

НАУКИ ОБ АТМОСФЕРЕ И КЛИМАТЕ/ATMOSPHERIC AND CLIMATE SCIENCES

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.8>

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

Научная статья

Нестеренко Г.А.^{1,*}, Чибикова Т.В.²

¹ORCID : 0000-0003-1528-4627;

²ORCID : 0000-0002-6521-4830;

^{1,2} Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nga112001[at]list.ru)

Аннотация

В данной статье рассматривается значимость экологических исследований в области гражданского строительства, их роль в минимизации негативного воздействия на окружающую среду и необходимость внедрения устойчивых технологий и материалов. Основной акцент сделан на современных методах оценки экологического воздействия, моделировании и мониторинге, а также разработке и применении экологических стандартов. Приведены примеры успешного применения «зеленых» технологий и методов управления водными ресурсами и отходами. Рассмотрены проблемы и вызовы, связанные с интеграцией экологических исследований в строительные проекты, а также предложены пути для улучшения сотрудничества между строителями и экологами.

Ключевые слова: экологические исследования, гражданское строительство, экологические стандарты, зеленые здания, строительные материалы.

ENVIRONMENTAL RESEARCH ON THE EXAMPLE OF "GREEN" TECHNOLOGIES

Research article

Nesterenko G.A.^{1,*}, Chibikova T.V.²

¹ORCID : 0000-0003-1528-4627;

²ORCID : 0000-0002-6521-4830;

^{1,2} Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (nga112001[at]list.ru)

Abstract

This article examines the importance of environmental research in civil engineering, its role in minimising negative impacts on the environment, and the necessity of introducing sustainable technologies and materials. The main focus is on modern methods of environmental impact evaluation, modelling and monitoring, as well as the development and application of environmental standards. Examples of the successful application of "green" technologies and methods of water and waste management are provided. The problems and challenges associated with the integration of environmental research into construction projects are reviewed, and ways to improve cooperation between builders and environmentalists are suggested.

Keywords: environmental research, civil engineering, environmental standards, green buildings, building materials.

Введение

Строительство в современном обществе играет важную роль в экономическом развитии страны, однако оно также оказывает значительное влияние на окружающую среду, вызывая потерю биологического разнообразия, загрязнение воздуха и воды, изменение ландшафта и многие другие проблемы. Это делает экологические исследования в области строительства не только актуальными, но и необходимыми. С учетом глобального изменения климата и усиливающихся призывов к устойчивому развитию строительная отрасль должна активно искать способы минимизации своего влияния на окружающую среду. Экологические исследования могут помочь в создании новых технологий, методов и материалов строительства, которые уменьшат экологический отпечаток отрасли. С увеличением городской популяции спроса на новое жилье и инфраструктуру, необходимо обеспечивать баланс между удовлетворением этих потребностей и сохранением экологического благополучия. Экологические исследования в гражданском строительстве могут помочь в поиске оптимального решения для этой проблемы.

Цель данного исследования заключается в анализе значимости и актуальности экологических исследований в гражданском строительстве, а также в выявлении и систематизации методов, технологий и подходов, которые способствуют минимизации негативного воздействия строительных проектов на окружающую среду.

Основная часть

Гражданское строительство — это одна из самых древних форм инженерии. Ее история начинается с первых построек из камня и глины, которые были созданы древними цивилизациями. Со временем технологии и методы строительства значительно эволюционировали, что привело к созданию современного гражданского строительства. Современные технологии и методы в гражданском строительстве претерпели значительные изменения и включают в себя использование компьютерного моделирования и проектирования(CAD/CAM), 3D печати, роботов для выполнения сложных задач на строительном участке, применение устойчивых материалов и технологий для снижения воздействия на окружающую среду. Также активно развиваются и внедряются в строительство «умные» технологии, например, «умные дома» и т.д. Однако при этом указанные инновации оказывают значительное влияние на

окружающую среду. Строительство приводит к повреждению или уничтожению мест обитания диких животных, загрязнению воды, почвы и воздуха, а также способствует выбросам парниковых газов. Поэтому такое серьезное внимание уделяется технологиям, позволяющим снизить эти воздействия и сделать строительство более экологичным.

Основные методы исследования включают в себя проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), использование систем экологического моделирования и мониторинга, исследование устойчивых строительных материалов и технологий, а также разработку и применение экологических стандартов и показателей [1], [2] (табл. 1).

Таблица 1 - Основные методы исследования в области охраны окружающей среды

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.8.1>

Название метода	Общая характеристика метода	Акты государственного регулирования
Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)	Позволяет выявить, предсказать и оценить потенциальные экологические последствия определённых проектов или мероприятий. Основными целями ОВОС являются минимизация негативного воздействия на природу и обеспечение устойчивого развития.	Федеральный закон от 10.01.2002N7-ФЗ «Об охране окружающей среды». ГОСТ Р 21.1101-2013 «Системы оценки воздействия на окружающую среду».
Системы экологического моделирования и мониторинга	Позволяют исследовать и прогнозировать изменения в экосистемах, а также отслеживать влияние человеческой деятельности на окружающую среду. Моделирование помогает в разработке сценариев и оценке различных вариантов управления природными ресурсами	
Исследование устойчивых строительных материалов и технологий	Исследования включают оценку жизненного цикла материалов, их энергоэффективности и возможности повторного использования	ГОСТ Р 52155-2003 «Строительные материалы. Оценка воздействия на окружающую среду».
Разработка и применение экологических стандартов и показателей	Экологические стандарты и показатели помогают установить нормы и критерии для оценки состояния окружающей среды, а также для контроля за выполнением экологических требований.	ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента». Приказ Минприроды России от 28.09.2017 N441 «Об утверждении перечня показателей состояния окружающей среды».

Одним из примеров успешного применения экологических исследований для минимизации негативного влияния строительства на окружающую среду является разработка так называемых «зеленых» зданий, которые используют энергию и ресурсы более эффективно и имеют меньшее воздействие на окружающую среду [3], [4], [5], [6]. Основные аспекты влияния «зеленых» зданий на окружающую среду отражены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные элементы «зеленых» зданий и их воздействия на окружающую среду

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.8.2>

Элементы «зеленых» зданий	Воздействие на окружающую среду	Предполагаемый эффект от внедрений
Устойчивые строительные материалы	Позволяют значительно уменьшить углеродный след зданий. Эти материалы не только снижают воздействие на природу, но и способствуют	Применение таких материалов может снизить потребление энергии на 30–50% по сравнению с традиционными методами

Элементы «зеленых» зданий	Воздействие на окружающую среду	Предполагаемый эффект от внедрений
	созданию более здоровой внутренней среды для жильцов.	строительства.
Системы энергоэффективности	Внедрение технологий, таких как солнечные панели, системы рекуперации тепла и энергоэффективные окна, позволяет значительно сократить потребление энергии, они способствуют снижению выбросов парниковых газов.	Здания с высокоэффективными системами могут сократить потребление энергии на 40% и более.
Устойчивые практики управления водой	Использование биосвалов и зеленых крыш, помогает эффективно управлять дождевыми стоками и предотвращать загрязнение водоемов. Биосвалища, представляющие собой системы, которые используют растения и почву для фильтрации и очистки сточных вод, могут значительно улучшить качество воды и снизить нагрузку на канализационные системы.	Такие технологии могут уменьшить количество сточных вод на 50–90% в зависимости от условий [5].
Технологии для уменьшения выбросов и отходов	Системы повторного использования и переработки строительных материалов снижают количество отходов, отправляемых на свалки, и способствует более рациональному использованию ресурсов.	Применение таких технологий может сократить объем отходов на строительных площадках до 70%.

Экологические исследования играют важную роль в гражданском строительстве, так как они помогают определить потенциальное воздействие строительства на окружающую среду. На сегодняшний день можно выделить несколько ключевых аспектов в данной области:

1. Оценка качества окружающей среды.
2. Влияние на местные экосистемы и биоразнообразие.
3. Управление отходами строительства.
4. Минимизация отрицательного воздействия.

Оценка качества окружающей среды

Экологические исследования позволяют оценить качество почвы, воздуха и воды в районе предполагаемого строительства. Это важно для выявления возможных загрязнений и определения необходимости в очистке или восстановлении этих ресурсов перед началом строительных работ. Например, анализ почвы может выявить наличие токсичных веществ, которые могут повлиять на здоровье работников и будущих жильцов.

В контексте оценки качества окружающей среды в районе предполагаемого строительства речь идет о нескольких ключевых направлениях исследований, к которым можно отнести анализ качества почвы, воздуха и воды (табл. 3).

Таблица 3 - Ключевые направления исследований качества окружающей среды

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.62.8.3>

Направление	Содержание исследований	Основные результаты исследований
Анализ качества почвы	Включают в себя тестирование на тяжелые металлы, пестициды и другие опасные химические	Согласно данным, представленным в исследованиях, анализ почвы является важным этапом в

Направление	Содержание исследований	Основные результаты исследований
	вещества.	процессе оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), который помогает определить необходимость в очистке или восстановлении загрязненных участков.
Оценка качества воздуха	Включают в себя мониторинг содержания вредных веществ, таких как диоксид серы, оксиды азота и твердые частицы.	Экологические исследования показывают, что оценка качества воздуха должна проводиться до начала строительных работ, чтобы определить возможные источники загрязнения и разработать меры по их минимизации.
Анализ качества воды	Включают в себя исследование подземных и поверхностных вод на наличие загрязняющих веществ.	Исследования показывают, что анализ воды в районе строительства позволяет выявить потенциальные риски для экосистем и здоровья человека, что является критически важным для планирования устойчивого строительства.

Эти исследования являются неотъемлемой частью процесса подготовки к строительству и помогают обеспечить безопасность и устойчивость будущих объектов.

К первой группе отнесем работы, посвященные изучению влияния градостроительства на качество почвы [7]. В данном исследовании было выявлено значительное повышение уровня загрязнения почвы в зонах строительства, особенно тяжелыми металлами, такими как свинец (Pb), кадмий (Cd) и цинк (Zn). Эти уровни часто превышали национальные пороговые значения безопасности, что указывает на потенциальные экологические риски. Было доказано изменение pH почвы, содержания органических веществ и микробной активности, что отрицательно влияет на здоровье почвы и ее способность поддерживать растительность. Так же исследование продемонстрировало пространственную изменчивость загрязнения почвы, при этом в районах, расположенных ближе к строительным площадкам, наблюдаются более высокие уровни загрязняющих веществ.

Влияние на местные экосистемы и биоразнообразие

Строительство может оказывать значительное влияние на местные экосистемы и биоразнообразие, приводя к уничтожению и повреждению отдельных организмов, разрушению или отчуждению местообитаний. Это особенно актуально для редких видов, которые наиболее уязвимы к техногенному воздействию. Исследования помогают определить, какие виды растений и животных могут быть затронуты строительством, а также какие меры можно предпринять для минимизации этого воздействия.

В исследовании [8] авторы приходят к выводу, что дороги и линейные просеки приводят к целому ряду негативных факторов, влияющих на биоразнообразие фауны:

- фрагментируют тропические леса, создавая эффекты границ, которые изменяют микроклиматические условия, такие как температура, влажность и проникновение света;
- увеличивает риск гибели диких животных из-за столкновений транспортных средств, а так же облегчают доступ охотникам и хищникам;
- обеспечивают пути для вторжения неместных видов, которые могут вытеснить местную флору и фауну;
- приводят к усилению вторжения человека, развитию сельского хозяйства, незаконным рубкам леса и другим изменениям в землепользовании.

В исследовании подчеркивается необходимость практических мер по смягчению негативного воздействия дорог на биоразнообразие. Эти меры включают создание коридоров дикой природы, строительство подземных переходов и эстакад для передвижения животных, а также обеспечение соблюдения строгих правил землепользования.

В исследованиях [9], [10], были сделаны вывод, что урбанизация приводит к значительному сокращению биоразнообразия видов в целом. В городских районах, как правило, обитает меньше видов, чем в сельских или природных районах, с заметным сокращением численности местных видов и увеличением численности неместных. Городское развитие фрагментирует естественную среду обитания, создавая изолированные участки, которые часто слишком малы для поддержания жизнеспособных популяций многих видов. Фрагментация снижает связность среды обитания, препятствуя перемещению видов и потоку генов. Изменяются ключевые экосистемные процессы, включая гидрологию, круговорот питательных веществ и потоки энергии. Городские районы являются горячими точками для интродукции и укоренения экзотических видов, которые часто вытесняют местные виды.

Несмотря на указанные проблемы, городские районы также предлагают возможности для сохранения биоразнообразия. Городские зеленые насаждения, такие как парки, скверы и зеленые крыши, могут служить убежищем для местных видов и способствовать сохранению биоразнообразия.

Для минимизации воздействия на биоразнообразие могут быть предложены альтернативные решения, такие как изменение проектных планов или создание охраняемых зон. Например, перенос растений в новые местообитания из зоны затопления или реинтродукция в природные условия растений, выращенных в условиях культуры из спор (exsitu), являются перспективными методами сохранения редких видов.

Выбор экологически чистых строительных материалов также играет важную роль в сохранении биоразнообразия. Такие материалы не наносят вреда окружающей среде и способствуют ее восстановлению. Экологичная архитектура стремится к балансу между потребностями человека и защитой природы, что также приносит экономические выгоды для строительного сектора.

Управление отходами строительства

Экологические исследования также помогают определить наиболее эффективные способы управления отходами, возникающими в процессе строительства. Это включает в себя разработку стратегий по переработке и повторному использованию материалов, что позволяет снизить количество отходов, отправляемых на свалки. Например, использование переработанного бетона или древесины может значительно уменьшить экологический след проекта.

Минимизация отрицательного воздействия

В результате проведенных исследований можно разработать рекомендации по минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду. Это может включать в себя внедрение технологий, направленных на снижение выбросов, использование устойчивых строительных материалов и внедрение систем управления водными ресурсами, таких как дождевые сборники и биосистемы для очистки сточных вод.

Однако, несмотря на значительную роль экологических исследований, существуют проблемы и вызовы, связанные с их интеграцией в гражданское строительство. Это включает в себя высокую стоимость проведения таких исследований, отсутствие общего понимания важности экологических исследований среди строителей и недостаток квалифицированных специалистов в данной области.

Для усиления сотрудничества между гражданским строительством и экологическими исследованиями, необходимо проводить обучение и повышение квалификации строителей в области экологии. Кроме того, нужно стимулировать проведение экологических исследований, предоставляя государственные субсидии и гранты. Наконец, важно внедрить систему экологического аудита на всех этапах строительства, чтобы обеспечить соблюдение экологических стандартов и минимизировать воздействие на окружающую среду.

Заключение

Современные методы оценки экологического воздействия, моделирование и мониторинг, а также разработка и применение экологических стандартов играют ключевую роль в этом процессе. Примеры успешного применения «зеленых» технологий включают управление водными ресурсами и отходами, использование устойчивых строительных материалов и энергоэффективных технологий. Для улучшения сотрудничества между строителями и экологами предлагается обучение строителей, стимулирование исследований через субсидии и внедрение системы экологического аудита. В заключение, экологические исследования являются важным инструментом для достижения баланса между экономическим развитием и сохранением экологического благополучия.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Пилипчук А.С. Моделирование экологических процессов и визуализация пространственных данных на основе систем PostGIS, GeoServer / А.С. Пилипчук, Е.Н. Полячок, Л.А. Пилипчук [и др.]; под ред. Л.Ю. Шилин, Д.П. Кукин, А.А. Иванюк [и др.] // Информационные технологии и системы 2017 (ИТС 2017) : материалы международной научной конференции. — Минск : Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2017. — С. 90–91. — EDN QRXDUU.
2. Нестеренко Г.А. Экологические аспекты эксплуатации электромобилей / Г.А. Нестеренко, Т.В. Чибикова, С.А. Войнаш [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2024. — № 5. — С. 507–510. — DOI: 10.24412/2071-6168-2024-5-507-508. — EDN UVIRLI.
3. Хряков Д.А. Транспортное средство с модернизированным манипулятором для поддержания экологической обстановки в городе / Д.А. Хряков // Техносферная безопасность : материалы XI Всероссийской научно-технической конференции. — Омск : Омский государственный технический университет, 2024. — С. 91–92. — EDN BPUJZV.
4. Брусс Е.А. Применение энергосберегающих технологий при строительстве объектов / Е.А. Брусс // Экономика и менеджмент инновационных технологий. — 2016. — № 1 (52). — С. 44–46. — EDN VLDFMR.

5. Нестеренко Г.А. Использование систем виртуального моделирования при создании архитектурно-конструкторских проектов и привлечение клиентов на примере станции технического обслуживания / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко, С.А. Войнаш [и др.] // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2024. — № 7. — С. 527–531. — DOI: 10.24412/2071-6168-2024-7-527-528. — EDN DQNQYS.

6. Чернуха К.О. Создание пунктов переработки отходов трёхмерной печати / К.О. Чернуха // Техносферная безопасность : материалы XI Всероссийской научно-технической конференции. — Омск : Омский государственный технический университет, 2024. — С. 93–95. — EDN YIYALG.

7. Савенок В.Е. Оценка загрязнения почв в районе промышленного объекта / В.Е. Савенок, Н.А. Ковалевская // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. — 2015. — № 8. — С. 158–163. — EDN ULGHVJ.

8. Nesterenko G. Overview of road safety activities / G. Nesterenko, I. Nesterenko, S.V. Dorokhin [et al.] // E3S Web of Conferences. — 2024. — Vol. 471. — 05017 p. — DOI: 10.1051/e3sconf/202447105017. — EDN KFYNAW.

9. Нестеренко Г.А. Использование BIM-технологий для повышения эффективности разработки и эксплуатации предприятий по обслуживанию и продажам автомобилей / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко, И.П. Залознов // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — № 11 (137). — DOI: 10.23670/IRJ.2023.137.14. — EDN RCRIMB.

10. Нестеренко Г.А. Повышение эффективности проектирования и эксплуатации предприятий по обслуживанию и продажам автомобилей / Г.А. Нестеренко, И.С. Нестеренко // Автомобильная промышленность. — 2024. — № 1. — С. 33–35. — EDN SGSDHU.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Pilipchuk A.S. Modelirovanie ekologicheskikh processov i vizualizaciya prostranstvennykh dannykh na osnove sistem PostGIS, GeoServer [Modeling of environmental processes and visualization of spatial data based on PostGIS, GeoServer systems] / A.S. Pilipchuk, E.N. Polyachok, L.A. Pilipchuk [et al.]; edited by L.Yu. Shilin, D.P. Kukin, A.A. Ivanyuk [et al.] // Informacionnye tekhnologii i sistemy 2017 (ITS 2017) [Information technologies and systems 2017 (ITS 2017)] : proceedings of the International Scientific Conference. — Minsk : Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2017. — P. 90–91. — EDN QRXDUU.

2. Nesterenko G.A. Ekologicheskie aspekty ekspluatatsii elektromobilej [Spects of electric vehicle operation] / G.A. Nesterenko, T.V. Chibikova, S.A. Voinash [et al.] // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki [Proceedings of Tula State University. Technical sciences]. — 2024. — № 5. — P. 507–510. — DOI: 10.24412/2071-6168-2024-5-507-508. — EDN UVIRLI. [in Russian]

3. Khryakov D.A. Transportnoe sredstvo s modernizirovannym manipulyatorom dlya podderzhaniya ekologicheskoy obstanovki v gorode [Vehicle with a modernized manipulator for maintaining the environmental situation in the city] / D.A. Khryakov // Tekhnosfernaya bezopasnost' [Technosphere safety] : proceedings of the XI All-Russian Scientific and Technical Conference]. — Омск : Омск State Technical University, 2024. — P. 91–92. — EDN BPUJZV. [in Russian]

4. Bruss E.A. Primenenie energosberegayushchih tekhnologij pri stroitel'stve ob'ektov [Use of energy saving technologies in the construction] / E.A. Bruss // Ekonomika i menedzhment innovacionnykh tekhnologij [Economics and management of innovative technologies]. — 2016. — № 1 (52). — P. 44–46. — EDN VLDFMR. [in Russian]

5. Nesterenko G.A. Ispol'zovanie sistem virtual'nogo modelirovaniya pri sozdanii arhitekturno-konstruktorskih proektov i privlechenie klientov na primere stancii tekhnicheskogo obsluzhivaniya [Using virtual modeling systems in creating architectural design projects and attracting clients using the example of a service station] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, S.A. Voinash [et al.] // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki [Bulletin of Tula State University. Technical Sciences]. — 2024. — № 7. — P. 527–531. — DOI: 10.24412/2071-6168-2024-7-527-528. — EDN DQNQYS. [in Russian]

6. Chernukha K.O. Sozdanie punktov pererabotki othodov tryohmernoj pechati [Creation of points for processing three-dimensional printing waste] / K.O. Chernukha // Tekhnosfernaya bezopasnost' [Technosphere safety] : pProceedings of the XI All-Russian Scientific and Technical Conference. — Омск : Омск State Technical University, 2024. — P. 93–95. — EDN YIYALG. [in Russian]

7. Savenok V.E. Ocenka zagryazneniya pochv v rajone promyshlennogo ob'ekta [Assessment of pollution of soils in the industrial property] / V.E. Savenok, N.A. Kovalevskaya // Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya F. Stroitel'stvo. Prikladnye nauki [Herald of Polotsk State University. Series F. Construction. Applied Sciences]. — 2015. — № 8. — P. 158–163. — EDN ULGHVJ. [in Russian]

8. Nesterenko G. Overview of road safety activities / G. Nesterenko, I. Nesterenko, S.V. Dorokhin [et al.] // E3S Web of Conferences. — 2024. — Vol. 471. — 05017 p. — DOI: 10.1051/e3sconf/202447105017. — EDN KFYNAW.

9. Nesterenko G.A. Ispol'zovanie BIM-tekhnologij dlya povysheniya effektivnosti razrabotki i ekspluatatsii predpriyatij po obsluzhivaniyu i prodazham avtomobilej [Use of bim technologies to increase the efficiency of development and operation of automotive service and sales enterprises] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko, I.P. Zaloznov // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2023. — № 11 (137). — DOI: 10.23670 / IRJ.2023.137.14. — EDN RCRIMB. [in Russian]

10. Nesterenko G.A. Povyshenie effektivnosti proektirovaniya i ekspluatatsii predpriyatij po obsluzhivaniyu i prodazham avtomobilej [Improving the efficiency of design and operation of enterprises for servicing and selling automobiles] / G.A. Nesterenko, I.S. Nesterenko // Avtomobil'naya promyshlennost' [Automotive industry]. — 2024. — № 1. — P. 33–35. — EDN SGSDHU. [in Russian]