*. 2015; 107: 486–97.
16. Eom S.Y., Choi J., Bae S., Lim J.A., Kim G.B., Yu S.D. Kim Y., Lim H.S., Son B.S., Paek D., Kim Y.D. Health effects of environmental pollution in population living near industrial complex areas in Korea. *Environmental health and toxicology*. 2018; 33(1). <https://doi.org/10.5620/ehet.2018004>
17. Nowacki K. Accident risk in the production sector of EU countries — cohort studies. *International journal of environmental research and public health*. 2021; 18(7): 3618 <https://doi.org/10.3390/ijerph18073618>
18. Guidance on integrated environmental permitting systems for EEECA countries. <https://www.oecd.org/environment/outreach/35057702.pdf>
19. Kudrjavceva O.V., Ledashheva T.N., Pinaev V.E. Methodology and practice of assessing environmental impact. *Proektnaja*

- dokumentacija. Izdanie 3-e, ispravlennoe i dopolnennoe. M., 2023 (in Russian).*
20. Burmatova O.P. *Methodology and tools for analyzing environmental and economic aspects of regional development.* Pod red. A.S. Novoselova. — Novosibirsk: IJeOPP SO RAN; 2021: 442 (in Russian).
 21. Jashalova N.N., Ruban D.A. Indicators for assessing environmental and economic sustainability. *Vestnik tomского gosudarstvennogo universiteta.* 2023; 64: 35–49 (in Russian).
 22. Zajceva N.V., Klejn S.V., Maj I.V., Savochkina A.A., Kir'janov D.A., Kamaltdinov M.R. et al. Risk to public health and the effectiveness of measures to improve the quality of drinking water in centralized water supply systems. *Gigiena i sanitarija.* 2022; 101(11): 1403–1411. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-11-1403-1411> (in Russian).
 23. Pichugin E.A., et al. Actual problems of identification, accounting, categorization and elimination of objects of accumulated environmental damage. *Problemy regional'noj jekologii.* 2021; 6: 113–121 (in Russian).
 24. Gorchakov V., Zagorodnih P., Panicheva S. Ecological ranking of regions. Sustainable development. *Ustojchivoe razvitie. Analiticheskij kommentarij — AKRA.* 2023: 14. <https://clck.ru/3Gn4uZ> (in Russian).

Сведения об авторах:

- Ушакова Ольга Владимировна* ведущий научный сотрудник отдела гигиены, канд. мед. наук.
E-mail: Oushakova@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2275-9010>
- Евсеева Ирина Сергеевна* старший научный сотрудник отдела гигиены, канд. мед. наук.
E-mail: Ievseeva@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5765-0192>
- Водянова Мария Александровна* учёный секретарь, канд. биол. наук.
E-mail: vodyanova@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3350-5753>
- Сабирова Зульфья Фаридовна* ведущий научный сотрудник отдела гигиены, д-р мед. наук, профессор.
E-mail: ZSabirova@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3505-8344>
- Юдин Сергей Михайлович* генеральный директор, д-р мед. наук, профессор.
E-mail: info@cspfmba.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7942-8004>

About the authors:

- Olga V. Ushakova* Leading Researcher of the Department of Hygiene, Cand. of Sci. (Med.).
E-mail: Oushakova@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2275-9010>
- Irina S. Evseeva* Senior Researcher, Department of Hygiene, Cand. of Sci. (Med.).
E-mail: Ievseeva@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5765-0192>
- Maria A. Vodianova* Scientific Secretary, Cand. of Sci. (Biol.).
E-mail: vodyanova@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3350-5753>
- Zulfiya F. Sabirova* Leading Researcher, Department of Hygiene, Dr. of Sci. (Med.), Professor.
E-mail: ZSabirova@cspmz.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3505-8344>
- Sergey M. Yudin* General Director, Dr. of Sci. (Med.), Professor.
E-mail info@cspfmba.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7942-8004>