

УДК 721+69.001.5

**Д. В. Гайворонская, Я. С. Захаров, О. Г. Чеснокова**

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ВЕРТИКАЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ ФАСАДОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ**

В статье рассмотрены основные системы вертикального озеленения фасадов и проанализированы их преимущества и недостатки. Изучены виды и технологии устройства вертикального озеленения. Представлен анализ зеленых насаждений. Приведено решение, позволяющее использовать вертикальное озеленение в холодный период. Проведено экспериментальное проектирование озеленения высотного здания офисно-делового назначения.

**Ключевые слова:** вертикальное озеленение, экологичное строительство, зеленые насаждения, высотное строительство, живая стена.

На современном этапе развития градостроительства остро стоит проблема экологии. Возводящиеся города и мегаполисы вытесняют природные ландшафты; выхлопные газы транспортных средств и промышленных предприятий замещают чистый воздух. Проектировщики и архитекторы стараются найти выход из этой ситуации. Одним из способов решения этой проблемы является вертикальное озеленение здания.

Вертикальное озеленение — это объединение эстетики и пользы. Оно представляет собой дизайнерское решение, которое оживляет холодный и строгий бетон, а также способно поддерживать микроклимат здания: озеленение фасадной системы здания улучшает, кроме всего прочего, его тепло-технические свойства.

### **Актуальность тематики**

Улучшение экологического состояния в условиях застроенного мегаполиса является одной из острых проблем, над решением которой работают многие современные архитекторы. Частичное решение этой проблемы — внедрение элементов вертикального озеленения, которое позволяет улучшить состояние окружающей среды, а также снизить расходы на электроэнергию.

**Цель** работы заключается в выборе наиболее подходящей системы вертикального озеленения и подборе растений для высотных зданий.

Для выполнения исследования были поставлены следующие **задачи**:

1. Анализ основных направлений вертикального озеленения.
2. Изучение видов и технологий устройства вертикального озеленения.
3. Анализ зеленых насаждений, пригодных для климатических условий России.
4. Исследование проблемы использования вертикального озеленения в зимний период.
5. Проведение экспериментального озеленения высотного здания в Волгограде.

### **Теоретическая база работы. Анализ основных направлений вертикального озеленения**

Исследования в области вертикального озеленения проводили следующие ученые: Е. А. Дорожкина, Н. Д. Сергеева, Р. Б. Ковалев, И. А. Голотина,

Е. К. Аксенова, Я. С. Яновья, А. Г. Колесников, А. И. Хуснутдинова, О. П. Александрова, А. Н. Новик, С. Г. Шеина, В. В. Белаш, А. А. Даниленко, К. Г. Лебедь, А. О. Жукова, В. Д. Рыжих, Г. В. Коренькова, Г. Ф. Мурзагулова, Д. Н. Кутляров, В. М. Бобрецова, А. R. Othman, N. Sahidin, M. J. M. Davis, F. Ramirez, M. E. Perez, J. Yudel'son, Н. Н. Антонова, А. С. Татаринцева, Ю. В. Воронцова, Н. В. Иванова, О. А. Ганжа, В. В. Прокопенко, О. Г. Чеснокова [1—22].

Вертикальное озеленение — это метод, применяемый для оформления фасадов, торцевых стен здания и других элементов строительных конструкций в целях защиты от ветра и изоляции отдельных участков.

В вертикальном озеленении можно выделить несколько направлений.

По критерию «сплошности» выделяют две группы озеленения:

1. Сплошное вертикальное озеленение — используется для глухих фасадов, предполагает применение вьющихся растений и зачастую служит для скрытия изъянов здания.

2. Одиночное озеленение — применяется для декоративного озеленения небольшого участка фасада.

По принципу композиционных сочетаний выделяют три группы:

1. Функциональное озеленение — для терморегулирования микроклимата помещений.

2. Экологическое озеленение — подбор растительности в соответствии с соотношением требований к почве, климатическим условиям, ориентации по сторонам света.

3. Декоративное озеленение — визуальный принцип композиции.

С увеличением этажности здания существует необходимость разграничить озеленяемую зону на высотные уровни и сформировать на каждом из них отдельную, независимую фитосистему.

От разницы высотных отметок зависит степень воздействия природных факторов, таких как: естественное освещение, ветровой режим, температурный режим, УФ-излучение и пр. По этой причине применение вертикального озеленения фасадов возможно только с использованием дополнительных конструктивных элементов.

Для вертикального озеленения сооружений и зданий с повышенной этажностью есть два типа конструкций:

1) поддерживающие (дополнительные крепления, связанные со зданием, — канаты, тросы, обрешетки);

2) жизнеобеспечивающие (специальные емкости с почвой) [1].

Исходя из выбора зеленых насаждений и применяемых вспомогательных конструкций, вертикальные системы озеленения классифицируют на следующие типы: «зеленые фасады», «живые стены» и «вертикальный лес».

Для зданий повышенной этажности используются конструкции «живых стен», которые по принципу работы делятся на три системы озеленения.

1. Войлочная система озеленения (рис. 1). Основа этой конструкции — металлическая рама, которая крепится к фасаду здания. На каркасе установлены панели ПВХ и слой полиамидного волокна, на котором вырезаются карманы. Затем размещаются системы автоматического капельного полива и дренажа. Достоинствами является экологическое очищение воздуха, а также простота в уходе. К минусам можно отнести необходимость устройства дренажной системы.

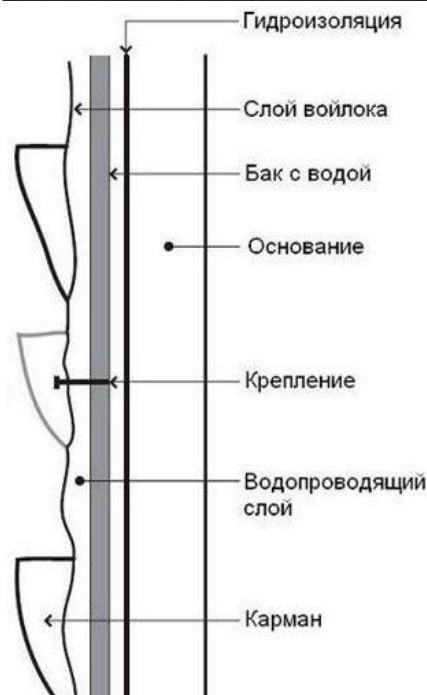


Рис. 1. Войлочная система озеленения



Рис. 2. Модульная система озеленения

2. Модульная система озеленения (рис. 2). В основе данной системы лежит рама, к которой прикреплены вертикальные стойки с кронштейнами для закрепления модулей. На нее устанавливается гидрораспределительная система полива. Выращенные растения заранее посажены в модули. Преимущество модульной системы озеленения заключается в отсутствии дренажной системы, простоте ухода, возможности замены выбранных ранее зеленых насаждений и экологической очистке воздуха. Недостатком является необходимость предварительной подготовки узоров и орнаментов из растительности для модулей.

3. Контейнерная система озеленения (рис. 3). Конструкция системы состоит из несущего металлического гидроизолированного металлического каркаса, на котором закреплена трубчатая система полива, а также горшки с почвенным субстратом для посадки растений, к которым проводится собственная оросительная трубка для введения удобрений и воды. К достоинствам можно отнести отсутствие дренажной системы, возможность изменения цветочных композиций и экологическую очистку воздуха. Недостатки — сложность в уходе, высокие финансовые затраты [2, 3].

При устройстве системы озеленения по типу «вертикальный лес» растительность высаживается в контейнеры, соединенные централизованной капельной системой полива и расположенные на консольных участках перекрытия.

Составляющей системы озеленения по типу «зеленые фасады» являются вьющиеся растения, расположенные на стене или на специальных поддерживающих конструкциях. Корневая система заложена в землю у основания стены, рост растений происходит вверх.

В ходе анализа систем вертикального озеленения было выявлено, что наиболее пригодной для сплошного озеленения является войлочная система, для частичного — модульная, для декорирования ландшафта — контейнерная.

### Анализ зеленых насаждений

Подбор растений для вертикального озеленения высотных зданий зависит от климатических особенностей и расположения ограждения относительно сторон света. Они должны быть устойчивы к ветру, морозу и засухе, светолюбивы, неприхотливы в уходе и иметь небольшую корневую систему. Используются в основном деревянистые, травянистые и цепляющиеся растения. Тенелюбивые растения высаживаются в нижней части фасада, а в верхней части размещают ветроустойчивые и способные переносить прямые солнечные лучи растения.

В зависимости от ориентации фасадов по сторонам света следует подобрать правильный вид зеленого насаждения:

- север — плющ колхидский, можжевельник, разнообразные виды мхов, виноград девичий;
- юг — скумпия кожевенная, жимолость каприфоль, камписис, цеанотус, виноград девичий;
- запад — актинидия коломикта, фремонтодендрон калифорнийский, лимонник китайский;
- восток — древогубец лазающий, гортензия черешковая, акебия трехлистная, виноград амурский, княжик сибирский.

Для систем вертикального озеленения одной из главных проблем является климат с продолжительным холодным периодом, что актуально для большей части России. В таких условиях система не выполняет ни эстетические, ни экологические функции. Неправильно подобранные растения для таких климатических условий могут ухудшить визуальное восприятие объекта и спровоцировать частичное разрушение фасада.

При устройстве систем вертикального озеленения по типу «зеленые фасады» и «живые стены» выполняется невымерзающая конструкция стены, производится подбор специальных видов зеленых насаждений, предусматриваются мероприятия по подготовке растений к зимовке, а также система полива становится сложнее. Эта совокупность действий приводит к повышению финансовых затрат. Однако существует конструкция, которая не приводит к значительному удорожанию в зимний период, — двойной фасад. Она представляет собой двойное остекление светопрозрачными панелями, пространство между которыми выполняет функцию теплицы или оранжереи. В зависимости от растений, которые будут использоваться, расстояние между двумя панелями варьируется от двадцати миллиметров до двух метров. Эта ограждающая конструкция используется в системах вертикального озеленения типа «вертикальный лес». Двойной фасад не требует дополнительных сезонных мероприятий, облегчает подбор растений и эксплуатируется круглогодично. В теплые месяцы наружные панели разбираются или открываются, благодаря чему закрытая система вертикального озеленения становится открытой [4].

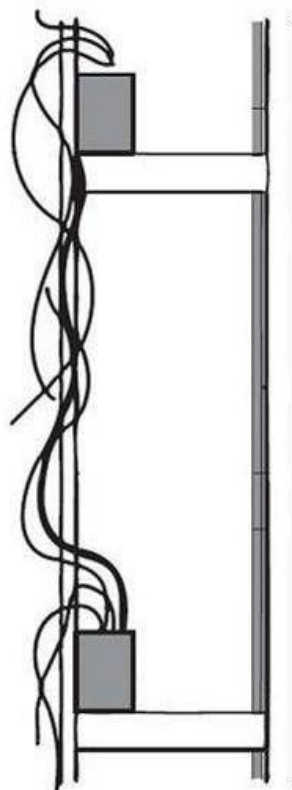


Рис. 3. Контейнерная система озеленения

### Проектные предложения

Для экспериментального озеленения фасада высотного здания ID Tower в Волгограде нами была выбрана контейнерная система озеленения. Базой контейнерной системы является полимерный войлок с кармашками для размещения заранее выращенных растений. В качестве субстрата используют мох сфагнум и гидропонную систему питательного водного раствора для растений. Данная технология позволяет локальным путем заменить несколько стекол на светопрозрачной оболочке здания и задекорировать сплошную поверхность стены большой площади. Произведен подбор растений и раскладка контейнеров по плоскости фасадов (рис. 4).

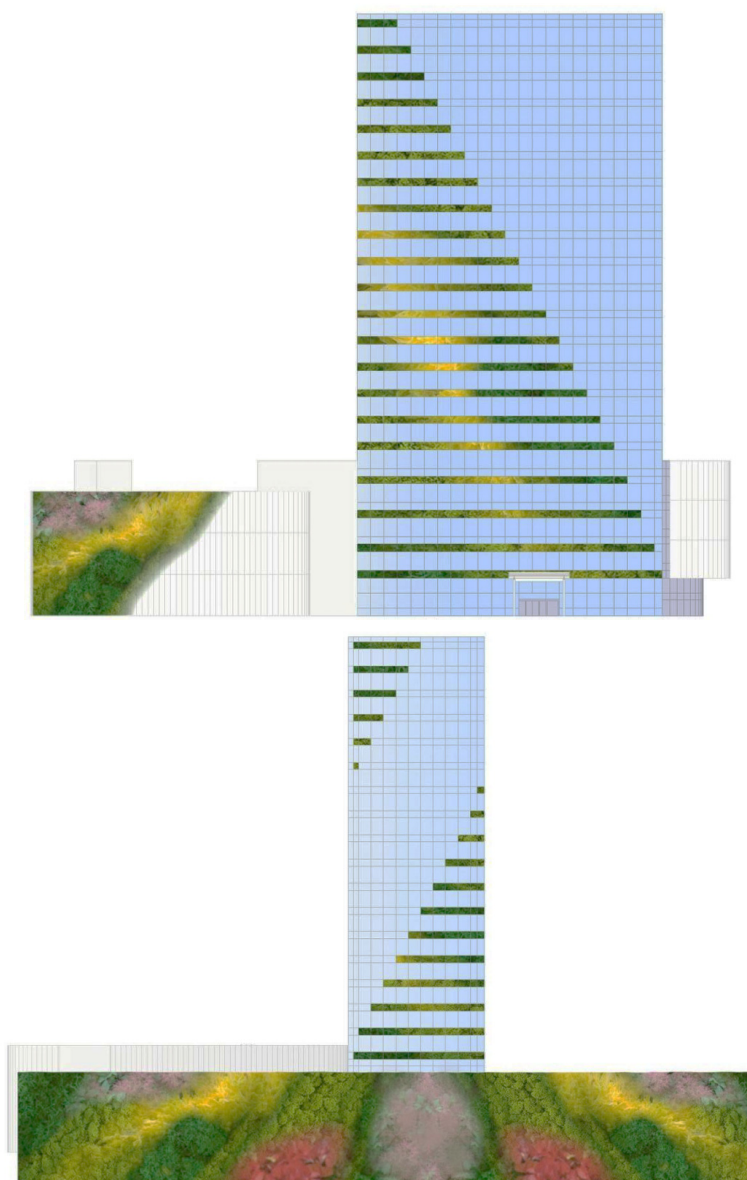


Рис. 4. Предложенное решение

При выборе растений для озеленения в условиях климата Волгоградской области учитывалось несколько факторов:

1. Очень жаркое лето с постоянным ветром и зима с ярко выраженными перепадами температур. Выбранные растения должны быть устойчивы к засухе, морозу и ветру, а также должны быть вечнозелеными. Это обеспечит завораживающий внешний вид фасада независимо от времени года.

2. Количество атмосферных осадков, выпадающих на рассматриваемой территории.

3. Тип корневой системы. Для вертикального озеленения подходят растения с поверхностной корневой системой.

Учитывая данные факторы, можно отметить, что для умеренно континентального климата подходят следующие растения.

1. Можжевельник горизонтальный Лайм Глоу (рис. 5) — компактный сорт с золотисто-желтой хвоей летом и коричнево-желтой осенью. Зимой хвоя приобретает бронзово-оранжевый оттенок. Растет довольно медленно, достигая 0,4 м в высоту и 1,5...2,0 м в диаметре. Хвоя игловидная, мелкая.

2. Девичий виноград пятилисточковый (рис. 6) — самоопыляющийся лиановидный кустарник. Листья растения темно-зеленого цвета, состоят из трех, пяти листиков, соединенных одной сердцевинкой. Края листы пестроватые, могут иметь неровный, зубчатый вид. Молодые побеги имеют красноватую окраску и могут отрастать до 15...20 м.



Рис. 5. Можжевельник горизонтальный Лайм Глоу



Рис. 6. Девичий виноград пятилисточковый

4. Скумпия кожевенная Вельвет Клок (рис. 7) — кустарник не более 2 м высотой. Красно-фиолетовые листья до самой осени сохраняют этот цвет, когда их окраска сменяется на красную. Воздушные соцветия имеют розовый оттенок. Для использования на фасаде предполагается размещать стриженные экземпляры в более крупных контейнерах, для создания выступающих элементов — на нижних этажах здания.

4. Шотландский мох (рис. 8) — полностью морозостойкий, плотный и низкорослый почвопокровный вид, он достигает одинаковой высоты около 2...3 см, с шириной 20...30 см. Шотландский мох имеет золотисто-зеленый оттенок. Обладает уникальной способностью образовывать необыкновенно плотные и прочные подушковидные заросли.



Рис. 7. Скумпия кожевенная  
Вельвет Клок



Рис. 8. Шотландский мох

На территории России данное ландшафтное решение на фасадах высотных зданий пока только набирает популярность. Климатические условия не позволяют устроить круглогодичное озеленение на верхних этажах. Но все чаще можно заметить применение вертикального озеленения внутри офисных и торговых центров, которые украшают фитостенами.

#### **Заключение**

Вертикальное озеленение представляет собой один из действующих способов улучшить микроклимат как отдельных зданий, так и городов в целом. Данный способ не только привлекает внимание с эстетической стороны, но и воплощает в жизнь натуралистическую концепцию взаимодействия общества и природы. Для реализации вертикального озеленения необходимо учитывать климатические условия местности, а также особенности самих растений. Во многих странах все чаще появляются здания с зелеными фасадами, террасами, украшенные разнообразными растениями и парками на крышах.

В рамках решения этого вопроса на территории России необходимо уделить большее внимание разработке эффективных конструктивных систем, обеспечивающих круглогодичную сохранность зеленых насаждений в плоскости фасада, а также оптимизацию температурно-влажностного режима ограждающих конструкций, включающих в себя зеленые экосистемы.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дорожкина Е. А. Некоторые аспекты формирования фитофасадов для многоэтажной застройки // Урбанистика. 2020. № 2. С. 77—87.
2. Сергеева Н. Д., Ковалев Р. Б., Голотина И. А. Исследование проблемы применения технологий вертикального озеленения на конструкциях светопрозрачных оболочек зданий // МНИЖ. 2020. № 6-1(96). С. 1—7.
3. Аксенова Е. К., Яновская Я. С. Конструктивные решения систем вертикального и горизонтального озеленения // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2021. № 1. С. 1—4.
4. Колесников А. Г. Анализ конструктивных и экономических особенностей систем вертикального озеленения // Урбанистика. 2021. № 1. С. 88—98.
5. Хуснутдинова А. И., Александрова О. П., Новик А. Н. Технология вертикального озеленения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 12(51). С. 20—32.
6. Шеина С. Г., Белаиш В. В., Даниленко А. А. Вертикальное озеленение как элемент экологизации жилых зданий // ИВД. 2021. № 1(73). С. 1—10.
7. Лебедь К. Г. Использование вертикального озеленения в мире // ИВД. 2020. № 4(64). С. 1—6.

8. Жукова А. О. Системы озеленения современных высотных зданий // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: вопросы и перспективы развития. Социальное и экономическое развитие в XXI веке. Особенности развития современной науки: актуальные вопросы, открытия и перспективы* : материалы II и IV Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 10—20 янв. 2019 г. Томск : Quantum, 2019. С. 102—107.
9. Рыжих В. Д., Коренькова Г. В. Основные методики вертикального озеленения фасадов // *Наука молодых — будущее России* : сб. науч. ст. 3-й Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых, Курск, 11—12 дек. 2018 г. : в 6 т. Т. 4. Курск : Университетская книга, 2018. С. 254—259. EDN KJOGVL.
10. Мурзагулова Г. Ф., Кутляров Д. Н. Вертикальное озеленение стен жилых зданий и сооружений // *Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства* : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., 2019. С. 200—203.
11. Бобрецова В. М. Решение проблем экологии путем современных систем озеленения // *Междунар. студ. науч. вестн.* 2018. № 5.
12. Othman A. R., Sahidin N. Vertical greening façade as passive approach in sustainable design // *Procedia — social and behavioral sciences.* 2016. Pp. 845—854.
13. Davis M. J. M., Ramirez F., Perez M. E. More than just a green façade: vertical gardens as active air conditioning units // *Procedia Engineering.* 2016. Vol. 145. Pp. 1250—1257.
14. Yudelson J. *Green Building A to Z.* New Society Publishers, 2007. 241 p.
15. Антонова Н. Н., Татаринцева А. С., Воронцова Ю. В. Вопрос реновации озелененных территорий общего пользования в современной системе озеленения города // *Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура.* 2022. № 3(88). С. 224—233.
16. Иванова Н. В., Ганжа О. А. Классификация высотных зданий по фактору вертикального озеленения // *Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура.* 2022. № 3(88). С. 427—434.
17. Прокопенко В. В., Барбаров И. И. Градостроительные особенности взаимосвязи зеленой зоны с системой озелененных территорий города // *Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура.* 2022. № 2(87). С. 261—269.
18. Иванова Н. В., Ганжа О. А., Подковыров И. Ю. Методические основы строительства вертикального озеленения здания // *Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура.* 2021. № 3(84). С. 142—155.
19. Винокурова А. В., Журбенко М. Д., Чеснокова О. Г. Стандарты зеленой сертификации // *Фундаментальные и прикладные науки сегодня* : материалы XXVII Междунар. науч.-практ. конф., North Charleston, USA, 6—7 дек. 2021 г. Morrisville, NC, USA : LuluPress, Inc., 2021. С. 1—5.
20. Журбенко М. Д., Винокурова А. В., Иванова Н. В., Чеснокова О. Г. Вертикальное озеленение фасадов зданий. Достоинства и недостатки // *Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса* : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Волгоград, 7—8 дек. 2021 г. : в 2 ч. Ч. 2. Волгоград : ВолГТУ, 2021. С. 309—316.
21. Тухарели В. Д., Тухарели А. В., Черевниченко Т. Ф., Чеснокова О. Г. Современные технологии строительства зданий с применением различных фасадных систем и материалов. Волгоград : ВолГТУ, 2020. 157 с.
22. Шагиева Е. В., Баранская Е. А., Чеснокова О. Г. Проблемы экологии города Волгограда // *Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура.* 2015. № 39(58). С. 110—118.

© Гайворонская Д. В., Захаров Я. С., Чеснокова О. Г., 2023

Поступила в редакцию  
в декабре 2022 г.

Ссылка для цитирования:

Гайворонская Д. В., Захаров Я. С., Чеснокова О. Г. Вертикальное озеленение фасадов высотных зданий // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура.* 2023. Вып. 1(90). С. 202—210.



*Об авторах:*

**Гайворонская Дарья Вячеславовна** — студентка, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; dariegaix@gmail.com

**Захаров Ярослав Сергеевич** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; yaroslav.zacharov@list.ru

**Чеснокова Оксана Геннадьевна** — доц. каф. архитектуры зданий и сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; oxxxana72@yandex.ru

***Darya V. Gaivoronskaya, Yaroslav S. Zakharov, Oksana G. Chesnokova***

***Volgograd State Technical University***

## **VERTICAL LANDSCAPING OF FACADES OF HIGH-RISE BUILDINGS**

The article discusses the main systems of vertical landscaping of facades and analyzes their advantages and disadvantages. The types and technologies of vertical gardening have been studied. The analysis of green spaces is presented. A solution is given that allows the use of vertical gardening in the cold period. Experimental design of landscaping of a high-rise office and business building was carried out.

**Key words:** vertical landscaping, eco-friendly construction, green spaces, high-rise construction, living wall.

*For citation:*

Gaivoronskaya D. V., Zakharov Ya. S., Chesnokova O. G. [Vertical landscaping of facades of high-rise buildings]. *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], 2023, iss. 1, pp. 202—210.

*About authors:*

**Darya V. Gaivoronskaya** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; dariegaix@gmail.com

**Yaroslav S. Zakharov** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; yaroslav.zacharov@mail.ru

**Oksana G. Chesnokova** — Docent of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; oxxxana72@yandex.ru