

УДК 502.55

**В. В. Курбатов, С. Д. Стрекалов**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА**

Рассматриваются современное экологическое состояние городской воздушной среды и факторы ее загрязнения, участие автотранспорта как антропогенного источника загрязнения воздушной среды города. Приведены направления экологических исследований по основным регулируемым и нерегулируемым факторам, участвующим в формировании экологического состояния воздушной среды в городе. Показаны особенности воздушной среды, формируемой развитием эксплуатации Нулевой Продольной магистрали вдоль Волги. Предложены некоторые мероприятия по снижению уровня загрязнения воздушной среды от транспортных потоков в Волгограде и в его прибрежной зоне.

**Ключевые слова:** экология, экологическая безопасность, воздушная среда, транспортная система, транспортная магистраль, загрязнение воздуха, прибрежная зона города.

### **Введение**

В XX веке рассматривались преимущества проживания в городе, и, как отмечалось на конгрессе Всемирной ассоциации мегаполисов (1987 г.), город «...считался основным двигателем экономического и социального прогресса, ...центром сосредоточения интеллектуальных и культурных ценностей, предоставляя большие возможности для развития здравоохранения и т. п. ...» Привлекательность города дополнялась доступными услугами жизнеобеспечения, бытового комфорта, услуг здравоохранения, коммуникациями, транспортными и социальными инфраструктурами и др. Но стремительный рост городского населения в последние десятилетия, концентрация и интенсификация производственной и непроизводственной деятельности привели к ухудшению городской окружающей среды.

На современном этапе крупные города в России — это города с перегруженной производственной структурой и обострившимися экологическими проблемами. Следствием современного состояния окружающей среды мегаполисов, приводящим к нарушению в той или иной мере санитарно-гигиенических норм, стало негативное влияние на здоровье жителей. А показатели жизни именно городского населения, такие как продолжительность жизни и состояние здоровья, являются основными при определении их уровня в государстве в целом [1].

Советским градостроительством задачи экологизации городов решались в основном озеленением городских территорий и устранением вредных выбросов от промышленных предприятий. В дальнейшем обозначился переход к комплексному мониторингу загрязнителей воздушной среды и системному развитию энергоэффективных и экологически адаптивных технологий на этапе эксплуатации объектов-загрязнителей.

В исполнение национального проекта «Экология» в Волгоградской области обеспечивается непрерывная работа территориальной системы наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, систематически готовятся и ут-

верждаются мероприятия по обеспечению защиты окружающей среды. При этом 73 % превышений загрязнителей воздуха окружающей среды фиксировали на автомагистралях в зоне жилой застройки, 27 % превышений фиксировали маршрутные и подфакельные исследования в зоне влияния промышленных предприятий. В целом по Волгоградской области по ряду химических веществ регистрируется стабилизация доли проб, превышающих гигиенические нормативы. В государственных докладах по годам даются характеристики загрязнения вредными веществами атмосферного воздуха Волгоградской области с указанием удельного веса проб атмосферного воздуха в городских поселениях с превышением ПДК по отдельным загрязнителям<sup>1</sup>.

### Результаты и обсуждение

Волгоградская область — крупнейший промышленный и культурный регион юга России. В рейтинге регионов с большой концентрацией промышленных предприятий область входит в первую двадцатку. С экологической точки зрения центр области, г. Волгоград, схож со многими современными промышленными городами России. Выбросы вредных веществ, растущий парк автотранспортных средств (АТС), недостаточный уровень озеленения и др. оказывают негативное влияние на его экологию. В связи с этим основным вопросом экологической политики города становится экологизация автотранспортного комплекса.

Представители правительства, комиссий Госсовета и профильных комитетов Госдумы, рассматривая перспективные транспортные стратегии, большое внимание уделяли снижению выбросов в атмосферу. Отмечалось, в частности, что 61 % загрязняющих веществ, эмитируемых транспортом, приходится на АТС. Так как отказаться от комфорта передвижения в личном автомобиле нереально, предлагалось в качестве одного из сценариев рассмотреть поэтапное установление ограничений на использование АТС низких экологических классов, в т. ч. за счет создания так называемых «экологических зон», куда запрещено въезжать машинам с неэкологичными двигателями. Однако на современном этапе (по данным ГИБДД на начало 2021 г.) из эксплуатируемого автопарка в стране большая часть — машины с двигателями «Евро-0» — «Евро-3», эксплуатируются старые автомобили с неустановленным классом<sup>2</sup>. Поэтому «низкокласные» автомобили вывести из транспортного потока пока не представляется возможным.

На токсичность автомобильного загрязнения окружающей среды в мегаполисе влияют качество топлива, конструктивные недостатки по части фильтрации отработанного газа (ОГ), автомобильные дороги, не приспособленные к возросшей нагрузке. Все это приводит к снижению эффективности работы двигателя и к повышению уровня загрязняющих выбросов [2]. Исследованиями выбросов загрязняющих веществ антропогенного характера и парниковых газов в атмосферу занимались и ранее, но особенно остро вопрос встал в последние годы XX в., включая исследования вариантов прогностического характера [3, 4].

<sup>1</sup> О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад 2019 г. URL: <https://www.portal-slovo.ru/impressionism/41495.php>.

<sup>2</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Волгоградской области в 2021 году. Государственный доклад 2021 г. С.5, 6. URL: [https://34.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/ecc/34\\_ГД\\_2021.pdf](https://34.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/ecc/34_ГД_2021.pdf).

Волгоград имеет типичную линейную градостроительную структуру, начало формирование которой отнесено к XVII в., когда Волга становится градообразующей и транспортной артерией. Волгоград «...простирается вдоль Волги практически на 100 км». При исследовании особенностей каркаса города указывается, что «...в Волгограде движение транспортных потоков осуществляется в основном по трем магистралям, проходящим вдоль р. Волги и располагающимся в жилой черте города» [5].

Вопросами загазованности атмосферного воздуха занимались многие исследователи, в т. ч. и ученые-экологи Волгограда. Ими изучено загрязнение атмосферного воздуха вдоль транспортных магистралей, обоснована необходимость и актуальность проведения мониторинга в городской среде, определены источники загрязнения воздушной среды, приведены примеры компонентов выбросов, поступающих от стационарных и передвижных источников, и распределения этих компонентов по транспортным средствам.

Далее исследования касались системы мониторинга городов с различной градостроительной планировкой, показана одинаковая важность оценки загрязнения атмосферы для города с линейной планировкой (Волгоград) и с компактной (Ставрополь). Отмечено, что по показаниям семи мониторинговых точек, расположенных в разных районах Волгограда, определяются загрязняющие воздух компоненты. Рекомендовано располагать мониторинговые точки на наиболее репрезентативных территориях. Показана необходимость учета возможных условий рассеивания загрязнений для линейного города [6, 7].

Для современного мегаполиса характерен рост городского автотранспортного потока. Его следствием являются такие негативные тенденции, как ухудшение качества воздуха, повышение уровня шума, возникновение транспортных пробок, уничтожение зеленых насаждений и др. Ежегодно автотранспортная нагрузка растет, соответственно растет и негативное воздействие на городскую среду.

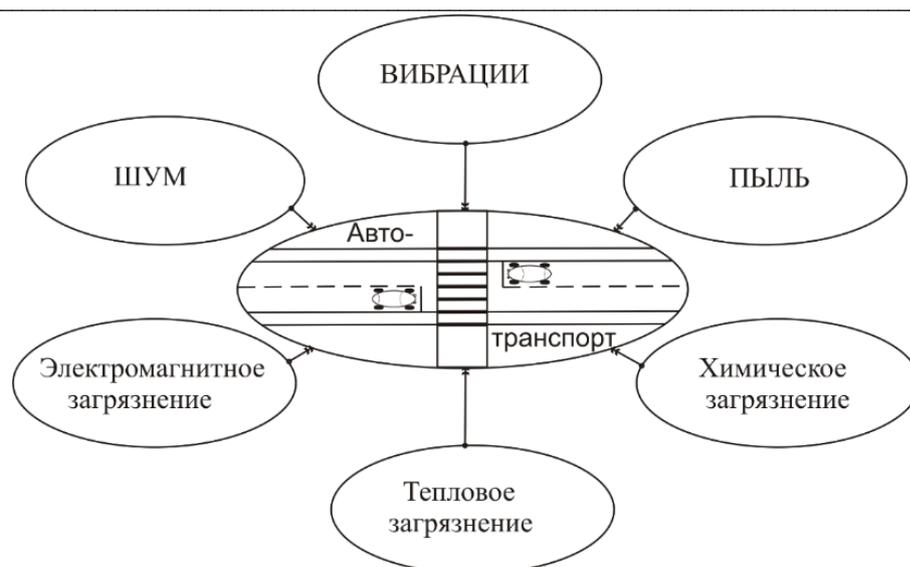
Исследователями различных регионов отмечается увеличение объемов выбросов от АТС, т. е. количество транспорта с приводом от сжигания углеводородов увеличивается [8]. Эта проблема ежегодного роста автомобильной нагрузки характерна для всех крупных городов (в Москве 93 %, в Санкт-Петербурге 86 % загрязнителей приходится на автомобили). По официальным источникам за последние 10 лет в среднем по России количество АТС увеличилось в 2 раза, примерно 80 % приходится на легковой транспорт [9].

Таким образом, преобразование энергии углеводородного топлива в электрическую и тепловую на предприятиях города и на транспорте, используемом в городской черте, приводит к усилению антропогенного воздействия на окружающую среду — биосферу и атмосферу, а для города на реке влияние распространяется и на гидросферу.

Обобщая результаты аналитических исследований, можно схематично представить факторы загрязнения городской среды, проявившиеся с развитием АТС (рис.).

При этом внутренняя энергия топлива, используемого АТС, после переработки выбрасывается в воздушную и водную среду побережья города в виде:

- вредных химических веществ и соединений;
- тепловых излучений;
- физических полей.



Блок-схема основных факторов загрязнения от городских АТС

По динамике роста количества АТС Волгоград следует российским тенденциям. Ежегодный прирост автотранспортного потока приводит к пропорциональному росту углеродной нагрузки на воздушную среду города.

Углеродный след от АТС на магистрали Нулевая Продольная выражается также в выбросах в окружающую среду парниковых газов: диоксида углерода и водяных паров в составе выхлопных газов.

Необходимо отметить, что в Волгограде взят курс на расширение парковых зон в центре города. Администрацией Волгоградской области принято решение о строительстве Нулевой Продольной магистрали (рокадной дороги)<sup>3</sup>. Начатое строительство магистрали вдоль Волги решает вопрос берегоукрепления рядом с будущей дорогой, к тому же это один из шагов, направленный на развитие Центральной набережной. Сейчас развитие Нулевой Продольной происходит и в северном направлении от Центральной набережной, и в южном. Для северного направления в рамках фестиваля «ЭкоБерег — 2022» проведен конкурс на разработку архитектурно-градостроительной концепции развития территории бывшего Тракторного завода. Рассматривались предложения по организации на территории транспортно-пешеходной сети, включая систему низкоскоростного экологического транспорта, по обустройству береговой линии с учетом проведенных ранее работ по берегоукреплению. Протяженная береговая зона соединит в перспективе все районы города, имеющие выход к реке. А планируемое формирование социально-экономических инфраструктур на базе побережья в дальнейшем будет способствовать устойчивому развитию города [10].

В последнее время происходит развитие забытого для городов на реках маломерного водного транспорта — моторных лодок, катеров, яхт и других

<sup>3</sup> Об утверждении государственной программы Волгоградской области «Развитие транспортной системы Волгоградской области» на 2014—2017 годы». Постановление правительства Волгоградской области от 05.02.2014 № 27-п. URL: <https://docs.cntd.ru/document/460279441?ysclid=lxhvbms970930511504>.

парусно-моторных судов, гидроциклов и пр. При этом для безналоговой эксплуатации ограничивается мощность двигателей. С начала века наблюдается резкий рост количества зарегистрированных маломерных судов: в 2005 г. их число составляло менее 1 млн ед., а через 5 лет добавилось 600 тыс.ед. К 2020 году общее число моторных лодок, катеров и яхт в собственности населения РФ составило более 1,2 млн ед. Таким образом, российский рынок моторных лодок и катеров в последние годы показывает положительный тренд.

В Волгограде оживлению лодочного туризма и услуг по организации активного отдыха горожан и приезжих гостей способствуют активно работающие лодочные станции и семь яхт-клубов. Дополнительно к организованным стоянкам значительное число владельцев моторных лодок приобретают специальные прицепы, позволяющий без труда транспортировать лодку, хранить ее на стоянке или в гараже, спускать на воду и поднимать обратно.

Еще одним элементом инфраструктуры, необходимым для развития водно-моторного туризма в акватории Волгограда, являются водные заправки. На речных судах используются в основном винтовые моторы, предназначенные для установки на кормовой части движущегося речного плавсредства. При удельном расходе топлива в лодочном моторе 250...320 мл на 1 л. с. за час работы (в зависимости от мощности) с ростом парка лодок растет и объем потребляемого топлива.

Качество процесса заправки определяется хозяином плавсредства, это бензины 92-й и 95-й (с рекомендуемым применением различных присадок к бензину: кондиционер, стабилизатор, очиститель камеры сгорания), которые доставляется с АЗС в специальных канистрах из антистатического материала. Канистры вмещают объем горючего, рассчитанный на покрытие лодкой планируемого расстояния. Кроме того, для работы некоторых моторов требуется приготовление топливной смеси из бензина и масла в различных пропорциях, зависящих от режимов эксплуатации мотора.

Ручная заправка мотора сопряжена с обеспечением пожаробезопасности и физическими нагрузками, которые зависят от имеющейся силы, сноровки и ловкости владельца. Производители лодочных моторов особо обращают внимание на разливы топлива при заправке (рекомендуется в этом случае немедленно вытереть разлив сухой ветошью, предписывается и способ удаления ветоши). Поэтому первый «углеродный след» на водной поверхности от моторных лодок появляется на стадии заправки лодочного мотора, когда малые разливы связаны непосредственно с переливом горючего из канистр в бак мотора.

Второй «углеродный след» связан с конструктивными особенностями лодочного мотора, т. к. современные винтовые моторы для малых речных судов выпускают выхлопной газ ниже поверхности воды, продукты сгорания топлива выбрасываются, проходя через воду [11]. Часть компонентов выхлопных газов выходит в атмосферу, остальное, конденсировавшись, остается в водной фазе. В зависимости от физических свойств такая смесь остается в верхнем слое воды или может находиться на поверхности воды в виде пленки в течение различных промежутков времени.

Исследования авторов, проводимые в конце прошлого столетия, по биоразлагаемости продуктов отработки лодочных моторов показали, что в среднем 65 % выхлопных газов от двигателей моторных лодок испаряются из воды менее чем за 1,5 ч при температуре окружающей среды

+10...+30 °С, а остальная часть выбросов, присутствующая в виде нелетучей углеводородной фракции, остается в водной смеси и продолжает взаимодействовать с водной средой, проявляя токсичность по отношению к водным организмам [12—14].

Таким образом, формирование воздушной экосистемы в зоне правобережья Волги происходит под воздействием АТС, эксплуатируемых на Нулевой Продольной магистрали, и маломерного водного транспорта, эксплуатируемого во внутренних водах с прибрежной полосы береговой зоны.

С целью повышения экологической безопасности воздушной среды прибрежной зоны Волгограда возможно использование некоторых известных способов сокращения загрязняющих выбросов. Это, прежде всего, использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Это наиболее эффективный и доступный ресурс. Для преобразования используются разные виды энергии: ветровой, солнечной, гибридной ветро-солнечной, течения реки [15, 16].

Но для городской среды получение энергии от ВИЭ ограничивается возможностями технической реализации: конструктивными особенностями ветропреобразователей, наличием свободной незатененной поверхности для расположения солнечных панелей. К тому же кроме экологических показателей преобразователи должны обладать и эстетическими характеристиками, иллюстрирующими взаимодействие человека и природы в проектируемом городском пространстве [17].

Авторами предлагается использование разработанных новых устройств по преобразованию энергии от потока течения реки или ветрового потока с конструктивной возможностью генерации экологически чистой электроэнергии [18, 19].

На основе разработанных моделей преобразования энергии течения воды, устанавливаемых в береговой зоне с возможностью погружения рабочих поверхностей в поток, реализуется направление экологизации транспортного комплекса и транспортной инфраструктуры, предусматривающее эффективный способ использования транспортных средств с «нулевым» выбросом. Предлагается в эксплуатируемый транспортный поток внедрять полностью электрифицированный транспорт или гибридный электросетевой-аккумуляторный.

Также можно использовать разработанные модели кинетических фигур, имеющих качество арт-объектов и технически скорректированных для адаптации к живой природе. Определяющими качествами этих объектов являются не только воспроизводимое движение, но и техническая способность преобразовывать энергию ветра. Динамическое изменение движения арт-объектов (повторяющего летающие, плавающие, ползающие движения животных, птиц, рыб и т. д.) происходит с помощью конструктивных элементов, позволяющих воспринимать механические воздействия ветра. Создаваемое движение может быть преобразовано в электрическую энергию. Устройства микрогенерации могут быть встроены в сети эксплуатационного обслуживания электрозаправок и в другие точки транспортной инфраструктуры, использоваться для энергоэффективного электроснабжения осветительной сети вдоль магистрали.

### Выводы

По результатам аналитического обзора состояния загазованности городской среды проведен поиск способов снижения антропогенного загрязнения прибрежной зоны Волгограда.

Использование экологически чистой возобновляемой энергии для энергообеспечения транспортной системы в прибрежной зоне может способствовать снижению углеродной нагрузки на окружающую среду, повышению энергосбережения при эксплуатации транспортной системы.

Использование предложенных мероприятий будет способствовать повышению экологической безопасности воздушной среды в прибрежной зоне г. Волгограда.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Будрейко Е. Н. Экология городов. Загрязнение почв, воды и воздуха // Естествознание. 2009. Режим доступа: URL: <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/41495.php>.
2. Ewing R., Walters J. Measuring the benefits of compact development on vehicle miles and climate change // Environmental Practice. 2009. Vol. 11. Iss. 3. Pp. 196—208.
3. Ambach W. Increased CO<sub>2</sub> concentration in the atmosphere and climate change: Potential effects on the Greenland ice sheet // Wetter und Leben. 1980. Vol. 32. Pp. 135—142.
4. Hansen J. E., Lacis A. A. Sun and dust versus greenhouse gases: an assessment of their relative roles in global climate change // Nature, 1990. Vol. 346. Pp. 713—19.
5. Фоменко Н. А., Нагуманова А. В., Алексиков С. В. Анализ транспортных потоков основных магистралей г. Волгограда / Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 54(73). С. 121—131.
6. Особенности мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в линейных и компактных городах на примере Волгограда и Ставрополя / В. Н. Азаров, Ю. П. Иванова, Е. В. Соколова, А. А. Сахарова, О. О. Иванова, Л. М. Арзамаскова, О. В. Коновалов // Инженерный вестник Дона. 2023. № 8.
7. Ivanova J., Sokolova E., Azarov V., Martynova E. Dispersion analysis of carbon monoxide concentrations in the cities atmospheric air // International Scientific Conference. 2019. Vol. 138. URL: [e3s\\_conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf\\_catpid18\\_01031/e3sconf](https://e3s.conferences.org/articles/e3sconf/abs/2019/64/e3sconf_catpid18_01031/e3sconf).
8. Di Lorio S., Magno A., Mancaruso E. Engine performance and emissions of a small diesel engine fueled with various diesel/RME blends // SAE Technical Paper. 2014. DOI: 10.4271/2014-32-0135.
9. Шишкина А. А. Рост количества автомобильного транспорта как угроза экологической безопасности // Известия ТулГУ. Технические науки. 2020. Вып. 3. С. 178—181.
10. Комплексное обновление «Стратегического плана устойчивого развития Волгограда до 2025 года» / Д. П. Фролов, А. А. Голодова, А. В. Золотарев, Н. С. Полусмакова, И. Д. Ким / Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2015. 484 с.
11. Shuster W. Control of pollution from outboard engine exhaust: a reconnaissance study // Water Pollution Control Series. 1971. No. 15020.
12. Dupree C. Potential impacts of emission from outboard motors on the aquatic environment: a literature review // National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd. 2007. Pp. 4, 9—12.
13. Jackivicz T. P., Kuzminski L. N. The effects of the interaction of outboard motors with the aquatic environment: a review // Environmental Research. 1973. Vol. 6. Iss. 4. Pp. 436—454.
14. Troy A. B., Dunn R. J. K. Boating- and Shipping-Related Environmental Impacts and Example Management Measures // A Review. 2020. Vol. 12.
15. Strekalov S. D., Strekalova L. P., Kurbatov V. V. Comparative characteristics of wave converters of wave type // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies. 2019. Pp. 1—4. DOI: 10.1109/FarEastCon.2019.8934088.
16. Галуцак В. С., Сошинов А. Г., Угаров Г. Г. Системы наружного электрического освещения от возобновляемых источников энергии / Известия ВолГУ. Серия 2: Процессы преобразования энергии и энергетические установки. 2009. Вып. 2. № 7(55). С. 15—18.
17. Курбатов В. В. Аналитический обзор и направление исследований факторов антропогенного загрязнения прибрежной зоны города Волгограда // V международ. науч.-практ. конф.: сб-к статей. 2022. Петрозаводск : Новая наука, 2022. С.79—84.

18. *Strekalov S. D., Kurbatov V. V.* Development of an eco-friendly wave-type engine for small river vessels // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies. 2021. Pp. 69—77. DOI: 10.1007/978-981-16-8759-4.

19. *Курбатов В. В.* К разработке устройства микрогенерации для тихоходных ветродвигателей // Материалы XI международ. науч.-техн. конф. «Электроэнергетика глазами молодежи — 2020». 2020. Т. 2. С. 79—82.

© Курбатов В. В., Стрекалов С. Д., 2024

Поступила в редакцию  
в марте 2024 г.

Ссылка для цитирования:

*Курбатов В. В., Стрекалов С. Д.* Исследование экологии воздушной среды в прибрежной зоне города Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 2(95). С. 192—199. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_2\_192.

Об авторах:

**Курбатов Вячеслав Вадимович** — экстерн, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; Kurbatov-slavard@yandex.ru

**Стрекалов Сергей Дмитриевич** — старший преподаватель каф. безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; strekalov\_sergey@mail.ru

**Vyacheslav V. Kurbatov, Sergey D. Strekalov**

**Volgograd State Technical University**

## AIR ECOLOGY STUDY IN THE COASTAL ZONE OF VOLGOGRAD

The current ecological state of the urban air environment and its pollution factors, the participation of motor vehicles as an anthropogenic source of urban air pollution are considered. The directions of environmental research on the main regulated and unregulated factors involved in the formation of the ecological state of the air environment in the city are given. The features of the air environment formed by the development of the operation of the Zero Longitudinal Highway along the Volga are shown. Some measures are proposed to reduce the level of air pollution from traffic flows in Volgograd and in its coastal zone.

**Key words:** ecology, environmental safety, air environment, transport system, transport route, air pollution, coastal zone of the city.

*For citation:*

Kurbatov V. V., Strekalov S. D. [Air ecology study in the coastal zone of Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2024, iss. 2, pp. 192—199. DOI: 10.35211/18154360\_2024\_2\_192.

*About authors:*

**Vyacheslav V. Kurbatov** — external student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; Kurbatov-slavard@yandex.ru

**Sergey D. Strekalov** — Senior Lecturer, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; strekalov\_sergey@mail.ru