



# Алгоритм риск-менеджмента в обеспечении экологической безопасности населения в районе предприятия нефтепереработки

М.А. Фоменко<sup>1</sup>Г.А. Фоменко<sup>2</sup>Е.А. Скуратова<sup>3</sup><sup>1</sup> ООО НПП «Кадастр» (Ярославль, Россия)<sup>2</sup> НПО «Институт устойчивых инноваций» (Ярославль, Россия)<sup>3</sup> АНО НИПИ «Кадастр» (Ярославль, Россия)

## Аннотация

В статье раскрываются основные черты и особенности алгоритма действий по обеспечению экологической безопасности населения, проживающего в районах размещения предприятий нефтепереработки, на основе механизма оценки рисков здоровью на всех этапах жизненного цикла экологически опасных производственных объектов. Методологически алгоритм реализует положения действующих стандартов, нормативных и рекомендательных документов по оценке риска здоровью населения и представляет собой набор последовательных процедур принятия обоснованных решений по обеспечению нормативного показателя остаточного риска здоровью населения, подверженного потенциальному негативному экологическому воздействию. Применение алгоритма обеспечивает соблюдение нормативного уровня экологических воздействий на границе санитарно-защитной зоны предприятий нефтепереработки и на прилегающих жилых территориях.

Особый акцент делается на этапы проектирования и эксплуатации экологически опасного объекта, когда уровень создаваемых рисков здоровью особенно чувствителен к результатам принимаемых решений. Благодаря своевременным идентификации опасностей и оценке рисков здоровью на этапе проектирования уточняется расположение проектируемых экологически опасных установок с учетом их рискогенности в конкретных производственных и градостроительных условиях. На этапе эксплуатации выявляются наиболее рискогенно-опасные участки границы санитарно-защитной зоны и промплощадки, приоритетные (по величине формируемых рисков) производственные установки и химические токсиканты. Это дает основание для корректировки программ производственного контроля и производственного экологического контроля, для уточнения приоритетности инвестиционных программ и планов природоохранных мероприятий. В практическом плане сформулированы особенности действий в условиях высоких рисков для обеспечения нормативного уровня остаточного риска здоровью населения при функционировании экологически опасного производственного объекта нефтепереработки, при этом избегаются значительные финансовые природоохранные затраты как результат принятия экологически недостаточно обоснованных планировочных и технологических решений на этапе проектирования. Алгоритм универсален, поскольку может использоваться для действующих производственных объектов и объектов нового строительства независимо от отраслевой специфики.

**Ключевые слова:** управление рисками, оценка риска здоровью от химического загрязнения атмосферного воздуха, нормативный уровень остаточного риска здоровью, наиболее опасные участки границы СЗЗ, приоритетные рискогенные установки, приоритетные рискогенные химические токсиканты.

## Для цитирования:

Фоменко М.А., Фоменко Г.А., Скуратова Е.А. (2022). Алгоритм риск-менеджмента в обеспечении экологической безопасности населения в районе предприятия нефтепереработки. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 13(4): 351–363. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-4-351-363.

Мы благодарны всем экспертам и специалистам, которые поделились своими знаниями и опытом, чтобы предложенный алгоритм стал объективным и полезным: профессору [С.Л. Авалиани](#), С.И. Комарову, Д.Н. Кириллову, А.А. Рыбину, Е.В. Осиповой, к.г.н. А.Е. Бородкину.

# Risk management algorithm for ensuring the sanitary safety of the population in the area of the oil refinery

M.A. Fomenko<sup>1</sup>G.A. Fomenko<sup>2</sup>E.A. Skuratova<sup>3</sup><sup>1</sup> Scientific-Production Enterprise “Cadaster” Ltd. (Yaroslavl, Russia)<sup>2</sup> Group of Companies Institute of Sustainable Innovations (Yaroslavl, Russia)<sup>3</sup> ANO Research and Design Institute “Cadaster” (Yaroslavl, Russia)

## Abstract

The article reveals the main features and characteristics of the algorithm of actions to ensure environmental safety of the population in the areas of oil refineries based on the mechanism of health risk assessment at all stages of the life cycle of environmentally hazardous production facilities. Methodologically, the algorithm implements the provisions of existing standards, regulatory documents and recommendations on health risk assessment of the population and is a sequence of procedures for making informed decisions on ensuring that health risk to the population exposed to potential negative environmental impacts meets the regulatory level. Application of the algorithm ensures compliance with the regulatory level of environmental impacts on the border of the sanitary protection zone of oil refineries and adjacent residential areas.

A special emphasis is made on the stages of design and operation of environmentally hazardous objects, when the level of created health risks is especially sensitive to the results of decisions made. Timely identification of hazards and assessment of health risks at the design stage helps to choose the location of environmentally hazardous facilities, considering created risks in specific industrial and urban conditions. At the operation stage, the areas with highest risk levels of the sanitary protection zone boundary and the industrial site are identified, as well as priority production facilities and chemical toxicants (in terms of created risks). This gives a reason for adjusting the programs of industrial and environmental control, for specifying the priority of investment programs and plans of environmental protection measures. In practical terms the specific features of actions in conditions of high risks are defined to ensure the health risk meets the regulatory level in functioning of environmentally hazardous oil refining object, avoiding significant financial environmental costs as a result of making ecologically insufficiently justified planning and technological decisions at the design stage. The algorithm is universal, because it can be used for the existing production facilities and new construction projects, regardless of industry specifics.

**Keywords:** risk management, health risk assessment from chemical air pollution, normative level of health risk, the most dangerous areas of the sanitary protection zone boundary, priority risk creating facilities, priority risk creating chemical toxicants.

## For citation:

Fomenko M.A., Fomenko G.A., Skuratova E.A. (2022). Risk management algorithm for ensuring the sanitary safety of the population in the area of the oil refinery. *Strategic Decisions and Risk Management*, 13(4): 351-363. DOI: 10.17747/2618-947X-2022-4-351-363. (In Russ.)

## Acknowledgements

We are grateful to all experts and specialists who shared their knowledge and experience to make the proposed algorithm objective and useful: professor [S.L. Avaliani](#), S.I. Komarov, D.N. Kirillov, A.A. Rybin, E.V. Osipova, A.E. Borodkin (cand. sci. (geogr.)).

# 确保炼油厂附近居人群的环境安全的风险管理算法

Fomenko M.A.<sup>1</sup>  
Fomenko G.A.<sup>2</sup>  
Skuratova E.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> “卡达斯特” 研究设计院有限公司 (俄罗斯雅罗斯拉夫尔)  
<sup>2</sup> “可持续创新研究所” 科学生产联合公司 (俄罗斯雅罗斯拉夫尔)  
<sup>3</sup> “卡达斯特” 研究设计院有限公司 (俄罗斯雅罗斯拉夫尔)

## 摘要

文章揭示了为确保炼油厂所在地区居人群的环境安全而采取的算法的主要特点和特殊性。其依据是对环境有害的生产设施的生命周期的各个阶段的健康风险评估机制。在方法上，该算法执行了现有的公共卫生风险评估标准、法规和指南的规定。该算法是一套连续的程序，用于作出明智的决定，以确保暴露于潜在不利环境影响的人群的健康有一个规范的残余风险指标。该算法的应用确保了炼油厂和邻近居民区的卫生防护区边界符合环境影响的监管水平。

特别强调的是环境危险设施的设计和运营阶段。此时，所带来的健康风险水平对决策的结果特别敏感。在设计阶段及时评估健康风险，可以根据具体工业和城市环境中的危险性来确定环境危险设施的位置。在经营阶段，可确定卫生防护区边界和工业场地的最危险区域，以及优先（就产生的风险大小而言）的生产装置和化学毒物。这为调整工业控制和工业环境控制方案，以及明确环境保护措施的投资方案和计划的优先次序提供了依据。制定了在高风险环境中实际行事的具体内容，为确保环境危险的炼油生产设施运营期间对公众健康的残余风险达到监管水平。在设计阶段提供无害环境规划和技术解决方案的结果是避免巨大的环境财政成本。该算法是通用的。它既可用于现有的生产基地，也可用于新建筑工地，不受行业限制。

**关键词：** 风险管理，化学空气污染的健康风险评估，残余健康风险规范性水平，卫生防护区边界最危险的地区，有风险的优先装置，有风险的优先化学毒物。

## 供引用:

Fomenko M.A., Fomenko G.A., Skuratova E.A. (2022). 确保炼油厂附近居人群的环境安全的风险管理算法. *战略决策和风险管理*. 13(4) : 351-363. DOI : 10.17747/2618-947X-2022-4-351-363. (俄文)。

## 感激

我们感谢所有分享他们的知识和经验以使所提出的算法客观和有利的专家人士：[S.I. Avaliani](#) 教授，S.I. Komarov, D.N. Kirillov, A.A. Rybin, E.V. Osipova, A.E. Borodkin 地理学副博士。

## Введение

В современном мире создание материальных благ все более сопровождается общественным производством рисков [Бек, 2000] и миллиарды людей, думая о происходящем, испытывают растерянность и тревогу, поскольку прошлые привычки и традиции хозяйствования на глазах теряют результативность. Существенное увеличение в последние годы роли антропогенных и природных рисков [The global risks..., 2018; 2021; 2022] корректирует само базовое понимание устойчивости развития – sustainable development<sup>1</sup>, которое все чаще рассматривается как способность отдельных людей, сообществ и геосистем<sup>2</sup> к выживанию; более того, сам

термин все чаще дополняется, а то и заменяется понятием resilience, понимаемым как сохранение жизнеспособности и снижение уязвимости в рискогенной внешней среде.

Особенно актуально такое видение устойчивости, когда речь идет о населении регионов с высокоразвитой промышленностью, особенно добывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, металлургической, производством минеральных удобрений и отраслями теплоэнергопроизводства. Бремя болезней, связанных с загрязнением воздуха, сегодня встало в один ряд с другими основными глобальными опасностями риска здоровью, такими как курение табака. По данным ВОЗ<sup>3</sup>, каждый год воздействие загрязненного

<sup>1</sup> 20 октября 1987 года на Пленарном заседании Генеральной Ассамблеи ООН Комиссией Брунтланд была принята резолюция с определением основного принципа устойчивого развития: «Это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [Наше общее..., 1989].

<sup>2</sup> Геосистема – территориальное образование, формирующееся в тесной взаимосвязи и взаимодействии природы, населения и хозяйства, относительная целостность которого определяется прямыми, обратными и преобразованными связями, развивающимися между подсистемами геосистемы.

<sup>3</sup> <https://www.who.int/europe/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>.

воздуха приводит к 7 млн преждевременных смертей и катастрофическому сокращению здоровых лет жизни. До 30% смертей от доминирующих неинфекционных заболеваний (инсультов, рака легких и хронических обструктивных заболеваний легких) и 25% смертей от инфаркта связаны с загрязнением воздуха, при этом неблагоприятное воздействие на здоровье наиболее выражено среди женщин, детей, пожилых и малоимущих [Ракитский и др., 2019]. Еще в 2013 году IARC<sup>4</sup> классифицировало загрязнение наружного воздуха как канцерогенное для человека (группа 1). Подтвержден возрастающий риск развития рака легких с увеличением загрязнения воздуха<sup>5</sup>.

Размер негативных последствий и ущербов здоровью от воздействия промышленных выбросов на жизненно важные органы на первый взгляд несопоставим с ситуациями крупных техногенных аварий и катастроф. Тем не менее имеющиеся эколого-экономические расчеты говорят о достаточно высоком, практически сопоставимом уровне [Brody, Golub, 2014; Golub, 2021].

Бурное развитие нефтяной промышленности относится к середине 1950-х годов, когда, по мнению Дж. Саймона, нефть стала самым важным источником энергии в мире [Саймон, 2005]. Нефтеперерабатывающие заводы, многие из которых исторически оказались размещенными вблизи селитебных территорий, являются хорошо известными источниками широкого спектра загрязнителей атмосферы. К основным признанным загрязнителям воздуха относятся: оксиды серы, оксиды азота, окись и двуокись углерода, летучие органические соединения (ЛОС), летучие ПАУ и различные металлы, особенно мышьяк, кадмий и ртуть [Ревич и др., 2004; Фоменко и др., 2010; Валеев и др., 2014; Kampeerawipakorn et al., 2017; Domingo et al., 2020; Marquès et al., 2020]. По мнению IARC<sup>6</sup>, некоторые из этих веществ, такие как мышьяк, кадмий, а также некоторые ЛОС и ПАУ, являются канцерогенами; работники предприятий и люди, проживающие рядом с НПЗ, подвергаются повышенному риску развития различных типов рака [Opuzije et al., 2021].

Согласно российскому законодательству соблюдение нормативных экологических требований установлено в качестве одного из обязательных при функционировании промышленного предприятия условия реализации прав граждан на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением (статья 42 Конституции Российской Федерации). Особенно жесткие требования предъявляются к экологически опасным объектам<sup>7</sup>, к которым относятся и нефтеперерабатывающие предприятия. При вводе в эксплуатацию новых и (или) реконструкции действующих объектов, как и в про-

цессе их эксплуатации, наряду с обеспечением превышения технологических нормативов выбросов и (или) предельно допустимых выбросов<sup>8</sup> установлена ответственность за обеспечение приемлемого уровня риска здоровью на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ)<sup>9</sup>. Такой нормативный контекст бросает руководство, управленческому и линейному персоналу нефтеперерабатывающего предприятия новые вызовы. Ответственность за экологическое благополучие населения прилегающих территорий заставляет рассматривать и оценивать свои экологические воздействия и предпринимаемые меры по снижению таких воздействий в широком контексте риск-ориентированного управления, в общей системе управления рисками предприятия; ставит задачу снижения рисков здоровью в число приоритетов эффективного корпоративного управления в соответствии с принципами экологической и социальной ответственности ESG.

В риск-ориентированной логике обеспечение экологической безопасности населения означает, что фактическое значение риска здоровью, создаваемого производственными выбросами на границе СЗЗ предприятия (за пределами которой располагаются жилые территории), не превышает нормативно установленного уровня. Такое значение риска здоровью расценивается как приемлемый остаточный риск<sup>10</sup>; в качестве приоритета корпоративного экологического управления принимается обеспечение нормативного уровня остаточного риска здоровью на всех этапах жизненного цикла предприятия / производственного объекта: проектирования, строительства, эксплуатации (включая строительство на промплощадке новых объектов), вывода из эксплуатации. Законодательное закрепление механизма наилучших доступных технологий (НДТ)<sup>11</sup> в значительной мере обеспечивает это условие. Серьезное внимание на предприятиях уделяется реализации специальных мер по очистке выбросов в атмосферу, очистке сточных вод, переработке отходов, что также способствует оздоровлению окружающей среды в староосвоенных регионах и снижению негативных воздействий на здоровье населения. Между тем следует признать недостаточность технологических и природоохранных мероприятий, особенно когда речь идет об эксплуатации действующих предприятий или их реконструкции.

Практика показывает, что предприятия зачастую вынуждены решать трудновыполнимую задачу достижения и подтверждения приемлемости остаточного риска здоровью, то есть не превышения нормативного значения. Особенно остро ситуация складывается в староосвоенных регионах с исторически сложившейся дробной застройкой, где селитебные территории оказались в непосредственной близости к промплощадкам действующих предприятий. Фактически

<sup>4</sup> IARC – Международное агентство по изучению рака, входит в состав Всемирной организации здравоохранения ООН.

<sup>5</sup> [https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2020/12/pr292\\_E.pdf](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2020/12/pr292_E.pdf).

<sup>6</sup> [https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221\\_E.pdf](https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/pr221_E.pdf).

<sup>7</sup> I и II категории опасности (глава VII СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»).

<sup>8</sup> Ст. 16, п. 6 Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Об охране атмосферного воздуха».

<sup>9</sup> Санитарно-защитная зона – специальная территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения (химического, биологического, физического) на атмосферный воздух до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II классов опасности – как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения (п. 2.1 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»).

<sup>10</sup> Признание факта, что никакой вид хозяйственной деятельности не может быть экологически абсолютно нейтральным («презумпция экологической виновности»).

<sup>11</sup> Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий», Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».

речь идет о невозможности реконструкции и модернизации, а порой и функционирования действующего производства ввиду рисков превышения нормативных показателей остаточного риска здоровью, например при плановых ремонтах, работах по техническому обслуживанию и др.

В сложившихся условиях не вызывает сомнения необходимость серьезной корректировки подходов менеджмента промышленных предприятий, корпораций и промышленных групп при принятии решений по развитию производственной деятельности – не только при выборе площадки под новое строительство, но и прежде всего при эксплуатации действующих производств с возможностью их реконструкции и модернизации при соблюдении установленных экологических требований. По сути, требуется универсальный набор последовательно выполняемых действий (процедур), интегрированный в сложившиеся системы управления, с помощью которого будут решаться задачи по обеспечению нормативного уровня остаточного риска здоровью на всех этапах жизненного цикла предприятия / производственного объекта.

Определение подходов, разработка конкретных методов обеспечения нормативного уровня остаточного риска здоровью представляет собой весьма сложную исследовательскую задачу. Ее решение требует рассмотрения отдельных разрозненных приемов ситуационного реагирования как частей единой системы с переводом целевой ориентации анализа из сугубо практической плоскости результативности принимаемых решений в сферу глубокого осмысления вопросов обеспечения экологической безопасности человека как важнейшего реципиента негативных экологических воздействий опасных промышленных объектов. Такое осмысление осуществляется в фундаментальном контексте обеспечения жизнеспособности (resilience) измененных под существенным влиянием опасных промышленных объектов антропо-природных систем [Фоменко, 2020].

Не претендуя на исчерпывающую реализацию таких теоретических концепций, а также на полный охват всех соответствующих аспектов устойчивого корпоративного развития в рамках ESG-подхода<sup>12</sup>, исследования были нацелены на создание алгоритма принятия решений по обеспечению экологической безопасности населения районов нефтепереработки на основе механизма оценки рисков здоровью (далее по тексту – алгоритм). Они проводились в течение ряда лет с учетом результатов многочисленных проектных, консалтинговых и исследовательских работ, выполненных по заданиям российских нефтеперерабатывающих предприятий. Во внимание принимались как целевые проекты (разработка механизмов риск-ориентированного экологического управления [Авалиани и др., 2018], обоснование достаточности границ СЗЗ промышленных предприятий и промышленных узлов [Фоменко и др., 2008], применение риск-ориентированного подхода к оценке и снижению уязвимости экосистем и насе-

ления<sup>13</sup>), так и исследования с более широкой тематикой (выявление и оценка фактического уровня негативного экологического воздействия производственных выбросов предприятий нефтепереработки в конкретной градостроительной ситуации, сопоставление его с нормативными требованиями, определение мер по соблюдению нормативов и по организации соответствующего контроля и мониторинга выбросов<sup>14</sup>).

Алгоритм разработан в виде последовательности конкретных действий с охватом всех этапов жизненного цикла производственного объекта / промышленной установки. В настоящей статье приведено описание данного алгоритма, подробное содержание этапов, процедур и особенностей его применения; рассмотрены конкретные механизмы управления рисками здоровью и их практическая значимость; обоснована необходимость внедрения алгоритма в практику корпоративного управления.

## 1. Методы и информационная база

В методологическом плане исследования базируются на положениях теории риск-менеджмента и системы стандартов качества<sup>15</sup> и широко применяются в корпоративном и государственном управлении. В обобщенном виде процесс управления рисками носит циклический характер и включает в себя: идентификацию опасностей, их источников и создаваемых рисков; оценку рисков и их приоритизацию по степени значимости; планирование мер по управлению рисками (включая избегание, снижение вероятности и/или материальности, принятие, передачу и др.); реализацию мер по управлению рисками (технологических, операционных, организационно-административных и др.); мониторинг остаточных рисков. Применительно к экологической сфере риск трактуется как вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера<sup>16</sup>.

В области обеспечения безопасности населения от негативных экологических воздействий развивается теория рисков здоровью, положения которой в силу высокой общественной значимости и востребованности сегодня являются наиболее нормативно обоснованными, с закреплением в законодательных системах ряда стран. При этом оценка риска здоровью рассматривается как обязательная часть процесса управления рисками здоровью от негативных экологических воздействий; более того, она выполняет функцию мониторинга процесса управления по соответствующим показателям риска (плановым, текущим, нормативным, прогнозным). Отметим, что с санитарной и экологической точек зрения предприятия несут ответственность за риск обществу и обязаны разделить его пропорционально свое-

<sup>12</sup> <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/other/esg-environmental-social-governance/>.

<sup>13</sup> <https://ntc-rik.ru/cases/8072/>.

<sup>14</sup> Тематика охватывает экологическое обоснование новых предприятий, новых объектов в составе реконструкции действующих производств, а также разработку эксплуатационной документации по соблюдению нормативов экологических воздействий действующих предприятий, включая программы экологического контроля и мониторинга.

<sup>15</sup> ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» (национальный стандарт РФ), ИСО 31000:2018 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» (ISO 31000:2018 «Risk management – Guidelines», IDT) (международный стандарт).

<sup>16</sup> Федеральный закон РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».



му вкладу [Olson, Desheng, 2008], что в наибольшей степени соответствует современной системе управления рисками<sup>17</sup> и представляет собой распределение возможных отклонений от ожидаемых результатов и целей из-за неопределенности событий внешней и внутренней среды предприятия. Такое видение риска здоровью близко большинству российских исследователей [Авалиани и др., 1996; Большаков и др., 1999; Авалиани, 2002; Онищенко и др., 2003; Фоменко и др., 2010; Фоменко и др., 2018].

В соответствии с задачами исследования, связанного с ограничением негативного воздействия на атмосферный воздух нефтеперерабатывающих предприятий, использован методологический инструментарий оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, положения которого нормативно установлены «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004). Данным документом предписано последовательное (этапное) проведение исследования, включая идентификацию опасности, оценку экспозиции, оценку зависимости «доза – ответ», характеристику риска; применительно к каждому этапу изложены требования к составу и методологии исследований, используемым данным, установлена обязательность выполнения анализа неопределенностей. Тем самым обеспечиваются валидационные и верификационные требования к получаемым результатам – промежуточным и итоговому.

Алгоритм управления рисками здоровью населения сформулирован в логике устойчивости антропо-природных систем с фокусом на взаимосвязанность и взаимозависимость процессов и результатов различных стадий жизненного цикла предприятия, начиная от предпроектных проработок и проектирования и заканчивая выводом производственного объекта из эксплуатации [Beck, 1994; Von Weizsaecker, Wijkman, 2018; Фоменко, 2021; Фоменко, Фоменко, 2022].

Математическое моделирование рассеивания среднесуточных концентраций выполнялось с помощью ПК УПРЗА «Эколог», версия 4.5, расчетный блок «Средние». Расчеты канцерогенного и неканцерогенного рисков проведены с использованием MS Excel 2007 и расчетного блока «Риски», версия 4.5, реализующего Руководство Р 2.1.10.1920-04. Картографические работы выполнены с использованием компьютерной геоинформационной системы (Arc Gis 10.1). В качестве основных исходных данных для математического моделирования использованы действующие тома «Предельно допустимых выбросов», разделы «Перечней мероприятий по охране окружающей среды» и проектов санитарно-защитных зон, программ среднесрочной перспективы развития предприятий; информация о климатических и погодных характеристиках исследуемых территорий размещения предприятий нефтепереработки предоставлена региональными ФГБУ «Гидрометцентр России».

В основу настоящего исследования положены результаты ряда проектов, выполненных и выполняемых в настоящее время по заданиям нефтеперерабатывающих предприятий, расположенных в различных географических зонах России. Территории их размещения характеризуются специфическими природными условиями (климатическими характеристиками, прежде всего ветровым и температурным режимами; рельефом местности; фоновым состоянием атмосферного воздуха и др.) и социально-экономическими условиями (градостроительной ситуацией, близостью и особенностями расположения селитебных территорий; количеством населения, подверженного потенциальному экологическому воздействию, группами риска, подверженностью заболеваниям и др.). Конкретные количественные показатели в настоящей статье приведены по результатам специализированного проекта по внедрению риск-ориентированного управления экологической безопасностью нефтеперерабатывающего предприятия.

## 2. Полученные результаты

Алгоритм принятия решений по обеспечению экологической безопасности населения районов нефтепереработки на основе механизма оценки рисков здоровью представляет собой набор последовательных процедур по обеспечению нормативного показателя остаточного риска здоровью населения, подверженного потенциальному негативному экологическому воздействию. Алгоритм иллюстрирует единичную итерацию (цикл) как часть непрерывного процесса управления производственным предприятием на всех этапах его жизненного цикла с особым акцентом на те из них, где уровень создаваемых рисков здоровью особенно чувствителен к результатам принимаемых решений. Оценочные значения риска здоровью каждый раз (за исключением особо оговоренных случаев) определяются по совокупному воздействию всех объектов промплощадки – существующих и нового строительства.

**Этап 1 – проектирование.** Действия нацелены на предупреждение дополнительных рисков здоровью путем своевременного принятия рациональных проектных решений по генплану, в ходе которого обоснованно (путем рассмотрения нескольких альтернативных вариантов) определяются места размещения новых объектов на действующей промплощадке и выполняется детальная проверка принятого варианта по величине остаточного риска здоровью на границе санитарно-защитной зоны предприятия с выявлением характера наиболее значимых опасностей для здоровья населения, которые формируют соответствующие риски.

1. Обоснованный выбор места размещения экологически опасных объектов на действующей промплощадке на основе анализа альтернативных вариантов.

В ходе разработки проекта реконструкции было разработано три альтернативных варианта размещения новой экологически опасной производственной установки. Наиболее предпочтительный – со значительной экономией финансовых затрат и размещением установки на участке с хорошей логистикой и коммуникациями – оказался заблокированным

<sup>17</sup> Под современной перспективой управления рисками мы подразумеваем всеобъемлющий, интегрированный и скоординированный процесс внутри организации для управления всеми видами рисков, с которыми она сталкивается.

Таблица 1  
 Результаты экспресс-оценки альтернативных вариантов размещения экологически опасного объекта нового строительства  
 Table 1  
 Results of express assessment of alternative options for the placement of an environmentally hazardous new construction facility

Вариант размещения объекта	Характеристика варианта	Оценка по факторам			Совокупная оценка
		технологический	экономический	экологический (риски здоровью)	
Вариант 1	Объект расположен в южной части промплощадки. Участок с хорошей логистикой, в достаточной мере обеспечен коммуникациями (транспортными, ресурсными и др.). Существенная экономия финансовых затрат (по сравнению с вариантом 2 и особенно с вариантом 3). Гарантированное превышение нормативного уровня остаточного риска здоровью (HI > 1,0; HQ > 1,0; ICR > 10–4)	2	2	–	–
Вариант 2	Объект расположен в северной части промплощадки. Участок логистически не обеспечен, практически не оборудован коммуникациями (транспортными, ресурсными и др.). Значительные финансовые затраты, самые высокие из всех трех вариантов. Гарантированное обеспечения нормативного уровня остаточного риска здоровью на уровне (HI < 0,001; HQ < 0,001; ICR < 10–6)	0	0	2	2
Вариант 3	Объект расположен в центральной части промплощадки. Логистически участок в целом более обеспечен по сравнению с вариантом 2; имеются коммуникации (транспортные, ресурсные и др.). Финансовые затраты определены на уровне, гораздо более приемлемом, чем в варианте 2. Ожидается соблюдение нормативного уровня остаточного риска здоровью (HI < 0, 1; HQ < 0,1; ICR ≤ 10–6)	1	1	1	3

*Примечание.* В таблице приняты следующие оценочные значения: «–» – фактор блокирует реализацию варианта; «0» – минимальный оценочный уровень; «1» – средний оценочный уровень; «2» – максимальный оценочный уровень.

по рискогенному фактору (по результатам экспресс-оценки рисков здоровью). Вариант размещения с минимальным значением прироста величины риска здоровью из-за отсутствия коммуникаций на участке характеризовался неприемлемо высокими финансовыми затратами. Фактически при выборе приемлемого варианта рассматривались только две альтернативы – вариант 2 и вариант 3, поскольку вариант 1, несмотря на явные технические и экономические преимущества, оказался нереализуемым по причине ожидаемого превышения нормативной величины остаточного риска здоровью. Из трех альтернативных вариантов размещения экологически опасного объекта нового строительства по результатам совокупной экспресс-оценки (табл. 1) принят вариант 3 как компромисс между технико-экономическими и экологическими факторами.

2. Детальная проверка принятого варианта размещения экологически опасного объекта по величине остаточного риска здоровью на границе санитарно-защитной зоны показала отсутствие превышения нормативных значений. Этот результат был изложен в составе комплекта проектной документации на реконструкцию предприятия<sup>18</sup> и послужил одним из условий принятия положительного решения по результатам государственной экспертизы.

Результаты оценки рисков выявили основные, наиболее значимые аспекты формирования рисков здоровью (географический, технологический, токсикологический):

- географический аспект – определены участки промплощадки, которые характеризуются наибольшей величиной создаваемых рисков здоровью. Это гигиенически значимые рецепторные точки и участки промплощадки с максимальной рисковой нагрузкой – точки на границе СЗЗ и жилой зоны в южном направлении и северо-восточная часть промплощадки;
- технологический аспект – разработан список производственных установок, которые формируют наиболее высокую экспозиционную и рисковую нагрузку на население. Это объекты нового строительства – установки гидрокрекинга и производства серы; существующие объекты – установка 35-11/300-2, комплекс установки Л-24-Т-6, установка Л-24-200-86;
- токсикологический аспект – сформирован перечень наиболее опасных приоритетных химических токсикантов, которые формируют риски здоровью, – 11 загрязняющих веществ, в том числе неканцерогены: серы диоксид, азота диоксид, сероводород, керосин, азота оксид, ванадия пятиокись, ксилол, бензол, углерод черный (сажа), бенз/а/пирен, этилбензол; канцерогены: бензол, углерод (сажа), этилбензол, бенз/а/пирен.

**Этап 2 – строительство.** Типовые действия в рамках управления рисками здоровью населения не предусмотрены на данном этапе. Процесс строительства не сопровождается формированием значимых рисков здоровью населения в силу

<sup>18</sup> В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 01.12.2021) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

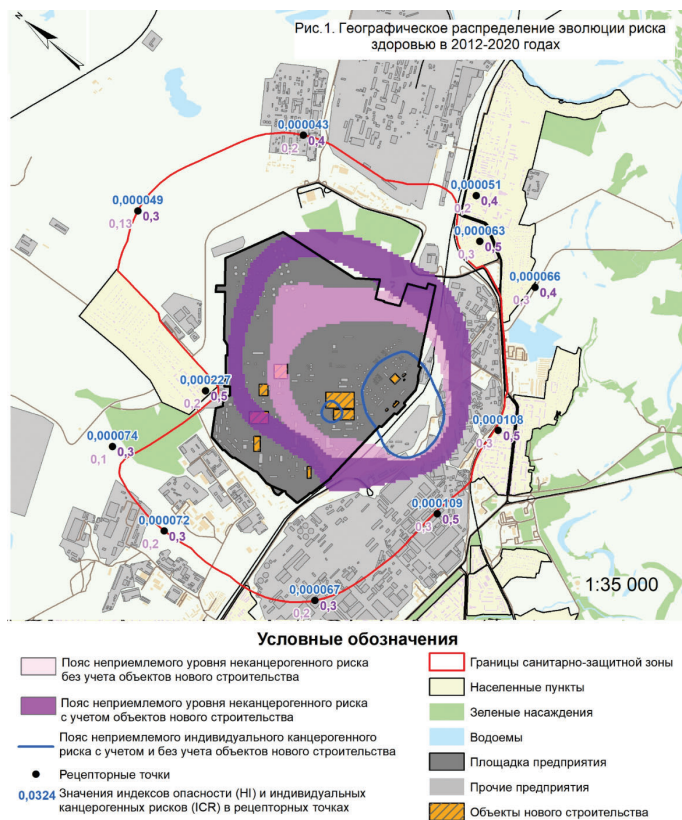
относительной краткосрочности проводимых работ, а также не относится к объектам I–II классов опасности при условии соблюдения нормативных требований по выполнению строительных работ и при выполнении мероприятий по охране окружающей среды в составе проектной документации согласно классификации промышленных объектов и производств.

**Этап 3 – эксплуатация.** Действия по управлению рисками нацелены на снижение вероятности возникновения и минимизацию ущерба от рисков здоровью населения, создаваемых производственными процессами предприятия. Определяются возможности и оптимальные направления снижения значимости различных аспектов возникновения опасностей для здоровья населения – географического, технологического и токсикологического. На этой основе корректируются программы производственного контроля и производственного экологического контроля на границе санитарно-защитной зоны (по местам проведения замеров, графику замеров, контролируемым веществам и др.); уточняются планы реализации инвестиционных мероприятий (включая объекты природоохранного назначения) с учетом их потенциала снижения уровня риска здоровью; уточняется техническая эксплуатационная документация с целью минимизации вероятности превышения нормативного показателя остаточного риска здоровью населения; планируются меры по соблюдению установленного режима использования территории санитарно-защитной зоны.

Результаты исследования выявили *участки границы СЗЗ, наиболее опасные по величине создаваемых рисков здоровью*, которые расположены в южном и северо-восточном направлениях (рис. 1). На этих участках границы СЗЗ сосредоточены наиболее гигиенически значимые рецепторные точки; в данных направлениях локализованы участки промплощадки, где создаются наиболее значимые рискогенные воздействия. Как показал детальный анализ динамики рисков ситуации, даже если ориентация и конфигурация зон поясов распространения неканцерогенных рисков (овал с ориентацией на северо-запад) сохраняется, с вводом новых объектов расширяется ареал распространения рисков. При этом пояс неприемлемого индивидуального канцерогенного риска не претерпевает существенных изменений. Полученные результаты географической ориентации рисков полей, находящихся в пределах границы СЗЗ, соотношенные с генпланом предприятия (применительно к задаче размещения объектов нового строительства), показывают, что в северо-западной части промплощадки недопустимо размещать новые производственные объекты.

*Объекты нового строительства ранжированы по вкладу в общие показатели неканцерогенных и канцерогенных рисков*, формируемых на границе СЗЗ, с целью выявления наиболее рискогенных. К самым рискогенным производственным установкам отнесены: среди объектов нового строительства – установка гидрокрекинга и установка производства серы; среди существующих объектов – установка 35-11/300-2, комплекс установки Л-24-Т-6, установка Л-24-200-86. Все эти объекты рассматриваются как наиболее рискогенные на промплощадке и требуют особого внимания при планировании мер по управлению рисками здоровью. Как показал детальный анализ, первое место по рискогенности занимают объекты нового строи-

Рис. 1. Географическое распределение эволюции риска здоровью в 2012–2020 годах  
Fig. 1. Geographical distribution of health risk evolution in 2012–2020



тельства – установка гидрокрекинга (14,5% от вклада в общие показатели неканцерогенных и канцерогенных рисков) и установка производства серы (13,8%); существующие объекты оценены приблизительно на одном уровне: установка разгонки нефти ЭЛОУ-АВТ-4 – 3,2%, автоматизированная установка тактового налива светлых нефтепродуктов с блоком рекуперации паров – 2,6%, установка висбрекинга гудрона – 2,1%. По остальным объектам нового строительства вклады в суммарные уровни риска здоровью составляют менее 2% (рис. 2).

*К наиболее опасным химическим токсикантам из 27 загрязняющих веществ, идентифицированных в выбросах предприятия, по результатам исследований отнесены 11 веществ с неканцерогенным (серы диоксид, азота диоксид, сероводород, керосин, азота оксид, ванадия пятиокись, ксилол, бензол, углерод черный (сажа), бенз/а/пирен, этилбензол) и 4 вещества с канцерогенным (бензол, углерод (сажа), этилбензол, бенз/а/пирен) действием.*

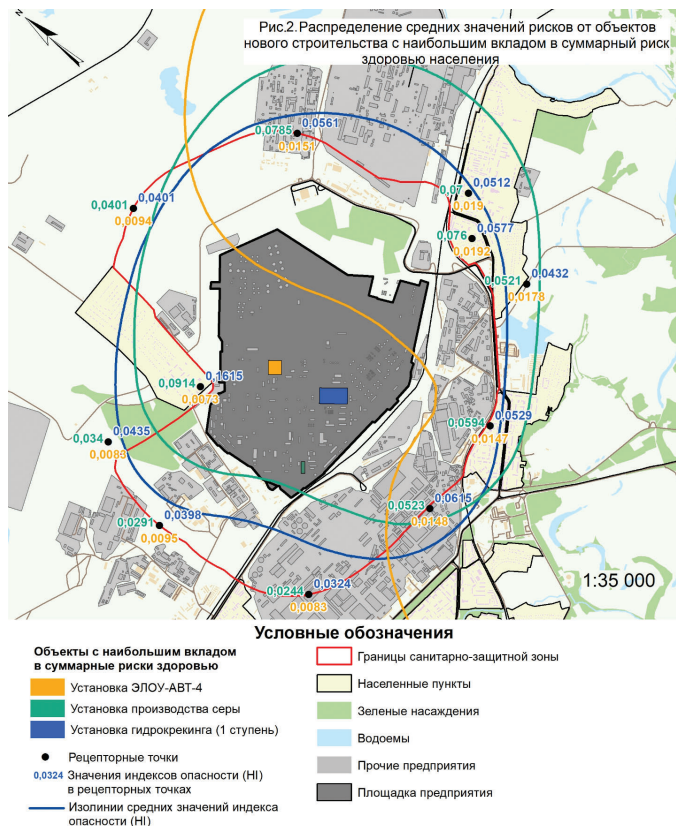
*Программы производственного контроля и производственного экологического контроля предприятия откорректированы с учетом:*

- расположения наиболее опасных в рискогенном плане участков границы СЗЗ и локализации участков промплощадки, откуда создаются наиболее значимые рискогенные воздействия;
- приоритетных с точки зрения создаваемых рисков здоровью производственных установок;
- приоритетных рискогенных загрязняющих веществ.



Рис. 2. Распределение средних значений рисков от объектов нового строительства с наибольшим вкладом в суммарный риск здоровью населения

Fig. 2. Distribution of average values of risks from new construction projects with the greatest contribution to the total risk to public health



По результатам исследования выбраны контрольные точки, в которых формируется максимальная рискованная нагрузка, в том числе на границе СЗЗ и на границе жилой застройки / границе нормируемых территорий. Внесены изменения в графики отбора проб: применительно к каждому объекту нового строительства в течение первого года после ввода в эксплуата-

тацию определено количество дней исследований по полному перечню характерных токсикантов. Откорректирован перечень анализируемых веществ в контрольных точках – включены основные загрязняющие вещества неканцерогенного действия, а также специфичные для предприятия загрязнители.

Корректировка плана реализации инвестиционных мероприятий (включая объекты природоохранного назначения) с учетом снижения уровня риска здоровью показала (табл. 2), что среди 9 запланированных мероприятий наибольшее снижение риска здоровью будет достигнуто при реализации мероприятий Д – приоритет 1, И – приоритет 2; наименьшее – при реализации мероприятий В – приоритет 8 и Г – приоритет 9.

В перечень факторов принятия решений по установлению приоритетности реализации мероприятий инвестиционного плана (программы финансирования и других документов) внесен дополнительный, отражающий долю снижения уровня риска здоровью в показателе совокупного суммарного риска предприятия. Как показывает практика ряда нефтеперерабатывающих предприятий, высоким потенциалом снижения риска здоровью в сравнении даже с целевыми мероприятиями природоохранного назначения обладают меры по предотвращению потерь товарных продуктов, например строительство установки герметичного налива нефтепродуктов в железнодорожные цистерны.

В эксплуатационную техническую документацию внесены уточнения. Технологические регламенты, графики ремонтов, технического обслуживания и другие документы проанализированы с точки зрения снижения вероятности превышения нормативного уровня остаточного риска здоровью при жестком соблюдении технологических нормативов и норм промышленной безопасности, например неодновременность кратковременных залповых выбросов приоритетных химических токсикантов за счет разведения во времени и по локализации на промплощадке соответствующих источников выбросов.

Соблюдение установленного режима использования территории СЗЗ включает в себя комплекс мер по: (1) предотвращению размещения объектов промышленного и гражд-

Таблица 2

Результаты уточнения приоритетности запланированных инвестиционных мероприятий с учетом потенциала снижения уровня риска здоровью

Table 2

Results of clarifying the priority of planned investment activities, taking into account the potential to reduce the level of health risk

Инвестиционные мероприятия, в том числе природоохранного назначения (в составе действующей программы)	Приоритетность, ранг		Показатель потенциального суммарного индекса опасности (НИ) в результате реализации мероприятия*
	без учета рисков здоровью	с учетом рисков здоровью	
Мероприятие А	1	6	0,0392
Мероприятие Б	2	7	0,052636
Мероприятие В	3	8	0,449484
Мероприятие Г	4	9	1,355
Мероприятие Д	5	1	0,000605
Мероприятие Е	6	5	0,00345
Мероприятие Ж	7	3	0,002074
Мероприятие З	8	4	0,00284
Мероприятие И	9	2	0,002038

\* Для сравнения: аналогичный показатель (суммарный индекс опасности (НИ) по промплощадке) на существующее положение без реализации инвестиционных мероприятий составил 6,00786.



данского назначения, представляющих угрозу превышения нормативных значений рисков здоровью, на границе СЗЗ; (2) ликвидации существующих и предотвращению образования потенциальных несанкционированных свалок отходов; (3) благоустройству и озеленению территорий и др. Многолетняя практика по ряду предприятий в данном направлении (например, реализация проекта обоснования достаточности размеров установленной единой санитарно-защитной зоны Южного промышленного узла г. Ярославля) в соответствии с принципами социальной ответственности бизнеса подтверждает эффективность и действенность таких мер.

**Этап 4 – вывод из эксплуатации.** Типовые действия в рамках управления рисками здоровью населения на этом этапе нами не рассматривались ввиду отсутствия запроса на данный вид исследований, хотя законодательно такая процедура предусмотрена. Процесс вывода из эксплуатации зависит от целевого назначения и осуществляется в соответствии с установленной нормативной документацией, в том числе о прекращении существования санитарно-защитной зоны<sup>19</sup>. При соблюдении действующих нормативных требований значения риска не превышают приемлемых уровней.

### 3. Обсуждение

Результаты выполненных исследований и анализ практического опыта предприятий нефтепереработки по обеспечению экологической безопасности населения, проживающего на территориях их размещения, не только обосновали необходимость и подтвердили реальную возможность успешных действий в данном направлении, но и позволили разработать и апробировать соответствующий алгоритм принятия решений. Действие алгоритма основано на реализации методологии оценки риска здоровью населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха. Его внедрение в практику управления предприятием позволяет обеспечить соблюдение на границе СЗЗ нормативного показателя остаточного риска здоровью. Опираясь изначально на выявление и анализ различных аспектов возникновения опасностей для здоровья населения – географического, технологического и токсикологического аспектов, действия в рамках алгоритма нацелены на минимизацию остаточного риска как в процессе проектирования новых предприятий, так и в ходе их эксплуатации, особенно при планировании и размещении на промплощадке объектов нового строительства (этапы, когда уровень рисков здоровью наиболее чувствителен к принимаемым решениям). Мониторинг текущих показателей величины рисков здоровью с анализом их динамики в сравнении с нормативными значениями составляет неперенный и повторяющийся элемент на протяжении всего жизненного цикла предприятия<sup>20</sup>.

Управление рисками здоровью реализуется с помощью следующих инструментов:

*на стадии проектирования:*

- избегание либо минимизация риска, в результате (1) обоснованного выбора варианта размещения новых объектов на промплощадке действующего предпри-

ятия, (2) обоснованного принятия планировочных решений по размещению экологически опасных производственных установок на промплощадке нового проектируемого предприятия;

- снижение уровня риска здоровью путем уменьшения потенциального ущерба и/или снижения вероятности возникновения риска в результате применения технологий, экологические воздействия которых соответствуют уровню НДТ, а также эффективных с точки зрения снижения риска здоровью природоохранных мероприятий; *на стадии эксплуатации:*
- снижение риска здоровью путем уменьшения вероятности реализации рискогенной ситуации в результате повышения эффективности систем производственного контроля и производственного экологического контроля (уточнение расположения точек проведения замеров, графика замеров, перечня контролируемых веществ);
- снижение уровня риска здоровью путем уменьшения потенциального ущерба и/или снижения вероятности реализации риска в результате (1) изменения приоритетности реализации инвестиционных мероприятий, в том числе природоохранного назначения, с учетом величины снижения уровня рисков здоровью; (2) уточнения эксплуатационных требований для минимизации уровня и вероятности рискогенных выбросов путем минимизации продолжительности одновременной работы экологически опасных установок, разведения ремонтных и профилактических работ по времени и месторасположению на промплощадке и т.д; (3) обеспечения соблюдения установленного режима использования территории СЗЗ, прежде всего предотвращения размещения на территории СЗЗ объектов промышленного и гражданского назначения, представляющих угрозу превышения на границе СЗЗ нормативных значений рисков здоровью.

Результаты практического применения алгоритма подтверждают эффективность заложенных в нем механизмов принятия решений и с точки зрения соблюдения действующих законодательных требований, и в более широком аспекте обеспечения устойчивого развития бизнеса в соответствии с ESG-подходами.

Актуальность алгоритма связана с широким распространением недальновидной практики проработки планировочных решений (начальный этап проектирования – решения по генеральному плану), руководствующейся преимущественно экономическими и технологическими соображениями, при фактическом игнорировании экологических аспектов функционирования будущих объектов (включая риски здоровью), что в дальнейшем усиливает угрозы нарушения экологического законодательства с соответствующими весьма значимыми финансовыми, экономическими и репутационными затратами. Следует учитывать и низкую экологическую результативность природоохранных мероприятий на стадии эксплуатации, которая ограничена еще на этапе строитель-

<sup>19</sup> Пункты 9–11 Постановления Правительства РФ от 03.03.2018 № 222 (ред. от 03.03.2022) «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон».

<sup>20</sup> Осуществляется в соответствии с методикой экспресс-оценки риска здоровью населения по химическому фактору (<https://risk.ntc-rik.ru/>). Данная методика может использоваться для предварительных ориентировочных расчетов сотрудниками экологической службы предприятия с использованием специализированного программного комплекса. Зарегистрирован ООО Научно-технический центр «Ресурсы и консалтинг», свидетельство о регистрации программы для ЭВМ от 16.04.2019 №2019614934.

ства выбранными технологиями и локализацией источников выбросов и сбросов загрязняющих веществ [Фоменко, 2021].

Алгоритм универсален. Он может использоваться применительно к действующим производственным объектам и объектам нового строительства в составе проектов реконструкции и модернизации предприятий. Он результативен и при реализации инвестиционных проектов строительства новых промышленных предприятий. Сфера его применения не определяется отраслевой спецификой – он может использоваться в практике управления любого предприятия или промышленной компании, прежде всего тех, у которых на балансе имеются экологически опасные производственные объекты. И наконец, логика алгоритма и последовательность заложенных действий актуальны применительно не только к химическому загрязнению атмосферного воздуха, но и в ситуациях рисков здоровью от акустического и электромагнитного воздействий, от загрязнения потребляемой воды.

В целом следует подчеркнуть, что в соответствии с логикой риск-ориентированного управления риски здоровью населения прилегающих территорий от создаваемых предприятием экологических воздействий должны быть интегрированы в общую систему управления рисками предприятия (наряду с рисками промышленной безопасности, финансовыми, операционными, климатическими и др.). Очевидно, что в рамках системы управления рисками создаваемые риски здоровью могут идентифицироваться как риски несоблюдения установленных законодательных требований в области обеспечения экологической безопасности населения. Тем не менее несомненно, что показатели, характеризующие рискогенность предприятия для населения, целесообразно включить в процесс принятия решений в сфере управления рисками, стратегического и финансового планирования, текущего оперативного управления.

## Литература

- Авалиани С.Л. (2002). Химическое загрязнение окружающей среды и оценка риска здоровью населения. В: *Экологическая безопасность России: материалы Всероссийской конференции по экологической безопасности* (Москва, 4–5 июня 2002 г.). М., 186–188.
- Авалиани С.Л., Андрианова М.М., Печенникова Е.В., Пономарева О.В. (1996). *Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт)*. М.: Консультационный центр по оценке риска.
- Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Сковронская С.А., Иванова С.В., Мацюк А.В. (2018). Принципы управления риском здоровью населения на основе анализа мероприятий по снижению промышленных выбросов. В: *Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции*. Пермь: Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, 14–19.
- Бек У. (2000). *Общество риска. На пути к другому модерну*. М.: Прогресс-Традиция.
- Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. (1999). *Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения*. М.: Эдиториал УРСС.
- Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Н.Р. (2014). Оценка риска для здоровья населения, проживающего на территориях с развитой нефтехимией и нефтепереработкой. *Здоровье населения и среда обитания*, 5: 6–8.
- Наше общее будущее: текст доклада Международной комиссии по окружающей среде и развитию (1987 г.)* (1989). М.: Прогресс.
- Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. (2002). *Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду*. М.: НИИ ЭЧ и ГОС.
- Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А. (2019). Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний. *Анализ риска здоровью*, 4: 30–36.
- Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. (2004). *Экологическая эпидемиология*. М.: Academia.
- Саймон Дж. (2005). *Неисчерпаемый ресурс*. М.: Социум.
- Фоменко Г.А. (2020). Пространственное проектирование и экосистемные услуги. *Проблемы региональной экологии*, 1: 60–73.
- Фоменко Г.А. (2021). *Устойчивый экосистемный дизайн: предпосылки и подходы: учебно-методическое пособие*. Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр».
- Фоменко Г.А., Авалиани С.Л., Князьков Л.А., Фоменко М.А., Бородкин А.Е., Бударова Ю.В. (2008). *Порядок определения долей предприятий в финансировании мероприятий по содержанию и управлению санитарно-защитной зоной, основанный на методологии оценки риска здоровью населения: утв. Руководителем Управления Федеральной Службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ярославской области*. Ярославль.
- Фоменко Г.А., Комаров С.И., Фоменко М.А., Бородкин А.Е., Лузанова А.К. (2018). Риск-ориентированный подход к управлению экологической безопасностью нефтеперерабатывающего предприятия. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 1: 102–109.
- Фоменко Г.А., Фоменко М.А. (2022). *Устойчивый экосистемный дизайн: фокус на экосистемные услуги: учебно-методическое пособие*. Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр».

- Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Бородкин А.Е. (2010). Оценка риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха в управлении промышленными зонами (на примере города Ярославля). В: *Гигиена атмосферного воздуха: сборник докладов научно-практической конференции с международным участием* (Киев, 14–15 октября 2010 г.). Киев: Министерство здравоохранения Украины, Национальная академия медицинских наук, 128–132.
- Beck U. (1994). *Ecological politics in the age of risk*. Cambridge: Polity.
- Brody M., Golub A. (2014). Improving air quality and health in Kazakhstan: Monitoring, risk assessment and management. *Vestnik KazNMU*, 3(1).
- Domingo J.L., Marquès M., Nadal M., Schuhmacher M. (2020). Health risks for the population living near petrochemical industrial complexes. 1. Cancer risks: A review of the scientific literature. *Environmental Research*, 186: 109495
- Golub A. (2021). The effects of increasing population granularity in PM<sub>2.5</sub> population-weighted exposure and mortality risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, 12: 127703-1-3.
- Kampeerawipakorn O., Navasumrit P., Settachan D., Promvijit J., Hunsonti P., Parnlob V., Nakngam N., Choovisase S., Chotikapukana P., Chanchaemsai S., Ruchirawat M. (2017). Health risk evaluation in a population exposed to chemical releases from a petrochemical complex in Thailand. *Environmental Research*, 152: 207–213.
- Marquès M., Domingo J.L., Nadal M., Schuhmacher M. (2020). Health risks for the population living near petrochemical industrial complexes. 2. Adverse health outcomes other than cancer. *Science of The Total Environment*, 15(730): 139122.
- Olson D., Desheng W. (2008). *New frontiers in enterprise risk management*. Springer.
- Onyje F.M., Hosseini B., Togawa K., Schüz J., Olsson A. (2021). Cancer incidence and mortality among petroleum industry workers and residents living in oil producing communities: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8): 4343.
- The global risks report 2018* (2018). 13<sup>th</sup> ed. Geneva: World Economic Forum, The Global Competitiveness and Risks Team.
- The global risks report 2021* (2021). 16<sup>th</sup> ed. Geneva: World Economic Forum.
- The global risks report 2022* (2022). 17<sup>th</sup> ed. Geneva: World Economic Forum.
- Von Weizsaecker E., Wijkman A. (2018). *Come on! Capitalism, short-termism, population and the destruction of the planet*. Berlin: Springer.

## References

- Avaliani S.L. (2002). Chemical pollution of the environment and public health risk assessment. In: *Environmental safety of Russia: Materials of the All-Russian conference on environmental safety* (Moscow, June 4-5, 2002). Moscow, 186-188. (In Russ.)
- Avaliani S.L., Andrianova M.M., Pechennikova E.V., Ponomareva O.V. (1996). *Environment. Health risk assessment (world experience)*. Moscow, Consulting Center for Risk Assessment. (In Russ.)
- Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsyn V.A., Skovronskaya S.A., Ivanova S.V., Matsyuk A.V. (2018). Principles of public health risk management based on the analysis of measures to reduce industrial emissions. In: *Topical issues of risk analysis in ensuring the sanitary and epidemiological welfare of the population and consumer protection: Materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference*. Perm, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies of Public Health Risk Management, 14-19. (In Russ.)
- Beck U. (2000). *Risk society. On the way to another modern*. Moscow, Progress-Traditsiya. (In Russ.)
- Bolshakov A.M., Krutko V.N., Pucillo E.V. (1999). *Assessment and risk management of environmental impact on public health*. Moscow, Editorial URSS. (In Russ.)
- Valeev T.K., Suleymanov R.A., Rakhmatullin N.R. (2014). Assessment of the health risk of the population living in areas with developed petrochemistry and oil refining. *Population Health and Habitat*, 5: 6-8. (In Russ.)
- Our common future: text of the report of the International commission on environment and development (1987)* (1989). Moscow, Progress. (In Russ.)
- Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. (2002). *Fundamentals of risk assessment for public health when exposed to chemicals that pollute the environment*. Moscow, Research Institute of EC and State. (In Russ.)
- Rakitskiy V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsyn V.A. (2019). Analysis of the health risk from exposure to atmospheric pollution as an integral part of the strategy to reduce the global epidemic of non-communicable diseases. *Health Risk Analysis*, 4: 30-36. (In Russ.)
- Revich B.A., Avaliani S.L., Tikhonova G.I. (2004). *Ecological epidemiology*. Moscow, Academia. (In Russ.)
- Simon J. (2005). *Inexhaustible resource*. Moscow, Socium. (In Russ.)
- Fomenko G.A. (2020). Spatial design and ecosystem services. *Problems of Regional Ecology*, 1: 60-73. (In Russ.)
- Fomenko G.A. (2021). *Sustainable ecosystem design: prerequisites and approaches: an educational and methodological guide*. Yaroslavl, ANO NIPI "Cadaster". (In Russ.)
- Fomenko G.A., Avaliani S.L., Knyazkov L.A., Fomenko M.A., Borodkin A.E., Budarova Yu.V. (2008). *The procedure for determining the shares of enterprises in financing measures for the maintenance and management of a sanitary protection zone based on the methodology for assessing the risk to public health: approved by head of the Department of the Federal Service for supervision of consumer rights protection and human welfare in the Yaroslavl region*. Yaroslavl. (In Russ.)



- Fomenko G.A., Komarov S.I., Fomenko M.A., Borodkin A.E., Luzanova A.K. (2018). Risk-based approach to environmental safety management of an oil refinery. *Strategic Decisions and Risk Management*, 1: 102-109. (In Russ.)
- Fomenko G.A., Fomenko M.A. (2022). *Sustainable ecosystem design: Focus on ecosystem services: An educational and methodological guide*. Yaroslavl, ANO NIPI “Cadaster”. (In Russ.)
- Fomenko G.A., Fomenko M.A., Borodkin A.E. (2010). Assessment of the risk to public health from atmospheric air pollution in the management of industrial zones (on the example of the city of Yaroslavl). In: *Atmospheric air hygiene: Collection of reports of a scientific and practical conference with international participation* (Kyiv, October 14-15, 2010). Kyiv, Ministry of Health of Ukraine, National Academy of Medical Sciences, 128-132. (In Russ.)
- Beck U. (1994). *Ecological politics in the age of risk*. Cambridge, Polity.
- Brody M., Golub A. (2014). Improving air quality and health in Kazakhstan: Monitoring, risk assessment and management. *Vestnik KazNMU*, 3(1).
- Domingo J.L., Marquès M., Nadal M., Schuhmacher M. (2020). Health risks for the population living near petrochemical industrial complexes. 1. Cancer risks: A review of the scientific literature. *Environmental Research*, 186: 109495.
- Golub A. (2021). The effects of increasing population granularity in PM2.5 population-weighted exposure and mortality risk assessment. *Environmental Health Perspectives*, 12: 127703-1-3.
- Kampeerawipakorn O., Navasumrit P., Settachan D., Promvijit J., Hunsonti P., Parnlob V., Nakngam N., Choonvisase S., Chotikapukana P., Chanchaeamsai S., Ruchirawat M. (2017). Health risk evaluation in a population exposed to chemical releases from a petrochemical complex in Thailand. *Environmental Research*, 152: 207-213.
- Marquès M., Domingo J.L., Nadal M., Schuhmacher M. (2020). Health risks for the population living near petrochemical industrial complexes. 2. Adverse health outcomes other than cancer. *Science of The Total Environment*, 15(730): 139122.
- Olson D., Desheng W. (2008). *New frontiers in enterprise risk management*. Springer.
- Onyije F.M., Hosseini B., Togawa K., Schüz J., Olsson A. (2021). Cancer incidence and mortality among petroleum industry workers and residents living in oil producing communities: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8): 4343.
- The global risks report 2018* (2018). 13<sup>th</sup> ed. Geneva: World Economic Forum, The Global Competitiveness and Risks Team.
- The global risks report 2021* (2021). 16<sup>th</sup> ed. Geneva: World Economic Forum.
- The global risks report 2022* (2022). 17<sup>th</sup> ed. Geneva: World Economic Forum.
- Von Weizsaecker E., Wijkman A. (2018). *Come on! Capitalism, short-termism, population and the destruction of the planet*. Berlin, Springer.

## Информация об авторах

### Марина Александровна Фоменко

Кандидат географических наук, доцент, ЕОQ-аудитор по экологии Европейской организации по качеству, первый заместитель директора по научно-консалтинговой работе научно-производственного предприятия «Кадастр» (Ярославль, Россия). SPIN-код: 3563-4926. Область научных интересов: комплексное использование и охрана природных ресурсов, разработка и реализация природоохранных программ и планов, эколого-экономические индикаторы с учетом социокультурного фактора; исследование экологических рисков и рисков здоровью населения в контексте устойчивого развития; совершенствование показателей устойчивого развития, экологических показателей и показателей зеленой экономики, системы национальных счетов и природно-экономического учета, а также методов их картографирования.  
fomenkoma@rcs-cad.com

### Фоменко Георгий Анатольевич

Доктор географических наук, профессор, научный руководитель Научно-производственного объединения «Институт устойчивых инноваций» (Ярославль, Россия). SPIN-код: 8529-9836. Область научных интересов: проблематика перехода индустриальной экономики к стадии «зеленого роста» с ориентацией на устойчивое развитие; изучение экологических рисков и рисков здоровью в контексте устойчивого развития, а также разработка методологии анализа жизнестойкости и уязвимости антропо-природных геосистем; исследования в области социокультурных ограничений и регламентации принятия управленческих решений в природоохранной сфере, социокультурные измерения в сфере природопользования.  
info@npo-kad.ru

### Скуратова Елена Алексеевна

Руководитель центра по оценке рисков Научно-исследовательского проектного института «Кадастр» (Ярославль, Россия). Область научных интересов: исследование экологических рисков и рисков здоровью населения в контексте устойчивого развития, разработка медико-географических подходов для типизации территории и совершенствования природоохранного управления; проработка и обоснование инженерных решений по снижению экологических рисков и рисков здоровью населения, оценка эффективности целевых программ по оздоровлению экологической обстановки в городах и поселениях.  
skuratova@rcs-cad.com

## About the authors

### Marina A. Fomenko

Candidate of geographical sciences, associate professor, EOQ auditor of the European Organization for Quality, first deputy director for scientific and consulting work, Scientific-Production Enterprise “Cadaster” Ltd. (Yaroslavl, Russia). SPIN-code: 3563-4926.

Research interests: integrated use and protection of natural resources, development and implementation of environmental programs and plans, environmental and economic indicators taking into account the socio-cultural factor; study of environmental risks and risks to public health in the context of sustainable development; improvement of indicators of sustainable development, environmental indicators and indicators of the green economy, the system of national accounts and natural and economic accounting, as well as methods of mapping them.

fomenkoma@rcs-cad.com

### Georgy A. Fomenko

Doctor of geographical sciences, professor, scientific supervisor, Group of Companies Institute of Sustainable Innovations (Yaroslavl, Russia). SPIN-code: 8529-9836.

Research interests: problems of transition of the industrial economy to the stage of “green growth” with a focus on sustainable development; study of environmental and health risks in the context of sustainable development, as well as the development of a methodology for analyzing the resilience and vulnerability of anthropo-natural geosystems; research in the field of socio-cultural restrictions and regulation of management decisions in the environmental field, socio-cultural dimensions in the field of environmental management.

info@npo-kad.ru

### Elena A. Skuratova

Head of the Risk Assessment Center, ANO Research and Design Institute “Cadaster” (Yaroslavl, Russia).

Research interests: research of environmental risks and public health risks in the context of sustainable development, development of medico-geographical approaches for territory typification and improvement of environmental management; elaboration and justification of engineering solutions to reduce environmental risks and public health risks, evaluation of the effectiveness of targeted programs to improve the environmental situation in cities and settlements.

skuratova@rcs-cad.com

## 作者信息

### Marina A. Fomenko

地理学副博士，副教授，欧洲质量组织（EOQ）环境审计师，“卡达斯特尔”研究设计院科学和咨询工作第一副主任（俄罗斯雅罗斯拉夫尔）。SPIN 号码：3563-4926。

研究领域：自然资源综合利用和保护；保护环境方案和计划制定和实施；兼顾社会文化因素的环境和经济指标；可持续发展背景下的环境和健康风险研究；可持续发展、环境和绿色经济指标的改善；国民账户体系和自然和经济核算以及对它们进行映射的方法的改善。

fomenkoma@rcs-cad.com

### Georgy A. Fomenko

地理学博士，教授，“可持续创新研究所”科学生产联合公司科学主任（俄罗斯雅罗斯拉夫尔）。SPIN 号码：8529-9836。

研究领域：将工业经济推向以可持续发展为重点的绿色增长阶段的挑战；可持续发展背景下的环境和健康风险研究；人类和自然的地理系统的复原力和脆弱性分析方法论制定；社会文化制约因素和环境管理决策规范的研究；环境管理中的社会文化层面。

info@npo-kad.ru

### Elena A. Skuratova

“卡达斯特尔”研究设计院风险评估中心主任（俄罗斯雅罗斯拉夫尔）。

研究领域：可持续发展背景下的环境和健康风险研究；开发用于地区类型化并改善环境管理发展的医学地理学方法；减少环境和公共健康风险工程解决方案制定和论证；改善城市和住区环境状况的目标方案的有效性评估。

skuratova@rcs-cad.com

Статья поступила в редакцию 03.11.2022; после рецензирования 01.12.2022 принята к публикации 05.12.2022. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was submitted on 03.11.2022; revised on 01.12.2022 and accepted for publication on 05.12.2022. The authors read and approved the final version of the manuscript.

文章于 03.11.2022 提交给编辑。文章于 01.12.2022 已审稿，之后于 05.12.2022 接受发表。作者已经阅读并批准了手稿的最终版本。