

## ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА

УДК 69:504

Научная статья

### **Алексей Сергеевич Страхов**✉

аспирант, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ).  
Россия, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;  
e-mail: alex.strakhov@mail.ru

### **Анна Юрьевна Барковская**

канд. филос. наук, доцент кафедры философии, социологии и психологии,  
Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия,  
Волгоград, 400074, ул. Академическая, 1;  
e-mail: anna\_bark@mail.ru

### **Валерий Николаевич Азаров**

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой безопасности жизнедеятельности в  
строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный техни-  
ческий университет (ВолгГТУ). Россия, 400074, Волгоград, ул. Академиче-  
ская, 1;  
e-mail: azarovpubl@mail.ru

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ВЫБРОСАМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ (ОБЗОР)**

Статья посвящена проблеме анализа и совершенствования теории экологического риска, связанного с загрязнением воздушной среды выбросами строительной индустрии, и представляет обзор зарубежных и российских исследований в этой области. Проанализированы публикации по оценке экологических рисков в строительстве и мероприятиям по их снижению; по группам факторов, оказывающим влияние на экологический риск при загрязнении воздушной среды выбросами строительной отрасли, — объем и состав выбросов, метеорологические условия, географические и климатические особенности территории, техническое состояние оборудования и степень его совершенства; методам и моделям математического аппарата и мониторингу экологической безопасности; совершенствованию законодательства и нормативных документов. Выявлены перспективные направления развития теории экологического риска в строительной индустрии: разработка и применение более точных и надежных моделей оценки экологического риска, исследование эффективности методов снижения выбросов загрязняющих веществ, использование инновационных технологий строительства и производства материалов с низким содержанием вредных веществ, создание стандартов и регуляций для ограничения

выбросов, внедрение экологического аудита и менеджмента, использование геоинформационных систем с возможностью разработки цифровых карт, модернизация законодательной базы — все это на фоне углубления научной теории риска.

**Ключевые слова:** экологический риск, строительная индустрия, загрязнение воздушной среды, мониторинг, экологическая безопасность, законодательство, нормативные документы.

**Для цитирования:** *Страхов А. С., Барковская А. Ю., Азаров В. Н. Экологические риски при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии (обзор) // Социология города. 2023. № 2. С. 78—93. DOI: 10.35211/19943520\_2023\_2\_78*

## Введение

Проблема загрязнения воздуха — одна из самых актуальных и серьезных в экологии. Она становится все более острой в связи с интенсивным развитием в городах строительной индустрии, которая является одним из крупнейших загрязнителей атмосферы. Выбросы воздушных загрязнений, создаваемые в процессе строительства и производства строительных материалов, включают различные вредные вещества, такие как пыль, дым, токсичные газы, летучие органические соединения и др. Они оказывают негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей. По итогам 2022 г. ввод только жилья в Российской Федерации составил 101 млн м<sup>2</sup>, что является рекордным показателем за всю историю, включая период СССР. Более 1/20 всех выбросов в РФ от стационарных источников приходится на долю промышленности строительных материалов, деятельность которой связана с сыпучими строительными и отделочными материалами. В связи с этим возникает необходимость разработки и применения теории экологического риска, которая позволила бы эффективно оценивать и управлять этим риском в строительстве.

Концепция экологического риска является альтернативой концепции экологической безопасности, в основе которой лежит использование гигиенических и рассчитанных на их основе экологических нормативов оценки возможного воздействия на окружающую среду (ПДК, ПДС и др.). Неэффективность прежней системы связана прежде всего с рядом объективных и субъективных трудностей в разработке таких норм, поэтому в последние годы в природоохранной политике все чаще приоритет отдается оценке экологического риска.

Экологические риски в строительстве относятся к потенциальным негативным последствиям и воздействию, которые могут возникнуть из-за выбросов и выбросных веществ, создаваемых строительными процессами и деятельностью строительной отрасли. Эти риски связаны с нарушением качества воздуха и наличием вредных и загрязняющих веществ в атмосфере. Экологический риск представляет собой вероятностную оценку потенциального ущерба, который может быть причинен природной среде или населению в определенный период времени. В настоящее время нет более строгого определения понятия «экологический риск». Как пишет С. А. Медведева (Медведева, 2016: 69), это связано с тем, что «экологический риск — это многофак-

торная система по вызывающим его причинам и по вызываемым ими последствиям».

**Цель статьи** — анализ отечественного и зарубежного опыта применения и совершенствования теории экологического риска при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии.

Научные работы отечественных и зарубежных авторов в исследуемой области посвящены различным аспектам проблемы экологического риска в строительной индустрии, начиная от анализа риска до разработки методов управления им и совершенствования нормативных документов. Эти исследования представляют собой ценный вклад в понимание и решение проблемы загрязнения воздуха и обеспечивают основу для разработки эффективных стратегий управления экологическим риском в строительной отрасли.

### **Оценка экологического риска в строительстве и мероприятия по его снижению**

Ученые из разных стран с 1990-х годов занимаются проблемами оценки экологического риска при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии и разрабатывают соответствующие теории и методы оценки.

Выделим исследования ряда зарубежных авторов. R. K. Morgan (Morgan, 1999: 46—53) обсуждает различные методы оценки экологического риска, включая качественную и количественную оценку, а также статистические методы. D. J. Harris (Harris, 1999) разрабатывает подходы, позволяющие принимать информированные решения при выборе экологичных материалов, дающих возможность минимизировать негативное воздействие строительных процессов на окружающую среду. R. N. Jones (Jones, 2001) предлагает методологию, которая позволяет оценить потенциальные риски, связанные с климатическими изменениями, и разработать стратегии управления этими рисками. Авторы следующей работы (Tatari, Kucukvar, 2011) представили методику оценки экологической эффективности строительных материалов и технологий. Они использовали множество критериев для оценки, включая воздействие на климат, потребление энергии, загрязнение воздуха и воды, а также управление отходами. A. Phdungsilp (Phdungsilp, 2011) в своей статье отмечает, что применение концепции «Sustainable City» в таких городах, как Мальмё, Стокгольм и Гётеборг, привело к улучшению качества воздуха и повышению комфорта жизни в городах, а также снижению энергопотребления благодаря использованию экологически чистых технологий и материалов в строительстве.

W. Li (Li et al., 2014) рассматривает опыт Китая в оценке экологического риска при строительстве объектов, и в качестве основной проблемы, с которой сталкиваются инженеры-экологи, выделяет отсутствие точной и актуальной информации о состоянии окружающей среды. Также он обратил внимание на то, что китайские нормативы в области оценки экологического риска требуют дополнительной разработки и совершенствования.

Одним из наиболее значимых достижений в этой области является работа R. H. Ansah (Ansah et al., 2016), в которой рассматривается применение теории экологического риска при строительстве инфраструктуры. Исследование представляет собой комплексный анализ, включающий сбор и анализ

данных о существующих строительных проектах, их воздействии на окружающую среду и оценку рисков, связанных с данными проектами. Авторы также рассматривают релевантные законодательные и нормативные акты, регулирующие вопросы окружающей среды в строительстве, и предлагают рекомендации по их соблюдению и улучшению.

Ф. Yao и др. (Yao et al., 2020: 22—36) в своем исследовании рассмотрели опыт использования теории экологического риска в Китае. Они отметили, что с помощью этой теории проведена оценка рисков для различных проектов в строительной индустрии, что позволило определить наиболее опасные процессы и разработать меры по их минимизации.

В отечественной литературе также имеется ряд работ, посвященных проблемам экологического риска в строительстве. Д.Е. Данилов (Данилов, 1999) еще в 1990-е годы разработал метод оценки экологического риска, обладающий более высокой точностью по сравнению с другими подходами и предоставляющий возможность проводить комплексную оценку, учитывая множество факторов, которые оказывают влияние на здоровье и благополучие человека.

Российские ученые также разрабатывают вопросы, связанные с теорией экологического риска и ее применением в строительной индустрии. Концепция экологической безопасности предполагает снижение риска экологических катастроф и аварий, а также повышение устойчивости экосистем к неблагоприятным воздействиям человека. Б. М. Усманов (Усманов, 2003) считает, что «основными элементами экологической безопасности являются оценка риска, разработка и реализация мер по снижению риска, а также обеспечение экологической безопасности в условиях неопределенности и риска». И. В. Припутина (Припутина, Башкин, 2012) в своей работе отмечает, что «экологический риск — это один из ключевых параметров, учитываемых в экологической экспертизе проектов и предполагаемых деятельности. Понимание сути экологического риска и его оценка позволяют предвидеть возможные последствия деятельности в строительстве, связанные с загрязнением окружающей среды».

В работах С. Ю. Кошкиной (Кошкина и др., 2013) и Д. В. Суржикова (Суржиков и др., 2017) анализируется проблема загрязнения воздуха выбросами строительной индустрии и разрабатывается методика оценки риска, основанная на анализе содержания определенных веществ в выбросах.

Е. В. Красильникова (Красильникова, 2017) обращает внимание, что «социально-экономический контекст (социальная ответственность компаний, регулирование государством, доступность инвестиций) оказывает влияние на экологический риск строительства и способы его управления». Выявляются и характеристики строительной деятельности, оказывающие влияние на экологические риски: масштаб и продолжительность строительства, используемые материалы и технологии, условия труда рабочих, организация строительных площадок и транспортной логистики.

В. Н. Азаров (Азаров и др., 2019) рассматривает периферийные модели, входящие в компетенцию комплексной сферы деятельности, которые играют важную роль с точки зрения разработки мероприятий по изучению или предупреждению некоторых процессов, направленных на обеспечение экологической безопасности в строительстве. Результаты исследования представляют

практические рекомендации и основу для дальнейших исследований, способствуя повышению экологической безопасности и устойчивости строительных процессов.

Российские авторы рассматривают различные источники загрязнения воздушной среды и/или концентрируются на конкретных типах объектов, имеющих определенную специфику. Например, в исследовании М. Ш. Орлова (Орлов и др., 2018) рассматривается риск загрязнения воздуха в результате образования отходов при строительстве и сносе зданий. Автор отмечает, что «результаты исследования свидетельствуют о высоком уровне загрязнения атмосферного воздуха в районах, где проводятся работы по строительству и сносу зданий». Можно отметить работу С. Е. Манжиливской (Манжиливская, 2019), в которой исследуются основные причины экологического риска в строительстве и реконструкции объектов нефтегазового комплекса, а также предлагаются меры по снижению этого риска. А. А. Днепровский (Днепровский, 2022) изучает риск загрязнения воздушной среды в результате выбросов строительных материалов. Автор подчеркивает необходимость учета как количественных, так и качественных показателей при оценке экологического риска.

При загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии влияние на экологический риск оказывают различные факторы. Выделим следующие группы факторов и отметим авторов, работающих в данном направлении.

**Объем и состав выбросов.** Чем больше объем выбросов, тем выше экологический риск. Как отмечает Б. Х. Санжапов (Санжапов, Шек, 2015), производство строительных материалов и строительство самих зданий вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды, включая воздух. Т. Polyakova (Polyakova, Tsurik, 2019) считает, что «основными источниками выбросов из строительства являются машины и оборудование, которые работают на дизельном топливе, а также строительные материалы, которые могут содержать опасные химические соединения».

**Метеорологические условия.** Как отмечает С. В. Крюкова (Крюкова, Симакина, 2015), метеорологические условия влияют на концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере и, следовательно, на экологический риск. Например, направление и скорость ветра, температура и влажность воздуха могут влиять на распространение выбросов и их концентрацию в воздухе.

**Географические и климатические особенности территории,** на которой находится объект строительства, так как они могут оказывать влияние на характер и распространение загрязнений воздуха. В своей работе D. D. Akhmedov (Akhmedov, 2021) отмечает, что особенности климатических условий (направление и скорость ветра, режим осадков) и географического положения (близость к промышленным и жилым зонам) имеют прямое влияние на концентрацию вредных веществ в атмосфере и, следовательно, на экологический риск.

**Техническое состояние оборудования и степень его совершенства.** Как отмечает А. В. Аргучинцева (Аргучинцева, 2005), неисправность, износ и неправильное использование техники и оборудования могут привести к неравномерному распределению выбросов и повышению их концентрации в окружающей среде.

В целом теория экологического риска широко изучается и применяется в строительной индустрии зарубежными и российскими учеными. Отечествен-

ный опыт применения теории экологического риска при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии демонстрирует необходимость системного подхода к решению экологических проблем и создания эффективных механизмов контроля и снижения экологического риска.

#### **Разработка методов и моделей математического аппарата, мониторинг экологической безопасности в строительстве**

Эти исследования направлены на разработку инструментов и подходов, позволяющих систематически изучать и прогнозировать последствия выбросов и загрязнений, возникающих в процессе строительных работ. Работы по данной тематике представляют анализ существующих математических моделей, статистических методов и других количественных подходов, которые используются для оценки экологического риска в строительстве. Это позволяет определить и выбрать наиболее подходящие инструменты для проведения анализа и прогнозирования рискованных ситуаций.

Среди зарубежных исследователей I. Linkov (Linkov, 2009) подробно рассматривает количественный подход к оценке экологического риска, основанный на математических методах и статистическом анализе. В. Milutinović (Milutinović, 2014) разрабатывает метод многокритериального анализа для оценки влияния выбросов при утилизации строительного мусора на окружающую среду. Авторы подчеркивают важность учета не только экологических, но и социальных и экономических критериев при оценке экологического риска.

В математическом аппарате имеется положительный опыт применения теории экологического риска в зарубежных странах. Так, например, в США разработана модель распространения загрязнений воздуха AERMOD, а также модель оценки риска здоровью от выбросов в атмосферу EPA Risk Assessment Guidelines, в Германии — модель расчета атмосферных выбросов Industrial Source Complex (ISC3) и модель распространения загрязнений воздуха Gaussian Plume Model, в Канаде — модель оценки качества воздуха CALPUFF и модель прогнозирования риска здоровью от выбросов воздушных загрязнений Health Canada's Air Quality Health Index.

Анализ отечественного опыта позволяет выявить положительные аспекты использования теории экологического риска в строительной отрасли с учетом математического аппарата, результаты подобного анализа могут послужить основой для разработки рекомендаций и улучшения практики применения теории экологического риска, а также развития соответствующих методов и моделей в строительстве. Например, В. Б. Любимов (Любимов и др., 2015) проводит анализ отечественного опыта применения теории экологического риска при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии, обращая внимание, что этот опыт в России весьма ограничен, и рассматривает методы математической статистики, используемые в экологических исследованиях.

Мониторинг экологической безопасности в строительстве включает систематическое наблюдение и измерение параметров окружающей среды, таких как качество воздуха, воды, почвы и других ресурсов. Он позволяет отслеживать уровень загрязнения, выявлять потенциальные и актуальные риски, а также принимать меры по их устранению или снижению. Мониторинг также

способствует сбору данных, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа и моделирования рисков.

Классификация методов и моделей математического аппарата в строительстве позволяет систематизировать и организовать доступные инструменты и подходы для оценки экологического риска. Это включает определение критериев и показателей, выбор соответствующих методов измерения и анализа, а также разработку системы классификации, которая позволяет группировать методы и модели в соответствии с их характеристиками и областями применения. Также проводится анализ мониторинга экологической безопасности в строительстве, который включает сбор и анализ данных о выбросах, качестве воздуха и их воздействии на окружающую среду и здоровье людей. Рассматриваются методы сбора данных, их интерпретация и использование для принятия решений в области экологической безопасности.

### **Совершенствование законодательства и нормативных документов в области экологического риска в строительной индустрии**

Совершенствование законодательства и нормативных документов основывается на общепризнанных принципах международного права, включая принципы устойчивого развития, предоставления информации, участия общественности и ответственности за экологические последствия. Это обеспечивает баланс между развитием строительной индустрии и сохранением окружающей среды, а также гарантирует справедливость и учет интересов всех заинтересованных сторон.

R. Lester (Lester, 1989: 17—56) указывает, что ученые из разных стран, в том числе и из России, высказываются о необходимости заключения всеобщей конвенции. Согласно Л. Брауну, американскому экологу, в 1970-х годах акцент был сделан на принятии национальных законов, связанных с проблемами окружающей среды, но с 1990-х годов появились инициативы на международном уровне, которые можно сравнить с ними.

Изучение зарубежного опыта применения теории экологического риска с юридической стороны риска при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии позволяет выделить несколько примеров успешной реализации данной теории, например в Швеции и Германии. Как отмечает в своей работе А. Isaksson (Isaksson, Linderoth, 2018), в Швеции существует обязательная процедура оценки воздействия на окружающую среду при разработке любого строительного проекта. Это позволяет оценить возможный экологический риск и разработать меры по его снижению. В результате Швеция достигла высоких результатов в снижении выбросов в атмосферу от строительной индустрии и защите окружающей среды. Также стоит упомянуть опыт Германии, где действует система сертификации зеленых зданий (DGNB — Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen). Как отмечает P. Del Rosario в своей работе (Del Rosario et al., 2021), данная система сертификации учитывает различные аспекты устойчивости здания, включая экологическую эффективность, здоровье и комфорт жильцов и т.д. Результаты применения системы сертификации DGNB включают уменьшение выбросов вредных веществ, повышение устойчивости зданий к изменению климата и улучшение качества жизни жильцов.

Существует несколько способов применения и совершенствования теории экологического риска в строительной отрасли: исследование эффектив-

ности методов снижения выбросов загрязняющих веществ, использование новых технологий и материалов с низким содержанием вредных веществ, а также создание стандартов и регуляций для ограничения выбросов. Подчеркнем эффективность применения стандартов ISO<sup>1</sup> в строительной отрасли. Например, F. Shaikh (Shaikh, Sohu, 2020) выявил, что использование стандарта ISO 14001 для управления экологическими рисками позволяет улучшить качество управления строительными проектами и снизить воздействие выбросов на окружающую среду. Использование стандартов ISO, интегрированный подход к управлению экологическими рисками и учет экологического риска на всех стадиях жизненного цикла здания являются важными способами совершенствования теории экологического риска при загрязнении воздуха.

Российские исследователи еще в 1990-е годы, как отмечает А. С. Тимошенко (Тимошенко, 1986: 100—186), выдвигали предложение в сфере экологического права о систематизации норм природоохранного права, включая как обычные, так и договорные нормы, в рамках всеобъемлющей универсальной конвенции. Такая кодификация наделит эти нормы статусом широко признанных, и они будут обязательными для всех членов международного сообщества, независимо от их участия в конвенции. В. П. Кириленко (Кириленко, 1989) акцентировал внимание на необходимости формирования комплексного принципа международного права, который основывается на социальном и научно-техническом прогрессе и называется принципом экологической безопасности.

В исследовании Е. А. Нестеренко (Нестеренко, 1990) проводится анализ международного права в области защиты окружающей среды, которое базируется на принципах и нормах, утвержденных в Уставе ООН и признанных всеми государствами. Кроме того, существуют специальные принципы, которые развивают и детализируют эти общие принципы и регулируют вопросы взаимоотношений между государствами в области охраны окружающей среды.

В работе В. И. Нещадимова (Нещадимов и др., 2005) отмечается, что в России вопросы экологического риска в строительстве регулируются законодательными актами и нормативными документами, определяющими требования к экологической безопасности объектов и строительных материалов. В качестве примера приводится Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и ГОСТ «Охрана природы. Экологическая безопасность. Общие требования». Анализ существующих законов, нормативных актов и правил, регулирующих выбросы и загрязнение воздушной среды от строительных процессов, выявляет преимущества и недостатки текущего законодательства, а также предлагает возможные пути его совершенствования.

В работе А. И. Ямгурсиной (Ямгурзина, Курамшина, 2022) описываются методы мониторинга и контроля за выбросами в атмосферу, применяемые в строительной индустрии. Автором подчеркивается важность разработки и применения надежных и точных методов мониторинга, а также необходимость регулярного обновления норм и стандартов в соответствии с изменяющимся состоянием окружающей среды и новыми научными исследованиями.

---

<sup>1</sup> ISO — это международные стандарты качества, их разрабатывают для разных сфер: медицины, IT-безопасности, управления окружающей средой или энергопотребления.

Опыт применения и совершенствования теории экологического риска в строительной отрасли с акцентом на юридическую сторону риска и совершенствование законодательства и нормативных документов является важной составляющей улучшения качества теории и практики оценки экологического риска в строительстве.

### **Перспективные направления развития теории экологического риска в строительной сфере**

Среди перспективных направлений развития теории экологического риска в строительной индустрии можно выделить следующие.

**Использование инновационных технологий и материалов в строительстве.** Например, М. Ху (Ху et al., 2022) в своем исследовании представляет концепцию «умного строительства», которая базируется на использовании новых технологий, таких как сенсоры, датчики и системы мониторинга, для снижения экологического риска и повышения эффективности строительных процессов. Инновационные технологии могут быть применены и на этапе строительства. Использование современных материалов, таких как экологически чистые смеси и бетон, способствует снижению выбросов и загрязнений воздуха в процессе строительства.

**Экологический аудит,** позволяющий проводить оценку воздействия строительства на окружающую среду, контроль за соблюдением экологических стандартов и норм, а также разработка и реализация мер по снижению негативных последствий для экологии, что в свою очередь требует внедрения современных методов мониторинга, комплексных исследований и разработки экологических технологий. В работе Е. В. Стасевой (Стасева, Пушенко, 2017) исследуются различные методы и инструменты для оценки экологического риска в строительной индустрии. Один из таких инструментов — экологический аудит, который может помочь определить и оценить различные экологические аспекты деятельности компании, в том числе и строительной.

**Внедрение экологического менеджмента в строительных компаниях.** В своей работе И. В. Якунина (Якунина, 2008) описывает методы и принципы экологического менеджмента, которые могут быть внедрены в строительной индустрии для снижения воздействия на окружающую среду.

**Использование геоинформационных систем (ГИС) для оценки риска.** ГИС могут быть использованы для моделирования и прогнозирования загрязнения воздушной среды, анализа воздействия строительства на экологическую среду и определения оптимальных мест для размещения объектов с минимальным негативным воздействием на основе компьютерных систем. Это позволяет проводить оценку риска на местности и определять наиболее уязвимые точки. А. Н. Чапарин (Чапарин, 2010) отмечает, что использование ГИС для оценки экологического риска является важным направлением в развитии методологии исследований в области экологической безопасности и качества окружающей среды. С помощью ГИС можно создавать цифровые карты, на которых отображается информация о различных аспектах окружающей среды, таких как загрязнение воздуха, грунтов, воды и т. д. ГИС позволяет более точно определять экологические риски и принимать соответствующие меры по их управлению.

Таким образом, применение инновационных технологий в строительной индустрии может способствовать снижению экологического риска и

улучшению качества воздуха в городах, а также снизить вредное воздействие на окружающую среду на этапе строительства. Реализация теории экологического риска, использование программ и систем, направленных на учет экологических аспектов при строительстве зданий, позволяют не только снизить вредное воздействие на окружающую среду, но и повысить качество жизни людей.

### **Заключение**

Как зарубежный, так и российский опыт применения теории экологического риска в строительстве демонстрирует, что она способствует более точной оценке рисков и эффективному управлению экологической безопасностью. На современном этапе методология оценки экологического риска предполагает комплексный подход к рассмотрению рисков, связанных с нарушением экосистем, негативным воздействием на компоненты окружающей среды, угрозами для здоровья человека и ухудшением условий жизни.

Несмотря на множество публикаций, посвященных оценке экологического риска в качестве количественной меры опасности, до настоящего времени не существует единой методологии для его оценки, и многие аспекты этой развивающейся теории остаются предметом обсуждения. Путем анализа существующих методов, подходов и технологий оценки количественных экологических рисков в строительной индустрии удалось выявить их сильные и слабые стороны. С помощью разработанного математического аппарата уже возможно осуществлять количественный расчет некоторых экологических рисков. При этом многие исследования сфокусированы на определении уровня загрязнения и риска, но не учитывают факторы, которые могут привести к повышению/снижению или устранению рисков. В ряде работ предложены разработка и применение более точных и надежных моделей оценки экологического риска, использование геоинформационных систем, внедрение экологического аудита и менеджмента в строительную индустрию, разработка и совершенствование нормативных документов и законодательства в области экологического риска в строительстве.

Для успешного применения теории экологического риска при загрязнении воздушной среды выбросами строительной индустрии в России необходимо углубление научной теории риска, развитие инновационных технологий строительства и производства материалов с низким содержанием вредных веществ, разработка новых методов контроля и снижения выбросов загрязняющих веществ, создание стандартов и регуляций для ограничения выбросов, формирование набора статистических данных, касающихся воздействия на объекты риска и связанных с ними последствий, модернизация законодательной базы.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

*Азаров В. Н., Манжильевская С. Е., Коваль Н. В., Тутаев А. А.* Системы имитационного моделирования для реализации экологической безопасности // *Вестник евразийской науки.* 2019. Т. 11. № 1. URL: <https://esj.today/PDF/39SAVN119.pdf> (дата обращения: 23.05.2023).

*Аргучинцева А. В.* Модели и методы для оценки распределения выбросов в окружающую среду антропогенными источниками // *Фундаментальные исследования*. 2005. № 8. С. 52—54.

*Данилов Д. Е.* Методика оценки экологического риска // *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*. 1999. № 1. С. 175—181.

*Днепровский А. А.* Окружающая среда как объект гражданско-правовых отношений при причинении вреда // *Инновации. Наука. Образование*. 2022. № 52. С. 61—67.

*Кириленко В. П.* Принцип экологической безопасности в современном международном праве // *Правоведение*. 1989. № 3. С. 49—86.

*Кошкина С. Ю., Корчагина О. А., Воронкова Е. С.* «Зеленое» строительство как главный фактор повышения качества окружающей среды и здоровья человека // *Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского*. 2013. Т. 3. № 47. С. 150—158.

*Красильникова Е. В.* Стимулирование инвестиций на основе учета концепции экологических, социальных факторов и параметров управления компанией // *Территория науки*. 2017. № 5. С. 110—116.

*Крюкова С. В., Симакина Т. Е.* Оценка влияния метеорологических параметров на концентрации загрязняющих веществ в атмосфере Санкт-Петербурга // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 5-2. С. 299—305.

*Любимов В. Б., Занина М. А., Балина К. В.* Математическая статистика в экологических исследованиях (учебное пособие) // *Международный журнал экспериментального образования*. 2015. № 10-2. С. 189—191.

*Манжилевская С. Е.* Экологический мониторинг экологической безопасности в зонах строительства, реконструкции и функционирования объектов // *Строительные материалы и изделия*. 2019. Т. 2. № 3. С. 78—84.

*Медведева С. А.* Экологический риск. Общие понятия, методы оценки // *XXI век. Техносферная безопасность*. 2016. №1. С. 67—81.

*Нестеренко Е. А.* Охрана окружающей среды и экологическая безопасность. Комплексная международная безопасность. М., 1990.

*Нецадимов В. И., Лим В. Г., Воеводин И. Г., Климов Ю. Н.* База данных нормативно-технических документов по экологической безопасности строительного производства в интерактивной среде // *Экология промышленного производства*. 2005. № 1. С. 25—27.

*Орлов М. Ш., Потокин Ю. Н., Сердюков А. В.* Декларация о воздействии на окружающую среду: новый правовой инструмент снижения негативного воздействия на окружающую среду // *Вопросы российского и международного права*. 2018. Т. 8. № 12А. С. 155—162.

*Припутина И. В., Башкин В. Н.* Экологические риски в связи с техногенным загрязнением окружающей среды: анализ подходов и методов оценки // *Проблемы анализа риска*. 2012. Т. 9. № 5. С. 4—25.

*Санжапов Б. Х., Шек А. С.* Оценка выбросов предприятий строительной индустрии при учете качественной информации // *Интернет-вестник ВолгГАСУ*. 2015. № 3(39). URL: <http://www.vestnik.vgasu.ru/> (дата обращения: 23.05.2023).

*Стасева Е. В., Пушенко С. Л.* Разработка метода комплексной оценки и управления рисками на площадках предприятий строительной индустрии // *Строительство и техногенная безопасность*. 2017. № 8(60). С. 49—53.

*Суржиков Д. В., Кислицына В. В., Голиков Р. А., Мотуз И. Ю., Суржикова Р. Н.* Оценка экологического риска, связанного с выбросами в атмосферный воздух Кузнецкого завода легких конструкций // *Вестник Кемеровского государственного университета. Биологические, технические науки и науки о Земле*. 2017. № 2(2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-riska-svyazannogo-s-vybrosami-v-atmosfernyy-vozduh-kuznetskogo-zavoda-legkih-konstruktsiy> (дата обращения: 23.05.2023).

*Тимошенко А. С.* Формирование и развитие международного права окружающей среды. М., 1986. 191 с.

*Усманов Б. М.* Подходы и методы оценки интенсивности антропогенного воздействия на окружающую среду // Экологический консалтинг. 2003. № 1(9). С. 5—13.

*Чапарин А. Н.* Алгоритмическое совмещение оценки экологического риска с ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2010. № 6. С. 101—103.

*Якунина И. В.* Внедрение систем экологического менеджмента при строительстве объектов в целях предотвращения воздействий на окружающую среду // Альманах современной науки и образования. 2008. № 11. С. 147—153.

*Ямгурзина А. И., Курамышина Н. Г.* Мониторинг загрязнения воздуха как инструмент оценки эффективности нормирования выбросов // Международный студенческий научный вестник. 2022. № 6. С. 106—113.

*Akhmedov D. D.* Modeling of atmospheric pollutants dispersion taking into account the effect of terrain roughness on wind profiles // Information Technology. Problems and Solutions. 2021. No. 2(15). Pp. 52—58.

*Ansah R. H., Sorooshian S., Bin Mustafa S., Duvvuru G.* Assessment of environmental risks in construction projects: a case of Malaysia // Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Detroit, Michigan, USA, September. 2016. Vol. 23. Pp. 752—763.

*Del Rosario P., Palumbo E., Traverso M.* Environmental product declarations as data source for the environmental assessment of buildings in the context of level (s) and DGNB: How Feasible Is Their Adoption? // Sustainability. 2021. Vol. 13. Iss. 11. Pp. 6143—6153. DOI: 10.3390/su13116143.

*Harris D. J.* A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials // Building and environment. 1999. Vol. 34. No. 6. Pp. 751—758.

*Isaksson A., Linderoth H.* Environmental considerations in the Swedish building and construction industry: the role of costs, institutional setting, and information // Journal of Housing and the Built Environment. 2018. Vol. 33. No. 4. Pp. 10—33.

*Jones R. N.* An environmental risk assessment/management framework for climate change impact assessments // Natural hazards. 2001. Vol. 23. No. 2-3. Pp. 197—230.

*Lester R.* State of the World 1990. N. Y., 1989.

*Li W., Xie Y., Hao F.* Applying an improved rapid impact assessment matrix method to strategic environmental assessment of urban planning in China // Environmental Impact Assessment Review. 2014. Vol. 46. Pp. 13—24.

*Linkov I.* Weight-of-evidence evaluation in environmental assessment: review of qualitative and quantitative approaches // Science of the Total Environment. 2009. Vol. 407. No. 19. Pp. 5199—5205.

*Milutinović B.* Multi-criteria analysis as a tool for sustainability assessment of a waste management model // Energy. 2014. Vol. 74. Pp. 190—201.

*Morgan R. K.* Environmental impact assessment: a methodological approach. Springer Science & Business Media, 1999. 308 p.

*Phdungsilp A.* Futures studies' backcasting method used for strategic sustainable city planning // Futures. 2011. Vol. 43. No. 7. Pp. 707—714.

*Polyakova T., Tsurik T.* Urban environment quality and its impact on socio-economic development // Economic Annals-XXI. 2019. No. 11-12. Pp. 155—164.

*Shaikh F., Sohu S.* Implementation, Advantages and Management of ISO 9001 in the Construction Industry // Civil Engineering Journal. 2020. Vol. 6. No. 6. DOI: 10.28991/cej-2020-03091535.

*Tatari O., Kucukvar M.* Evaluating Eco-Efficiency of Construction Materials: A Frontier Approach // Computing in Civil Engineering. 2011. Pp. 736—743. DOI: 10.1061/41182(416)91.

*Xu M., Nie X., Li H., Cheng J. C. P., Mei Z.* Smart construction sites: A promising approach to improving on-site HSE management performance // *Journal of Building Engineering*. 2022. P. 104007. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.104007.

*Yao F., Liu G., Ji Y., Tong W., Du X., Li K., Shrestha A., Martek I.* Evaluating the environmental impact of construction within the industrialized building process: A monetization and building information modelling approach // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. Iss. 22. DOI: 10.3390/ijerph17228396.

Research Article

**Alexey S. Strakhov**✉

Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;  
e-mail: alex.strakhov@mail.ru

**Anna Yu. Barkovskaya**

Candidate of Philosophy, Associate Professor of the Department of Philosophy, Sociology and Psychology, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;  
e-mail: anna\_bark@mail.ru

**Valery N. Azarov**

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the Department of Safety of Life in Construction and Municipal Economy, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;  
e-mail: azarovpubl@mail.ru

**ENVIRONMENTAL RISKS OF AIR POLLUTION  
DUE TO BUILDING INDUSTRY EMISSIONS (REVIEW)**

**Abstract.** The article is devoted to the problem of analysis and improvement of the theory of ecological risk associated with air pollution by emissions from the construction industry and provides an overview of foreign and Russian research in this field. We have analysed the publications on assessment of environmental risks in construction and measures for their reduction; according to the groups of factors influencing the environmental risk of air pollution by emissions from the construction industry — the level and composition of emissions, meteorological conditions, geographical and climatic characteristics of the territory, the technical condition of the equipment and the degree of its perfection; methods and models of mathematical apparatus and environmental safety monitoring; improving legislation and regulations. We have identified the prospective directions of development of the ecological risks theory in the construction industry: development and application of more accurate and reliable models of environmental risk assessment, study of efficiency of methods for reducing pollutant emissions, use of innovative technologies of construction and production of materials with low content of harmful substances, creation of standards and regulations for control of emissions, introduction of environmental auditing and management, the use of geographic information systems with the possibility of development of digital maps, modernization of the legislative base and all this against the background of deepening of the scientific theory of risk.

**Key words:** environmental risk, construction industry, air pollution, monitoring, environmental safety, legislation, regulations.

**For citation:** Strakhov A. S., Barkovskaya A. Yu., Azarov V. N. (2023) Environmental risks of air pollution due to building industry emissions (review). *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 2, pp. 78—93 (in Russian). DOI: 10.35211/19943520\_2023\_2\_78

## REFERENCES

- Akhmedov D. D. (2021) Modeling of atmospheric pollutants dispersion taking into account the effect of terrain roughness on wind profiles. *Information Technology. Problems and Solutions*, no. 2(15), pp. 52—58.
- Azarov V. N., Manzhilevskaya S. E., Koval N. V., Tutaev A. A. (2019). Simulation modeling systems for the implementation of environmental safety. *Vestnik evrazijskoi nauki* [The Eurasian Scientific Journal], vol. 1, no. 11. URL: <https://esj.today/PDF/39SAVN119.pdf>. Accessed: 23.05.2023 (in Russian).
- Arguchintseva A. V. (2005) Models and methods for assessing the distribution of emissions into the environment by anthropogenic sources. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], no. 8, pp. 52—54 (in Russian).
- Daiilov D. E. (1999) Methodology for assessing environmental risk. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotos'emka* [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography], no. 1, pp. 175—181 (in Russian).
- Dneprovsky A. A. (2022) Environment as an object of civil law relations in the event of harm. *Innovatsii. Nauka. Obrazovanie* [Innovations. The science. Education], no. 52, pp. 61—67 (in Russian).
- Kirilenko V.P. (1989). Principles of ecological safety in current international law, *Pravovedenie* [Jurisprudence], no. 3, pp. 49—86 (in Russian).
- Koshkina S. Yu., Korchagina O. A., Voronkova E. S. (2013) “Green” Construction as Major Factor of Improving Environmental Quality and Human Health. *Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], vol. 3, no. 47, pp. 150—158 (in Russian).
- Krasilnikova E. V. (2017) Stimulation of investments based on accounting for the concept of environmental, social factors and parameters of company management. *Territoriya nauki* [Territory of Science], no. 5, pp. 110—116 (in Russian).
- Kryukova S. V., Simakina T. E. (2015) Evaluation of the influence of meteorological parameters on the concentration of pollutants in the atmosphere of St. Petersburg. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk* [Actual problems of the humanities and natural sciences], no. 5-2, pp. 299—305 (in Russian).
- Lyubimov V. B., Zanina M. A., Balina K. V. (2015) Mathematical statistics in ecological research (textbook). *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of Experimental Education], no. 10-2, pp. 189—191.
- Manzhilevskaya S. E. (2019) Environmental monitoring of ecological safety in areas of construction, reconstruction and operation of objects. *Stroitel'nye materialy i izdeliya* [Construction Materials and Products], vol. 2, no. 3, pp. 78—84 (in Russian).
- Medvedeva S. A. (2016) Ecological risk. General concepts, evaluation methods. XXI vek. *Tekhnosfernaya bezopasnost'* [XXI century. Technosphere safety], no. 1, pp. 67—81 (in Russian).
- Nesterenko E. A. (1990) *Okbrana okruzhayushchei sredy i ekologicheskaya bezopasnost'. Kompleksnaya mezhdunarodnaya bezopasnost'* [Protection of the environment and environmental safety. Integrated International Security]. Moscow.
- Neshchadimov V. I., Lim V. G., Voevodin I. G., Klimov Yu. N. (2005) Database of normative and technical documents on environmental safety of construction production in an interactive environment. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva* [Industrial ecology], no. 1, pp. 25—27 (in Russian).

Orlov M. S., Potokin Yu. N., Serdyukov A. V. (2018) Declaration on environmental impact: a new legal instrument for reducing negative environmental impact. *Voprosy rossiiskogo i mezhdunarodnogo prava* [Matters of Russian and International Law], 8 (12A), pp. 155—162 (in Russian).

Pripulina I. V., Bashkin V. N. (2012) Ecological risks in connection with technogenic pollution of the environment: analysis of approaches and assessment methods. *Problemy analiza riska* [Issues of risk analysis], vol. 9, no. 5, pp. 4—25 (in Russian).

Sanzhapov B. Kh., Shek A. S. (2015) Assessment of emissions by enterprises of the construction industry allowing for qualitative information. *Internet-Vestnik VolgGASU*, no. 3(39), paper 1. URL: <http://www.vestnik.vgasu.ru/> Accessed: 23.05.2023 (in Russian).

Staseva E. V., Pushenko S. L. (2017) Development of a method for comprehensive assessment and risk management at the sites of construction industry enterprises. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'* [Construction and industrial safety], no. 8, pp. 49—53 (in Russian).

Surzhikov D. V., Kislitsyna V. V., Golikov R. A., Motuz I. Yu., Surzhikova R. N. (2017) Assessment of the Environmental risk related to emissions into the atmosphere produced by the Kuznetsk Plant of Lightweight Structures. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologicheskie, tekhnicheskie nauki i nauki o Zemle* [Bulletin of Kemerovo University. Series: Biological, Engineering and Earth Sciences], no. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskogo-riska-svyazannogo-s-vybrosami-v-atmosfernyy-vozduh-kuznetskogo-zavoda-legkih-konstruktsiy>. Accessed: 23.05.2023 (in Russian).

Timoshenko A. S. (1986) *Formirovanie i razvitiye mezhdunarodnogo prava okruzhayushchei sredy* [Formation and development of international environmental law]. Moscow (in Russian).

Usmanov B. M. (2003) Approaches and methods for assessing the intensity of anthropogenic impact on the environment. *Ekologicheskii konsalting* [Ecological consulting], no. 1(9), pp. 5—13 (in Russian).

Chaparin A. N. (2010) Algorithmic combination of environmental risk assessment with GIS. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geodeziya i aerofotos'emka* [News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography], no. 6, pp. 101—103 (in Russian).

Yakunina I. V. (2008) Implementation of environmental management systems in the construction of facilities in order to prevent environmental impacts. *Al'manakh sovremennoi nauki i obrazovaniya* [Almanac of modern science and education], no 11, pp. 147—153 (in Russian).

Yamgursina A. I., Kuramshina N. G. (2022) Monitoring of air pollution as a tool for evaluating the effectiveness of emission standards. *Mezhdunarodnyi studentcheskii nauchnyi vestnik* [International Student Scientific Bulletin], no. 6, pp. 106—113 (in Russian).

Ansah R. H., Sorooshian S., Bin Mustafa S., Duvvuru G. (2016) Assessment of environmental risks in construction projects: a case of Malaysia. *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Detroit, Michigan, USA, September. Vol. 23. Pp. 752—763.

Del Rosario P., Palumbo E., Traverso M. (2021) Environmental product declarations as data source for the environmental assessment of buildings in the context of level (s) and DGNB: How Feasible Is Their Adoption? *Sustainability*, vol. 13, iss. 11, pp. 6143—6153. DOI: 10.3390/su13116143.

Harris D. J. (1999) A quantitative approach to the assessment of the environmental impact of building materials. *Building and Environment*, vol. 34, no. 6, pp. 751—758.

Isaksson A., Linderöth H. (2018) Environmental considerations in the Swedish building and construction industry: the role of costs, institutional setting, and information. *Journal of Housing and the Built Environment*, vol. 33, no. 4, pp. 10—33.

Jones R. N. (2001) An environmental risk assessment/management framework for climate change impact assessments. *Natural hazards*, vol. 23, no. 2-3, pp. 197—230.

Lester R. (1989) *State of the World 1990*. N. Y.

Li W., Xie Y., Hao F. (2014) Applying an improved rapid impact assessment matrix method to strategic environmental assessment of urban planning in China. *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 46, pp. 13—24.

Linkov I. (2009) Weight-of-evidence evaluation in environmental assessment: review of qualitative and quantitative approaches. *Science of the Total Environment*, vol. 407, no. 19, pp. 5199—5205.

Milutinović B. (2014) Multi-criteria analysis as a tool for sustainability assessment of a waste management model. *Energy*, vol. 74, pp. 190—201.

Morgan R. K. (1999) Environmental impact assessment: a methodological approach. *Springer Science & Business Media*.

Phdungsilp A. (2011) Futures studies' backcasting method used for strategic sustainable city planning. *Futures*, vol. 43, no. 7, pp. 707—714.

Polyakova T., Tsurik T. (2019) Urban environment quality and its impact on socio-economic development. *Economic Annals-XXI*, no. 11-12, pp. 155—164.

Shaikh F., Sohu S. (2020) Implementation, Advantages and Management of ISO 9001 in the Construction Industry. *Civil Engineering Journal*, vol. 6, no. 6. DOI: 10.28991/cej-2020-03091535.

Tatari O., Kucukvar M. (2011) Evaluating Eco-Efficiency of Construction Materials: A Frontier Approach. *Computing in Civil Engineering*. Pp. 736—743. DOI: 10.1061/41182(416)91.

Xu M., Nie X., Li H., Cheng J. C. P., Mei Z. (2022) Smart construction sites: A promising approach to improving on-site HSE management performance. *Journal of Building Engineering*. P. 104007. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.104007.

Yao F., Liu G., Ji Y., Tong W., Du X., Li K., Shrestha A., Martek I. (2020) Evaluating the environmental impact of construction within the industrialized building process: A monetization and building information modelling approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, iss. 22. DOI: 10.3390/ijerph17228396.

Поступила в редакцию 23.05.2023

Received 23.05.2023

Принята в печать 15.06.2023

Accepted for publication 15.06.2023