

Academia. Архитектура и строительство, № 2, стр. 71–79.
Academia. Architecture and Construction, no. 2, pp. 71–79.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 725:58.006
DOI: 10.22337/2077-9038-2024-2-71-79

Вертикальное озеленение. Опыт нормирования

Лейкина Диана Кононовна (Москва). Кандидат архитектуры. Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (Россия, 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2. ЦНИИ-Промзданий). Эл. почта: leikina@asm-1.ru

Океанов Геннадий Вадимович (Москва) Кандидат архитектуры. Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (Россия, 127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2. ЦНИИ-Промзданий). Эл. почта: g.oceanov@yandex.ru

Бенуж Анна Андреевна (Белгород). Архитектурное бюро «ABGREEN» (Россия, 308519, Белгородская обл., Белгородский р-н, ПГТ Северный, ул. Ягодная, 11). Эл.почта: admin@abgreen.org

Аннотация. Статья посвящена проблеме внедрения вертикального озеленения, успешно применяемого в зарубежных проектах, в российскую архитектурную практику. Исследование выявило ключевую роль творческого тандема архитектора и дендролога в разработке оригинального решения, основанного на специфической технологии выращивания растений с последующей типизацией и массовым воспроизведением. Отечественные проекты вертикального озеленения носят экспериментальный характер и сдерживаются отсутствием нормативных требований и адаптированной методики, учитывающей региональные особенности. Изложены основные типологические параметры, приёмы устройства, обеспечения надёжности и безопасности вертикального озеленения.

Ключевые слова: вертикальное озеленение, благоустройство, вертикальный лес, «зелёный» фасад, «зелёная» стена, био-дизайн

Для цитирования. Лейкина Д.К., Океанов Г.В., Бенуж А.А. Вертикальное озеленение. Опыт нормирования // Academia. Архитектура и строительство. – 2024. – № 2. – С. 71–79. – DOI: 10.22337/2077-9038-2024-2-71-79.

Vertical Gardening. Regulation Experience

Leikina Diana K. (Moscow) Candidate of Sciences in Architecture. Central Research and Design and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures (46, building 2, Dmitrovskoe shosse, Moscow, 127238, Russia. TsNIIPromzdaniy). E-mail: leikina@asm-1.ru

Oceanov Gennadii V. (Moscow) Candidate of Sciences in Architecture. Central Research and Design and Experimental Institute of Industrial Buildings and Structures (46, building 2, Dmitrovskoe shosse, Moscow, 127238, Russia. TsNIIPromzdaniy). E-mail: g.oceanov@yandex.ru

Benuzh Anna Andreevna (Belgorod). Architectural Bureau ABGREEN, Russian Federation, 308519, Belgorod Region, Belgorod district, Severny village, 11 Yagodnaya St., E-mail: admin@abgreen.org

Abstract. The article addresses the issue of implementing vertical gardening, successfully applied in foreign projects, into Russian architectural practice. The research identifies the crucial role of a creative tandem of an architect and a dendrologist in

developing an original solution based on a specific plant cultivation technology, followed by typification and mass reproduction. Domestic vertical greening projects are of an experimental nature and are hindered by the lack of regulatory requirements and an adapted methodology that takes into account regional peculiarities. The article outlines the key typological parameters, construction techniques, and measures to ensure the reliability and safety of vertical gardening.

Keywords: vertical gardening, landscaping, vertical forest, green facade, green wall, biophilic design

For citation. Leikina D.K., Okeanov G.V., Benuzh A.A. Vertical Gardening. Regulation Experience. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2024, no. 2, pp. 70–79, doi: 10.22337/2077-9038-2024-2-71-79.

Одним из перспективных направлений благоустройства городской среды является вертикальное озеленение, которое в сочетании с другими элементами образует единую систему, формирующую современное архитектурное пространство с улучшенными санитарно-гигиеническими условиями и комфортом для трудовой деятельности, проживания и отдыха населения. Инновационные технологии вертикального озеленения увеличивают разнообразие современной архитектуры, привнося в урбанизированную среду элементы природного ландшафта.

Общественный интерес граждан к благоустройству и озеленению территорий населённых пунктов отражает Градостроительный кодекс Российской Федерации¹, определяющий в качестве приоритета обеспечение безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека.

По мнению специалистов, вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений, обеспечивающее возможность комплексного использования различных архитектурно-строительных и природно-ландшафтных решений, способно существенно влиять на подходы к градостроительному и объектному проектированию в части безопасности условий нахождения и проживания.

Внедрение вертикального озеленения соответствует поставленной задаче особенно при реконструкции сложившейся застройки, в стеснённых условиях. Его эффективность не вызывает сомнения, но применение в России затруднено в силу отсутствия нормативного регулирования, достоверной информации, доступной технологии.

После проведения в 2021 году научно-исследовательской работы по методике включения площади вертикального озеленения в общую площадь озеленения территорий различного функционального назначения муниципальных образований в различных градостроительных условиях, Технический комитет по стандартизации ТК 366 «Зелёные технологии среды жизнедеятельности и «зелёная» инновационная продукция»² Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии инициировал разработку ГОСТ Р «Зелёные» стандарты. Вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений. Технические и экологические требования», разработчиком которого выступил ЦНИИПромзданий.

Предварительно был выполнен комплекс исследований отечественных и зарубежных нормативов, публикаций, проектной документации, реализованных объектов. Основное внимание уделялось флагманским проектам, привлекавшим внимание профессионального сообщества, и послуживших источником вдохновения для последующих проектов.

Обобщённое представление международного сообщества о будущем городов включает положение о рациональном природопользовании на основе социального консенсуса [1]. Городские пространства нуждаются в перепроектировании и модернизации для обеспечения более экологичного будущего, готовности к возможным потрясениям различного характера. Вертикальное озеленение представляется оптимальным, не встречающим общественного противодействия способом интеграции благоустроенной природной среды.

Современные публикации отмечают влияние вертикального озеленения на планировочную структуру городов, выявляющего смысловые и композиционные центры посредством «зелёных доминант», «зелёных коридоров» транспортных магистралей, «зелёных стен» в камерном городском пространстве. Пространственная организация, учитывающая рациональную структуру и выразительный облик озеленённых вертикальных поверхностей, принимает во внимание их обзор с различных точек, на ближнем, среднем и дальнем планах восприятия, в статике и движении [2].

Возникновение типологии вертикального озеленения обусловлено развитием принципов устойчивого развития в архитектуре, общественным интересом к «зелёному» строительству, необходимостью увеличения зелёных насаждений в городах, введением централизованного контроля и эксплуатации объектов капитального строительства, распространением технологий интенсивного растениеводства и специализированных сервисов.

Вертикальное озеленение стало результатом сотрудничества архитекторов, инженеров, дендрологов и горожан как заинтересованных потребителей. Общие подходы к проектированию вертикального озеленения укладываются в рамки биодизайна, сформулированные известным экосоциологом С. Келлером [3].

Апологет вертикального озеленения П. Блан определяет его как поверхность, частично или полностью покрытую растениями, укоренёнными у основания или в ёмкостях,

¹ <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/3ef/3jnz2p4vhsqcf0jyxkyhtio03qmma9s/Gradostroitelnyy-kodeks-Rossiyskoy-Federatsii-ot-29.12.2004.pdf>

² <https://docs.cntd.ru/document/1303557995>



Рис. 1³. Вертикальное озеленение вентиляционной шахты в квартале Ла Дефас в Париже. Архитектор Э. Франсуа



Рис. 2. Музей примитивного искусства на набережной Бранли в Париже (Le musée du quai Branly). Архитектор Ж. Нувель. 2006 год



Рис. 3. Культурный центр «Каиша форум» (Caixa Forum). Мадрид. Испания. Архитекторы Ж. Херцог и Д. Мерон. 2006 год

размещённых на конструкциях, в почве или неорганическом субстрате. В последнем случае питательные вещества подаются в корневую систему в виде раствора.

У истоков концепции, возникшей в тридцатые годы XX столетия, стоял архитектор С.Х. Уайт, предложивший модульную организацию вертикального размещения растений. Идея была опробована в 1986 году, в музейном центре Ла-Виллет в окрестностях Парижа, построенном по проекту А. Фэйнсильбера и П. Блана. В отличие от традиционного увитого лианами, статичного зелёного фасада, модульное озеленение продемонстрировало адаптивность к современной архитектуре, мобильность и трансформируемость [4].

Приём ярусного размещения растений на вертикальной поверхности был опробован в проекте озеленения вентиляционной шахты Ла Дефанс в Париже архитектора Э. Франсуа 2004 года [5] (рис. 1).

Сплошное вертикальное озеленение фасада площадью 198×12 м (за исключением оконных проёмов) с разнообразной фактурой и цветовым решением, варьирующимся от светло-зелёного до тёмно-красного, реализовано Ж. Нувелем в 2004 году в Музее примитивных искусств на набережной Бранли в Париже (Le musée du quai Branly). Решётчатая металлическая конструкция, установленная параллельно фасаду, поддерживает полимерные планшеты с растениями из умеренных климатических зон северного полушария. Вес конструкций вертикального озеленения достигает 30 кг/кв. м [6] (рис. 2).

Вертикальное озеленение позволяет разрешить конфликт согласования нового строительства и реконструкции в районах исторической застройки. Культурный центр «Кайша Форум» (Caixa Forum) в Мадриде размещён в непосредственной близости от музея Прадо, в здании бывшей электростанции, перестроенной в 2006 году по проекту Ж. Херцога и П. де Мерона. Вертикальное озеленение, устроенное перед входом в культурный центр, на глухой торцевой стене отеля Мора, на некотором расстоянии от фасада, гармонизирует брутальную архитектуру культурного центра, лепные фасады отеля и открытое пространство бульвара Пасео дель Прадо (Paseo del Prado) [7].

Рациональная конструкция, биологическое разнообразие и абстрактная композиция обеспечивают формирование динамичного объекта, выполняющего декоративную функцию, который служит основным средством архитектурной организации камерного пространства площади (рис. 3).

Листопадные лианы, вьющиеся по тросовой сети из нержавеющей стали, формируют архитектурный акцент и композиционную связь разнородных зданий в торговом центре «Силсити» (Sihlcity; Цюрих), построенному по проекту Т. Хотца, реализованному при реконструкции бывшей бумажной фабрики в 2007 году [8].

Рациональный подбор растений с продолжительным, более 150 дней, сроком вегетации, имеющих приятный вид в межсезонье, благодаря выразительной рациональной конструкции и

³ Все иллюстрации в статье, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет.

постоянному уходу, обеспечил круглогодичную эстетическую привлекательность объекта [9]. Вертикальное озеленение стало существенной частью современного архитектурного решения, позволившего сохранить характерные черты исторической застройки при минимальных затратах и улучшившего экологическое состояние старой промышленной зоны [10] (рис. 4).

Архитектурная концепция описывает проект «Вертикальный лес» («Боско Вертикале», *Bosco Verticale*) С. Боэри, реализованный в 2014 году как «дом для деревьев, в котором живут люди и птицы». Спорадические, хорошо прорисованные массы зелени на балконах контрастируют с метрическим строем фасада, с ритмическими акцентами балконов. Вертикальное озеленение задаёт крупный масштаб и сложный ритм членений здания, благодаря деревьям высотой от 3 до 9 м, требующим контейнеров, достигающих в сечении 1 кв. м. Форма растений с учётом видовых особенностей имеет решающее значение в композиции фасадов и достигается обрезкой и требует постоянного контроля, сервиса и доступа персонала.

Помещения и каналы для систем жизнеобеспечения учтены в объёмно-планировочном решении [11]. Специфические нагрузки от вертикального озеленения учитывались в расчётной модели, макет здания был испытан в аэродинамической трубе. Пригодность растений и технологий тестировалась в питомнике в предгорьях Альп в течение трёх годичных циклов [12].

Растения «Боско Вертикале» учитываются в составе озеленения территории Милана при эквивалентном расчёте. Фрагмент, равноценный по воздействию озеленения 30000 кв. м леса, занял лишь 3000 кв. м городской территории. Биологическое разнообразие – заявленная цель проекта: здесь сформировалась новая среда обитания, вместившая около 1600 птиц и бабочек [13].

По мнению автора, вертикальное озеленение обеспечило благоприятные для человека условия на городских коммуникациях, оживило парки, способствуя спонтанному развитию природных компонентов среды обитания [14].

Исследования выявили три типа вертикального озеленения, получившего в России условные наименования: «зелёный фасад», «зелёная стена» и «вертикальный лес». Характерные для каждого типа приёмы композиции и технологии неоднократно применялись впоследствии. Так, «Вертикальный лес» С. Боэри воспроизведён в проектах в Утрехте, Эйховене, Тиране, Нанджинге и др. с незначительными изменениями. «Зелёная стена» Музея на набережной Бранли Ж. Нувеля была повторена в архитектуре Сан-Франциско, Лиссабона, Барселоны, Берлина, Лондона, Гонконга, Бейрута, Тбилиси, Сиднея. «Зелёный фасад» торгового центра «Силсити» Т. Хотца прослеживается в проектах Куала-Лумпура, Монцы, Сингапура, Дананга, Москвы.

«Зелёный фасад» – это решётчатая шпалера, часто – тростяная сетка, с вьющимися по ней или свободно свисающими лианами. Контейнеры с растениями размещены у основания, на консолях здания или прикреплены к шпалере.

«Зелёная стена» – это вертикальная клумба, расположенная на шпалере вдоль фасада для лучшей экспозиции.

Орнамент задаётся повторением ритмически упорядоченных элементов или абстрактным рисунком.

«Вертикальный лес» – это система растений, высаженных в линию на консолях здания и расположенных ярусами по высоте фасада. Используется широкий ассортимент растений, включая высокорослые кустарники и деревья.

Композиционные решения вертикального озеленения в зависимости от типологических особенностей определяются с учётом пространственной формы и декоративных качеств растений. Видовые особенности растений, циклы вегетации и систематическая обрезка являются основными факторами формообразования [15].

Задание формы в проекте, постоянное её поддержание, подбор соответствующих растений являются сложной задачей, решаемой совместно архитектором и дендрологом на основе понимания закономерностей композиции и биологии. Сложность архитектурного проектирования вызвана недостатком достоверной информации о геометрии растений в динамике. В лучшем случае каталоги представляют габаритные размеры и характерный силуэт в максимальной стадии развития без учёта циклических изменений пространственной формы.

Для «вертикального леса» основное значение имеет силуэт растений – индивидуальный и в составе группы, и линия высадки в плане. Растение, высаженное на балконе, безопасно взаимодействует с конструкциями здания, но ограничивает жизненное пространство человека

Структуру «зелёного фасада» определяет линейный каркас шпалеры, проявляя себя в композиции, основанной на согласовании ритмометрических закономерностей фасада и вертикального озеленения.

Для «зелёных стен» основное значение имеет очертание растений в плане, спроецированное на фасад здания. В процессе развития при формировании сплошного растительного покрова проявляется пространственная форма растения, которая определяет геометрию композиции и фактуру создаваемой поверхности.



Рис. 4. Торговый центр «Силсити» (*Sihlcity*). Цюрих, Швейцария. Архитектор Т. Хотц. 2007 год



Рис. 5. Проект жилого комплекса «1700 Алберни» (1700 Alberni) Ванкувер, Канада. Архитектор Т. Хезервик (Heatherwick Studio)



Рис. 6. Реконструкция комплекса «Пиреллино» (Pirellino). Милан, Италия. Архитектурное бюро «Диллер Скофидио + Ренфро» (Diller Scofidio + Renfro). Проект



Рис. 7. Жилой дом «Тимберхауз» (Timber House). Торонто, Канада. Архитектурное бюро Д. Аджае (Adjaye Associates). Проект

Декоративные качества растений проявляются густотой, плотностью, текстурой, цветом, формой и размером листьев в зависимости от морфологии вида. У листопадных растений вне периода активной вегетации, длящегося в умеренной климатической зоне не более пяти месяцев, на первое место выходит структура стеблей. Следовательно, архитектурный проект должен предусматривать изменения облика здания или сооружения в зависимости от состояния вертикального озеленения [16].

Растения укореняются в наполненных неорганическим субстратом стационарных или мобильных контейнерах двух типов: горизонтальные – с открытой верхней поверхностью, и вертикальные – без боковой стенки, замещённой мембраной из нетканого текстиля. Модульной координацией контейнеров определяется вариативность композиции, замена повреждённых фрагментов, оптимизация полива и дренажа, инвентарное крепление. Для крупных растений используются производные модули кратных размеров [6].

Пожарная опасность вертикального озеленения обусловлена потенциальным риском теплового воздействия при распространении огня с внешней стороны здания по растениям, шпалере или инженерным системам. Класс пожарной опасности определяется испытанием натуральных образцов с учётом наличия горения или термического разложения, размеров повреждения материалов и компонентов. Испытания проводят для каждого вида растений с учётом сезонных изменений. По результатам испытаний устанавливаются ограничения применения по высоте, этажности, качеству теплоизоляции, облицовки и отделке стен [17].

В числе тенденций вертикального озеленения в новейшей архитектуре выделяются открытое защищённое пространство, типизация конструктивных решений, реабилитация устаревших зданий, тектоника, утилитарный подход.

Вертикальное озеленение высотного жилого комплекса «1700 Алберни» (1700 Alberni) в Ванкувере ограничено пятью этажами, что снижает риски распространения пожара. Пластически моделированная «талия» на каждой из двух башен обеспечивает каскад ярусов для лучшей инсоляции [18]. «Вертикальный лес» до отметок вершин деревьев окружающего парка в сочетании с «зелёными стенами», ограничивающими сквозное пространство стилобата, сохраняет при новом строительстве достоинство старого благоустроенного района [19] (рис. 5)

Реабилитация устаревшего комплекса «Пиреллино» (Pirellino) в Милане, построенного Д. Понти и П. Нерви в 1958 году из стекла, стали и бетона, предполагает компенсацию плохих экологических показателей существующего здания за счёт постройки новой башни с озеленёнными фасадами [20]. Структура, отработанная в проекте «Боско вертикале» будет упрощена, линейная высадка растений, напоминающих живые изгороди, воспроизведёт традиционный элемент итальянского пейзажа [21] (рис. 6).

Типизация планировочных модулей вертикального озеленения позволила сформировать консольные террасы для индивидуального садоводства в составе малобюджетного жилого дома «Тимбер Хауз» (Timber House) в Торонто с

каркасом из клеёной древесины, сохранив его брутальный характер. Интеграция социального жилья в фешенебельный квартал предотвращает расслоение городской структуры по имущественному признаку [22] (рис. 7).

Небоскрёб «Саусбанк Бюла» (Southbank by Beulah) в Мельбурне включает относительно защищённое от агрессивных внешних воздействий пространство благодаря членению на два объёма каньоном с озелёнными стенами. Комфортные условия вегетации позволяют разместить растения по всей высоте внутренних фасадов [23] (рис. 8).

Ярусы «вертикального леса» размещены в тоннельном пространстве стилобата высотного комплекса «Башни Си» (Tower C) в Шеньчжэне, совмещая удобство обслуживания с защитой от шквальных ветров при минимальном выносе консолей [24] (рис. 9).

Вертикальное озеленение устроено в укрытых от непогоды разрывах фасада офиса компании «ВИВО» в Шеньчжэне, по спирали поднимающихся до самой кровли, создавая подходящие условия для растений из разных климатических зон КНР. Безконсольная конструкция обеспечивает формирование рекреационного пространства, без лишних затрат [25] (рис. 10).

Идея защищённого вертикального озеленения как фрагмента благоустроенной природной среды, интегрированной в городское окружение, получила полноценную реализацию в проекте штаб-квартиры компании «Амазон» в Сиэтле. Блокированные остеклённые сферы вмещают общественное и офисное пространство свободного доступа в окружении экзотических растений, достигающих высоты 15 м. Детально проработанное объёмно-планировочное решение, учитывающее уникальные биологических особенностей экзотических растений, реализовано благодаря внедрению «экосистемы облачного леса», и вошло в число объектов, определяющих идентификацию города [26] (рис. 11).

Образ заросших руин использован в проекте комплекса «Валлей» в Амстердаме. Вертикальное озеленение на консолях объёмно-пространственных модулей подчёркивает мнимую хаотичность структуры, усиливая контраст с интегрированными плоскостями остеклённых фасадов [27].

Вертикальное озеленение бизнес-центра «Земельный» в Москве выявляет закономерности решётчатого фасада, заполняя его ячейки. Неприхотливые растения рода «девичий виноград» в мобильных контейнерах свидетельствует об утилитарном подходе к проектированию (рис. 12).

Универсальный модуль вертикального озеленения в формате балкона разработан для ЖК «Терра» в Москве. Выбор между решением по типу «вертикального леса», зелёной стены или фасада дополнен вариантом устройства зимнего сада, защищённого от климатических воздействий. Членение на модули ограничивает возможность распространения пожара по фасаду здания.

Выявленные тенденции и закономерности вертикального озеленения учтены в проекте ГОСТ Р «"Зелёные" стандарты».



Рис. 8. Комплекс «Саусбанк Бюла» (Southbank by Beulah). Мельбурн, Австралия. Архитектурное бюро Б. Ван Беркель и К. Бос (UNStudio). Проект



Рис. 9. Комплекс «Башня Си» (Tower C). Шеньчжень, КНР. Архитектурное бюро Захи Хадид (Zaha Hadid Architects). Проект

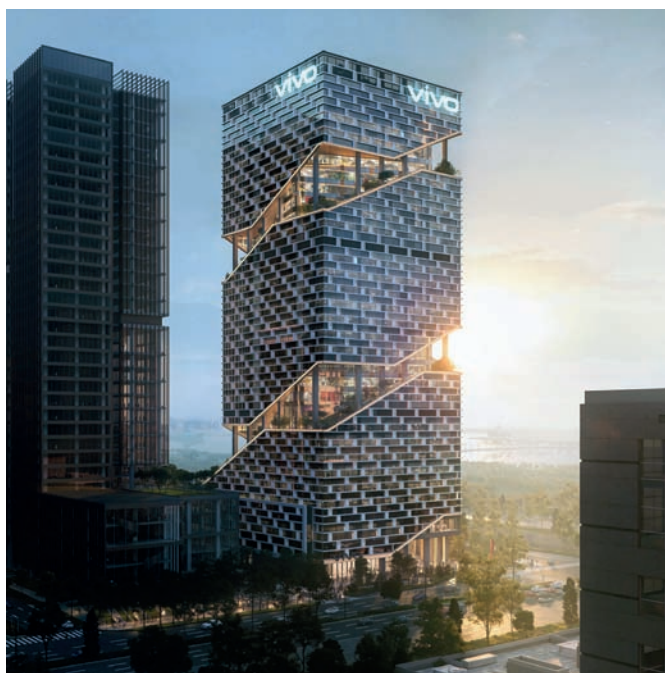


Рис. 10. Штаб-квартира компании «ВИВО» (Vivo). Шеньчжень, КНР. Архитектурное бюро NBBJ. Проект

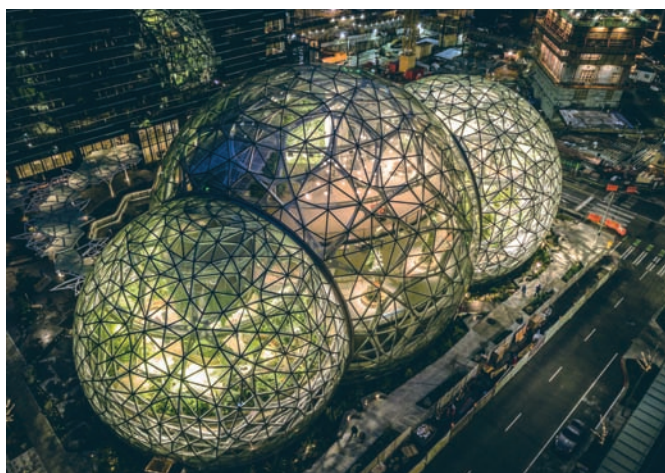


Рис. 11. Офисное здание компании «Амазон». Сиэтл, США. Архитектурное бюро NBBJ. Проект



Рис. 12. Бизнес-центр «Земельный». Москва. Архитектурное бюро «UNK architects». 2020 год

Вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений. Технические и экологические требования», где:

- установлены принципы архитектурного формирования вертикального озеленения на фасадах зданий и сооружений, с учётом приведённых выше типологических особенностей;
- определён состав и функциональное назначение компонентов вертикального озеленения;
- приведены требования обеспечения надёжности и безопасности; предельные состояния, определяющие надёжность; качественные критерии оценки экологической эффективности, применимые при отсутствии верифицированных расчётных методик;
- определены агротехнические задачи вертикального озеленения;
- сформулированы планировочные требования к устройству технических помещений и коммуникаций, технологических трубопроводов, необходимых для эксплуатации вертикального озеленения.

Экспериментальное применение вертикального озеленения на фасадах зданий и сооружений, отражающее специфику типологии растений, жизненных и сезонных циклов их развития, выявило необходимость разработки нормативных требований и рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности. В качестве действенных мер, направленных на ограничение или предотвращение распространения пожара на фасаде зданий с вертикальным озеленением, предлагаются комплексный подход и компенсирующие мероприятия, индивидуальная оценка рисков, объёмно-планировочные решения для уменьшения риска распространения огня, рациональный отбор и постоянный уход за растениями, использование негорючих конструкционных материалов, устройство противопожарных разрывов, негорючая отделка стен.

Введение стандарта позволит увеличить процент озеленения городской среды, улучшить экологические и санитарно-гигиенические параметры застроенных территорий, повысить требования устойчивости среды обитания к объектам недвижимости.

В дальнейшем, для актуализации положений ГОСТ Р «"Зелёные" стандарты. Вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений. Технические и экологические требования» и конкретизации разработанных нормативных требований с учётом тенденций развития современной архитектуры, целесообразно выполнить ряд НИОКР по уточнению нормируемых параметров и разработке повторно применяемых решений вертикального озеленения; по проблематике динамической формы и пожарной опасности растений с учётом циклов развития, их климатическому районированию на территории России.

Список источников

1. Envisaging the Future of Cities : World Cities Report 2022 // UN HABITAT. – URL: <https://unhabitat.org/wcr/> (дата обращения 10.11.2023). – Текст : электронный.
2. Scarascia-Mugnozza, G. Transforming Biocities: Designing Urban Spaces Inspired by Nature (Future City Book 20) / G.

Scarascia-Mugnozza. – Berlin : Springer, 2023. – 532 p. – Текст : непосредственный.

3. Kellert, S.R. What Is and Is Not Biophilic Design? / S.R. Kellert – Текст : электронный // Metropolis magazine. – 2015/10/26. – URL: <https://metropolismag.com/viewpoints/what-is-and-is-not-biophilic-design/> (дата обращения 10.11.2023).

4. Vertical Garden Patrick Blanc. – URL: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/medias?lg=en#> (дата обращения 10.11.2023). – Текст : электронный.

5. Cheminée EPAD / Текст : электронный // GREENROOFS.COM. – URL: <https://www.greenroofs.com/projectscheminee-epad-epad-ventilation-chimney> (дата обращения 10.11.2023).

6. Blanc, P. The Vertical Garden: from Nature to the City / P. Blanc. – N.Y. : W.W. Norton, 2012. – 208 p. – Текст : непосредственный.

7. Caixa Forum Museum Vertical Garden AD / Текст : электронный // Greenroofs.com. – URL: <https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical-garden/> (дата обращения 10.11.2023).

8. Sihlcity Zürich / Текст : электронный // Theo Hotz Partner Architekten. – URL: <https://www.world-architects.com/en/theo-hotz-partner-architekten-zurich/project/sihlcity-zurich?nonav=1> (дата обращения 10.11.2023).

9. Головкин, Б.Н. Декоративные растения СССР / Б.Н. Головкин, Л.А. Китаева, Э.П. Немченко. – Москва : Мысль, 1986. – 320 с. – Текст : непосредственный.

10. Sihlcity Shopping Centre Living Facade / Текст : электронный // Greenroofs.com. – URL: <https://www.greenroofs.com/projects/sihlcity-shopping-centre-living-facade/> (дата обращения 10.11.2023).

11. Bosco Verticale (Vertical Forest), Milan / Текст : электронный // Greenroofs.com. – URL: <https://www.greenroofs.com/projects/bosco-verticale-vertical-forest-milan/> (дата обращения 10.11.2023).

12. Schöck Bauteile. Poesie & Technik. Gesellschaft für Knowhow-Transfer in Architektur und Bauwesen. – Leinfelden-Echterdingen, 2022. – 144 p. – Текст : непосредственный.

13. Vertical Forest Milan / Текст : электронный // Stefano Boeri architetti – URL: <https://www.stefano-boeri-architetti.net/en/project/vertical-forest/> (дата обращения 10.11.2023).

14. Yudina, A. Garden City: Supergreen Buildings, Urban Skyscapes and the New Planted Space / A. Yudina. – London : Thames & Hudson, 2023. – 256 p. – Текст : непосредственный.

15. Ахмечет, М. Каталог древесных растений: деревья, кустарники, лианы / М. Ахмечет. – Москва : АППМ, 2017. – 432 с. – Текст : непосредственный.

16. Коровкин, О.А. Анатомия и морфология высших растений : словарь терминов / Коровкин О.А. – Москва : Дрофа, 2007. – 268 с. – Текст : непосредственный.

17. Noder, J. Brandverhalten Fassadengruen / J. Noder. – Текст : электронный. – URL: https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-vortraege/11_fassade_duesseldorf_2019/Julia_Noder_Brandverhalten_Fassadengruen.pdf (дата обращения 10.11.2023).

18. Hickman, M. Heatherwick Studio Reveals Twisted, Tree-Inspired Towers for Vancouver's West End / M. Hickman. – Текст : электронный // The Architect's Newspaper, 2021/01/22 – URL: <https://www.archpaper.com/2021/01/heatherwick-studio-reveals-twisted-tree-inspired-towers-for-vancouvers-west-end/> (дата обращения 10.11.2023).

19. Chan, K. Unique Concept for Terraced Wooden Towers in Downtown Vancouver / K. Chan. – Текст : электронный // Urbanized, 2020/09/24. – URL: <https://dailyhive.com/vancouver/1700-alberni-street-vancouver> (дата обращения 10.11.2023).

20. Crook, L. Diller Scofidio + Renfro and Stefano Boeri Architetti to revive Pirellino skyscraper in Milan. Vancouver / L. Crook. – Текст : электронный // Dezeen, 2021/01/29 – URL: <https://www.dezeen.com/2021/01/29/diller-scofidio-renfro-and-stefano-boeri-architetti-to-revive-pirellino-skyscraper-in-milan/> (дата обращения 10.11.2023).

21. Crook L. Eleven upcoming buildings with mass-timber structures / L. Crook. – Текст : электронный // Dezeen, 2023/03/09. – URL: <https://www.stefano-boeri-architetti.net/homepage/dezeen-pirelli-39/> (дата обращения 10.11.2023).

22. Dreith B. Adjaye Associates designs mass-timber building covered in plants for Toronto's waterfront / B. Dreith. – Текст : электронный // Dezeen, 2023/02/23. – URL: <https://www.dezeen.com/2022/02/23/adjaye-mass-timber-plants-for-toronto-waterfront/> (дата обращения 10.11.2023).

23. Кузнецова, А. Башня Southbank by Beulah / Кузнецова А. – Текст : электронный // Archi.ru. 2021/07/05. – URL: <https://archi.ru/world/92976/kto-samyi-zelenyi> (дата обращения 10.11.2023).

24. Zaha Hadid Architects Unveils Tower C with Terraced Podium at Shenzhen Bay Super Headquarters Base / Текст : электронный // World Architecture Community. 2021/01/12. – URL: <https://worldarchitecture.org/article-links/eggvf/zaha-hadid-architects-unveils-tower-c-with-terraced-podium-at-shenzhen-bay-super-headquarters-base.html> (дата обращения 10.11.2023).

25. Caulfield, J. New HQ for Chinese tech Supplier Will Feature Gardens on Every Floor / J. Caulfield. – Текст : электронный // Building design + Construction. 2020/06/25. – URL: <https://www.bdcnetwork.com/new-hq-chinese-tech-supplier-will-feature-gardens-every-floor> (дата обращения 10.11.2023).

26. McGregor, J. Why Amazon Built Its Workers a Mini Rain Forest Inside Three Domes in Downtown Seattle / J. McGregor. – Текст : электронный // The Washington Post. 29.01.2018. – URL: <https://www.washingtonpost.com/news/on-leadership/wp/2018/01/29/why-amazon-built-its-workers-a-mini-rainforest-inside-three-domes-in-downtown-seattle/> (дата обращения 10.11.2023).

27. Valley / Текст : электронный // MVRDV. – URL: <https://www.mvrdv.com/projects/233/valley> (дата обращения 10.11.2023).

References

1. Envisaging the Future of Cities. World Cities Report 2022. URL: <https://unhabitat.org/wcr/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
2. Scarascia-Mugnozza G. Transforming Biocities: Designing Urban Spaces Inspired by Nature (Future City Book 20). Berlin, Springer, 2023, 532 p. (In Engl.)
3. Kellert S.R. What Is and Is Not Biophilic Design? In: *Metropolis magazine*, 2015/10/26. – URL: <https://metropolismag.com/viewpoints/what-is-and-is-not-biophilic-design/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
4. Vertical garden Patrick Blanc. URL: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/medias?lg=en> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
5. Cheminée EPAD. URL: <https://www.greenroofs.com/projects/cheminee-epad-epad-ventilation> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
6. Blanc P. The Vertical Garden: from Nature to the City. N.Y., W.W. Norton, 2012, 208 p. (In Engl.)
7. Caixa Forum Museum Vertical Garden. Greenroofs.com. URL: <https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical-garden/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
8. Sihlcity Zürich. In: *Theo Hotz Partner Architekten*. URL: <https://www.world-architects.com/en/theo-hotz-partner-architekten-zurich/project/sihlcity-zurich?nonav=1> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
9. Golovkin B.N., Kitaeva L.A., Nemchenko A.P. Decorativnye rastenya SSSR [Decorative Plants of the USSR]. Moscow, Misl' Publ., 1986, 320 p. (In Russ.)
10. Sihlcity Shopping Centre Living Façade. *GREENROOFS.COM*. URL: <https://www.greenroofs.com/projects/sihlcity-shopping-centre-living-facade/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
11. Bosco Verticale (Vertical Forest), Milan. URL: <https://www.greenroofs.com/projects/bosco-verticale-vertical-forest-milan/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
12. Schöck Bauteile. Poesie & Technik. Gesellschaft für Knowhow-Transfer in Architektur und Bauwesen. Leinfelden-Echterdingen, 2022. 144p. (Zugriffen 11/10/2023). (auf Deutsch)
13. Vertical Forest Milan. In: *Stefano Boeri architetti*. URL: <https://www.stefano-boeri-architetti.net/en/project/vertical-forest> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
14. Yudina A. Garden City: Supergreen Buildings, Urban Skyscapes and the New Planted Space. London, Thames & Hudson, 2023, 256 p. (In Engl.)
15. Akhmechet M. Catalog drevesnikh rastenii: dervia, kustarniki, liany. [Catalog of Woody Plants: Trees, Shrubs, Lianas]. Moscow, APPM Publ., 2017, 432 p. (In Russ.)
16. Korovkin O.A. Anatomia i morfologiya vischih rasteniy. [Anatomy and Morphology of Higher Plants. Dictionary of Terms]. Moscow, Drofa Publ., 2007, 268 p. (In Russ.)
17. Noder J. Brandverhalten Fassadengruen. URL: https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/downloads/bugg-vortraege/11_fassade_duesseldorf_2019/Julia_Noder_Brandverhalten_Fassadengruen.pdf (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
18. Hickman M. Heatherwick Studio reveals twisted tree-inspired towers for Vancouver's West End. In: *The Architect's Newspaper*, 2021/01/22. URL: <https://www.archpaper.com/2021/01/heatherwick-studio-reveals-twisted-tree-inspired-towers-for-vancouvers-west-end/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
19. Chan K. Unique concept for terraced wooden towers in downtown Vancouver. In: *Urbanized*, 2020/09/24. URL: <https://dailyhive.com/vancouver/1700-alberni-street-vancouver> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
20. Crook L. Diller Scofidio + Renfro and Stefano Boeri Architetti to revive Pirellino skyscraper in Milan. Vancouver. In: *Dezeen*, 2021/01/29 – URL: <https://www.dezeen.com/2021/01/29/diller-scofidio-renfro-and-stefano-boeri-architetti-to-revive-pirellino-skyscraper-in-milan/> (In Engl.)
21. Crook L. Eleven upcoming buildings with mass-timber structures. In: *Dezeen*, 2023/03/09. URL: <https://www.stefano-boeri-architetti.net/homepage/dezeen-pirelli-39/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
22. Dreith B. Adjaye Associates designs mass-timber building covered in plants for Toronto's waterfront. In: *Dezeen*, 2023/02/23. URL: <https://www.dezeen.com/2022/02/23/adjaye-mass-timber-plants-for-toronto-waterfront/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
23. Kuznetsova A. Bashnia Southbank by Beulah. [Southbank by Beulah Tower] In: *Archi.ru*. 2021/07/05. URL: <https://archi.ru/world/92976/kto-samyi-zelenyi> (Accessed 11/10/2023). (In Russ.)
24. Zaha Hadid Architects Unveils Tower C with Terraced Podium at Shenzhen Bay Super Headquarters Base. In: *World Architecture Community*. 2021/01/12. URL: <https://worldarchitecture.org/article-links/eggvf/zaha-hadid-architects-unveils-tower-c-with-terraced-podium-at-shenzhen-bay-super-headquarters-base.html> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
25. Caulfield J. New HQ for Chinese tech Supplier Will Feature Gardens on Every Floor. 25.06.2020. In: *Building design + Construction*. 2020/06/25. URL: <https://www.bdcnetwork.com/new-hq-chinese-tech-supplier-will-feature-gardens-every-floor> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
26. McGregor J. Why Amazon Built Its Workers a Mini Rain Forest Inside Three Domes in Downtown Seattle. In: *The Washington Post*. 29.01.2018. URL: <https://www.washingtonpost.com/news/on-leadership/wp/2018/01/29/why-amazon-built-its-workers-a-mini-rainforest-inside-three-domes-in-downtown-seattle/> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)
27. Valley. In: *MVRDV*. URL: <https://www.mvrdv.com/projects/233/valley> (Accessed 11/10/2023). (In Engl.)