

# ВЕРТИКАЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

**А.И. Литвинова<sup>1</sup>, Н.А. Евстигнеева<sup>1</sup>, Ю.В. Евстигнеева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия;

<sup>2</sup>Испытательный центр «НОРТЕСТ», Москва, Россия

Эл. почта: [tb\\_conf@mail.ru](mailto:tb_conf@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 09.12.2021; принята к печати 17.02.2022

Рассмотрена актуальность задачи озеленения крупных и крупнейших городов мира для поддержания самовосстановительного потенциала природного комплекса территории. Перечислены регулирующие функции озелененных территорий, способствующие улучшению санитарно-гигиенического состояния городской среды и, соответственно, здоровья населения. Отмечена важность благоприятного эстетического восприятия окружающего пространства для психоэмоционального состояния горожан. Раскрыта невозможность сохранения и приумножения площади озеленения мегаполисов только путем традиционных способов размещения зеленых насаждений. Указано одно из альтернативных направлений увеличения площади озеленения – вертикальное озеленение. Изучены современные технологии вертикального озеленения городских пространств – по материалам отечественных и зарубежных источников, находящихся в открытом доступе. Предложена классификация вертикального озеленения городских пространств по конструктивному исполнению. Дано описание современных технологий для каждого типа вертикального озеленения городских пространств. Рассмотрено состояние вопроса вертикального озеленения в Москве: наличие нормативной правовой базы и практики применения. Установлено, что в настоящее время на регулярной основе вертикальное озеленение в городе реализуется в виде малых архитектурных форм. Отмечена перспективность применения вертикального фасадного озеленения в архитектурно-ландшафтной организации городской территории и целесообразность адаптации успешных зарубежных практик вертикального озеленения к российским условиям.

*Ключевые слова:* урбанизация, городская среда, городское население, вертикальное озеленение, технология.

## VERTICAL GREENING OF URBAN SPACES

**A.I. Litvinova<sup>1</sup>, N.A. Yevstigneyeva<sup>1</sup>, Yu.V. Yevstigneyeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI) and <sup>2</sup>Nortest Test Center, Moscow, Russia

E-mail: [tb\\_conf@mail.ru](mailto:tb_conf@mail.ru)

The relevance of greening of major and the world largest cities to the sustainability and self-recreational potential of the environment is considered. The functions of greened territories that promote the sanitary conditions of urban environment and human health are outlined. The importance of the aesthetic aspect of greening for the mental and emotional conditions of population is stressed. The impossibility of further development of urban greening using conventional approaches to green space arranging is substantiated. The vertical greening as an alternative approach to increasing the scope of greening is brought into focus. Based on open publications, the modern technologies of vertical greening are reviewed. A classification of the technologies according to their engineering embodiments is proposed and the resulting categories are characterized. The normative juridical basis for vertical greening in Moscow is considered. It is found that currently the small architectural forms are employed in Moscow for greening on a regular basis. Using facades for greening and adapting successful foreign developments to domestic conditions are suggested as promising.

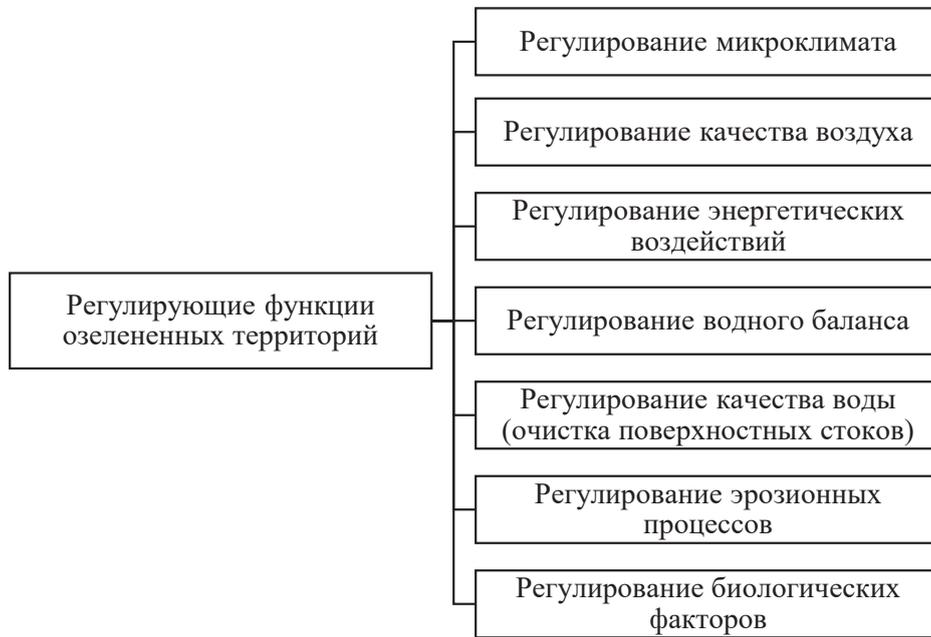
*Keywords:* urbanization, urban environment, urban greening, vertical greening, technologies.

### Введение

Резкий рост численности населения в сочетании с высокими темпами урбанизации привел к серьезным экологическим проблемам прежде всего в крупных и крупнейших поселениях, что негативным образом отразилось на здоровье горожан [5, с. 77-78].

На повестке дня остро стоит задача обеспечения экологически устойчивого развития урбанизирован-

ных территорий с интенсивной многоэтажной застройкой. Важнейшим критерием такого развития является «достижение стратегического баланса между деятельностью человека и поддержанием воспроизводящих способностей биосферы, когда деятельность человека не будет приводить к необратимым изменениям в окружающей среде» [4, с. 9]. Решение поставленной задачи требует комплексного подхода,



**Рис. 1.** Регулирующие функции озелененных территорий

одним из мероприятий которого является увеличение площади озеленения городских пространств, способствующее улучшению санитарно-гигиенического и эстетического состояния территории. Оздоровление городской среды достигается за счет регулирующих функций озелененных территорий (рис. 1); благоприятное эстетическое восприятие окружающего пространства (зрительный комфорт), оказывающее положительное воздействие на психоэмоциональное состояние горожан, – за счет гармоничного единства городских зданий и сооружений с природной средой.

Однако в условиях имеющейся плотной городской застройки, а также при активно ведущемся точечном (уплотнительном) строительстве, стремительном повышении уровня автомобилизации населения и вызванной этими процессами необходимостью расширения улично-дорожной сети сохранение и приумножение озелененных территорий с использованием

традиционных способов размещения зеленых насаждений (деревьев, кустарников, травянистых растений) в парках, садах, скверах, бульварах, территориях жилых, общественно-деловых и других зонах весьма затруднительно – в силу дефицита городских земель (табл. 1).

Ясно, что для достижения поставленной цели следует применять другие – альтернативные – варианты размещения зеленых насаждений в городах. Одним из таких вариантов является вертикальное озеленение, под которым понимают выращивание растений на вертикальных поверхностях, включая фасадные поверхности зданий и сооружений, балконы, лоджии и пр., при помощи различных конструкций.

*Целью работы* являлось изучение современных технологий вертикального озеленения городских пространств вне рекреационных зон и практики их применения в Москве.

Табл. 1

**Изменение площади зеленых зон мегаполисов за период с 2000 по 2015 год (по данным Greenpeace)**

Город	Лондон	Берлин	Париж	Нью-Йорк	Мехико	Москва	Пекин	Сан-Пауло	Стамбул
Изменение площади зеленых зон, га	+260	+10	-10	-70	-85	-700	-750	-800	-6400

**Примечание.** Знак «+» означает прирост показателя, знак «-» — убыль показателя.

Источник: [https://plus-one.ru/ecology/2016/12/29/konstantin-fomin?utm\\_source=web&utm\\_medium=article&utm\\_content=link&utm\\_term=scroll](https://plus-one.ru/ecology/2016/12/29/konstantin-fomin?utm_source=web&utm_medium=article&utm_content=link&utm_term=scroll)

## Материалы и методы исследования

Для достижения заявленной цели был выполнен поиск и анализ российских и зарубежных источников информации, находящихся в открытом доступе.

### Результаты исследования и обсуждение

Изучение литературных источников позволило авторам предложить следующую *классификацию вертикального озеленения городских пространств вне рекреационных зон* (по конструктивному исполнению):

- стационарное озеленение вертикальных поверхностей вьющимися растениями, высаженными в грунт в непосредственной близости к цоколю строений;

- озеленение с использованием специальных передвижных (мобильных) или стационарных емкостей (контейнеров, вазонов, кашпо, кадок и т. п.) для выращивания растений в питательных почвогрунтах;

- стационарное озеленение вертикальных поверхностей с использованием метода гидропоники – выращивания растений на искусственных субстратах (без почвогрунтов).

**Стационарное озеленение вертикальных поверхностей вьющимися растениями, посаженными в грунт в непосредственной близости к цоколю строений.** Для рассматриваемого типа озеленения (рис. 2, а) для посадки растений не требуется больших площадей, при этом некоторые вьющиеся растения способны создать за непродолжительный период времени фитомассу, соразмерную фитомассе крупного дерева. Так «кусты быстрорастущего винограда че-

рез 3–4 года могут дать суммарную площадь листы, равную площади листы 20-летнего дерева» [1, с. 10].

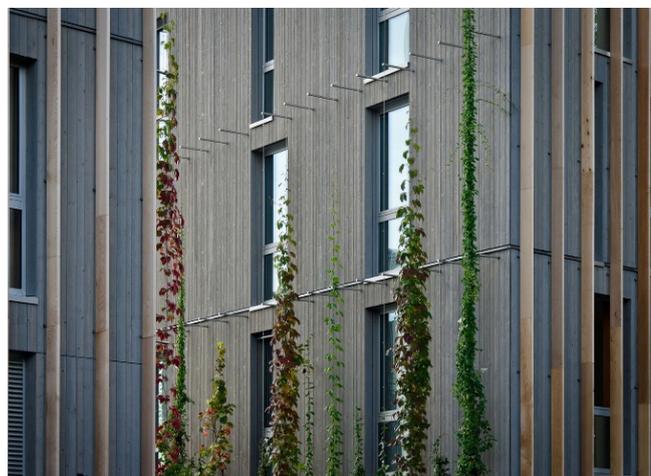
Для данного типа озеленения следует предусмотреть защиту отделки вертикальных поверхностей (фасадов) зданий и сооружений от повреждений растениями. С этой целью на озеленяемых фасадах надежно закрепляют выполненные из долговечных и огнестойких материалов опоры для растений – конструкции в виде решеток либо системы вертикальных стержней или тросов, точечных консолей-опор для кашпо и т. п. Между конструкцией опоры для растений и озеленяемой поверхностью здания или сооружения предусматривают воздушный зазор (рис. 2, б). Для полива растений предпочтительной является современная автоматическая или полуавтоматическая система орошения.

**Озеленение при помощи передвижных (мобильных) или стационарных емкостей.** Вертикальное озеленение с использованием передвижных (мобильных) вазонов типично для современных проспектов и магистральных улиц мегаполисов в условиях высокой степени застроенности территории. Вазоны – небольшие емкости с растительным плодородным грунтом и высаженными в них цветочными растениями – крепятся на уже имеющихся опорах, например на опорах осветительной сети (рис. 3, а), или на самостоятельных конструкциях (рис. 3, б). Полив растений осуществляют, как правило, в ночное время с использованием коммунальной спецтехники.

Рассматриваемый тип озеленения не ограничивается только описанными простейшими техническими решениями. На рис. 3, в представлен вертикальный



а



б

**Рис. 2.** Комплекс Stadthaus M1, Германия, Фрайбург, архитектурное бюро Баркоу Лейбингер, 2013 г.<sup>2</sup>: а – общий вид; б – деталь фасада

<sup>2</sup> [https://www.archdaily.com/546225/stadthaus-m1-barkow-leibinger?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/546225/stadthaus-m1-barkow-leibinger?ad_medium=gallery)

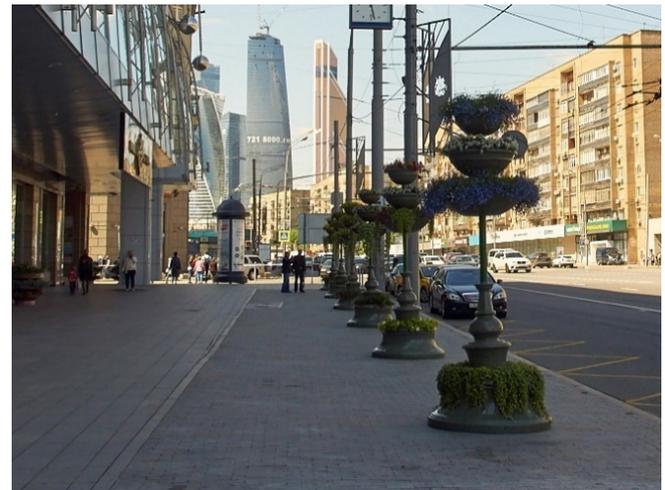
сад круглогодичного цветения, сооруженный на южном фасаде жилого дома в Нью-Йорке (США). Вертикальное озеленение размером  $17 \times 30$  м выполнено с применением подвесных вазонов. В качестве растений использованы лианы разных текстур и оттенков: English Ivy, Boston Ivy, Virginia Creepers, Jasmine, Clematis и Climbing Hydrangeas и др. [3, с. 56].

Свою технологию альтернативного озеленения городского пространства (рис. 3, з) предложил итальян-

ский архитектор Стефано Боэри (Stefano Boeri) [6, с. 229]. Первые «зеленые» небоскребы, построенные в Милане (Италия) по проектам, разработанным архитектурным бюро Боэри, получили название «Вертикальный лес» (Bosco Verticale). В соответствии с проектами растения: деревья, кустарники, многолетники – размещают в специально спроектированных стационарных емкостях высотой 1,10 м и шириной 1,10 м по периметру консольных балконов, располо-



а



б



в



г

**Рис. 3.** Вертикальное озеленение городов с использованием контейнеров: а – вазон, размещенный на опоре осветительной сети<sup>2</sup>; б – вазоны, размещенные на самостоятельных конструкциях<sup>3</sup>; в – вертикальный сад, архитектор Тадао Андо, 2014 год<sup>4</sup>; г – «Вертикальный лес», архитектурное бюро Стефано Боэри, 2014 год<sup>5</sup>

<sup>2</sup> [https://www.boxsand.ru/goods/59303119-oborudovaniye\\_dlya\\_ozeleneniya\\_gorodov\\_vertikalnoye\\_ozeleniye\\_gorodov](https://www.boxsand.ru/goods/59303119-oborudovaniye_dlya_ozeleneniya_gorodov_vertikalnoye_ozeleniye_gorodov)

<sup>3</sup> <https://frontonplus.ru/projects/blagoustroystvo-i-ozelenenie-gorodskikh-territoriy>

<sup>4</sup> <https://designchat.com/architects/dom-s-vertikalnym-sadom-tadao-ando.html>

<sup>5</sup> <https://zen.yandex.ru/media/id/5d491c2343863f00ad01eeb9/samye-zelenye-zdaniia-mira-5d4fa663c31e4900ad9eac5b>

женных в шахматном порядке на каждом этаже здания<sup>2</sup>. Для полива растений применяется современная автоматическая система орошения, в которой уровень влажности почвы и «самочувствие» растений контролируются с помощью сенсоров<sup>3</sup>. Проекты Бозри стали востребованы и в других странах – Швейцарии, Китае, Франции, США и др. Однако многие из проектов не были доведены до конца: «слишком сложной оказалась задача растиражировать сращение леса и города»<sup>4</sup>.

Не менее интересен опыт немецкого города Эберсвальде, где использована технология GraviPlant Outdoor: деревья высаживают во вращающиеся со скоростью 0,1–1,6 оборота/мин кадки, закрепленные на фасаде дома (рис. 4). Благодаря постоянному вращению деревья растут горизонтально<sup>5</sup>. Полив деревьев, вращение кадок, светодиодное освещение, электрообеспечение полностью автоматизированы. Такое решение вертикального озеленения является привлекательным для специалистов по озеленению фасадов, а также для градостроителей и инвесторов в недвижимость. По этой технологии можно создавать озеленение там, где нет других возможностей для посадки зеленых насаждений, – в районах с высокой плотностью застройки и подземных коммуникаций<sup>6</sup>.

**Стационарное озеленение вертикальных поверхностей с использованием метода гидропоники.** Уникальное решение фасадного озеленения с исполь-

зованием технологии гидропоники разработал французский ботаник Патрик Блан (Patrick Blanc). Вместо традиционных для современных вертикальных садов вазонов с почвогрунтами он применил инертный искусственный материал – полимерный войлок, служащий для укоренения растений<sup>7</sup>. К корням растений подается – в режиме рециркуляции – питательный раствор, содержащий необходимые для роста растений минеральные вещества.

Технология, предложенная Бланом, реализуется следующим образом. На фасаде здания монтируется металлическая рама, на которую крепится тонкий (1 см) водонепроницаемый каркас из поливинилхлорида  $(C_2H_3Cl)_n$  (ПВХ) – термопластичного, трудно горючего, химически стойкого пластика, обладающего высокими диэлектрическими свойствами. Каркас, служащий корнезащитным барьером, покрыт полимерным войлоком со специальными отверстиями, в которые высаживают семена или саженцы растений (рис. 5, а). Толщина всей установки не превышает нескольких сантиметров. Удельная масса конструкции, включая опору и растения, небольшая – около 30 кг/м<sup>2</sup>, что безопасно для стен здания. Питательный раствор подается к растениям сверху через специальные трубки и фильтры. При этом система полива может быть выполнена и по примитивной схеме – с использованием дождевой воды, собираемой в емкость, размещенную на крыше здания (сооружения)<sup>8</sup>.

<sup>2</sup> <https://www.stefanoboerichitetti.net/en/vertical-foresting/>

<sup>3</sup> <https://hvoya.wordpress.com/2014/12/03/bosco-verticale/>

<sup>4</sup> <https://realty.rbc.ru/news/607ec3749a79472f1582c122>

<sup>5</sup> <https://www.dw.com/ru/derevja-rastushhie-gorizontально/a-55028661>

<sup>6</sup> <http://www.visioverdis.com/en/graviplant>

<sup>7</sup> <http://o-p-i.ru/14-proektirovanie/stati-i-publikatsii/979-zelenye-fasady-patrika-blanka.html>

<sup>8</sup> <https://ongreenway.org/2015/02/vertikalnye-sady-patrika-blanka>

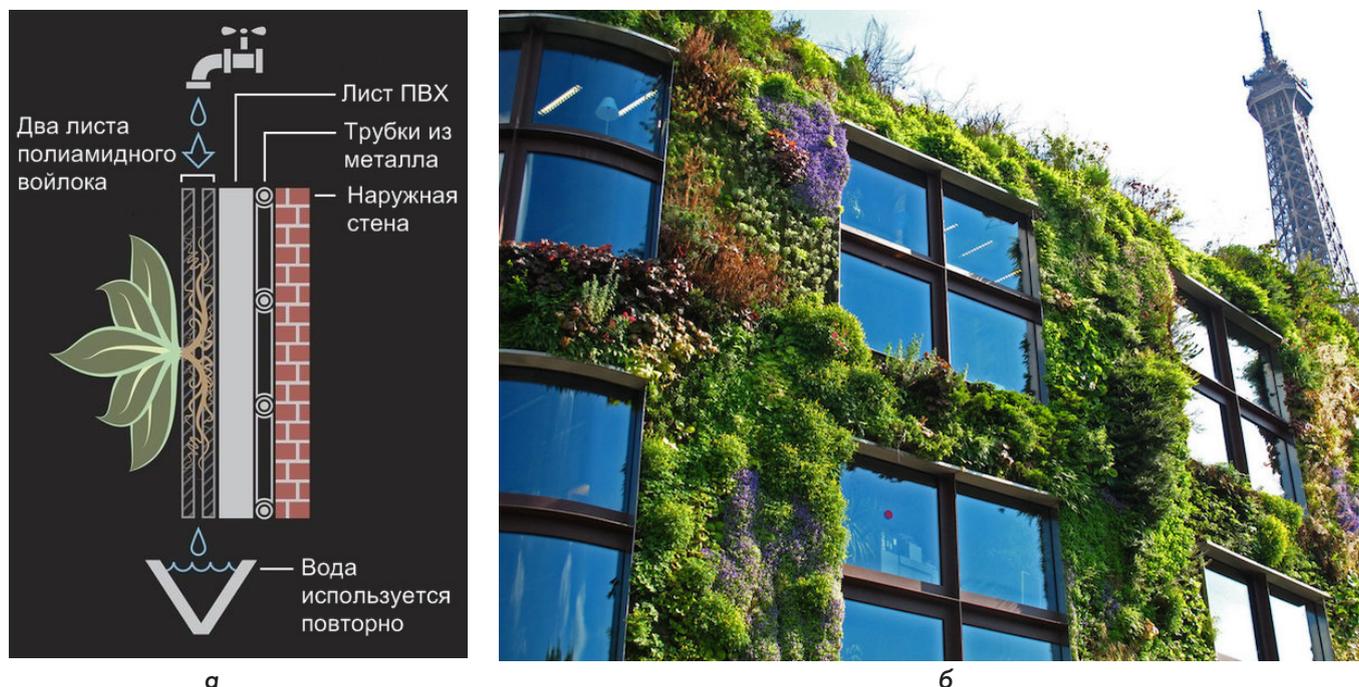


а



б

**Рис. 4.** Эберсвальде (Германия): вертикальные сады с горизонтальными деревьями (технология GraviPlant Outdoor): а – в светлое время суток<sup>9</sup>; б – в темное время суток<sup>10</sup>



**Рис. 5.** «Живая стена» Патрика Блана: а – основные элементы конструкции<sup>11</sup>; б – фрагмент фасада административного здания Музея на набережной Бранли (Париж, Франция, 2006 год)<sup>12</sup>

Для реализации описанной технологии подходят не все растения, а только способные расти без почвы. В своих проектах Блан «использует только растения с минимальной корневой системой, способные расти на скалах»<sup>12</sup>. В районах с холодным и умеренным климатом идеальными растениями для вертикального озеленения – при правильном подходе – являются мхи [7, с. 168], широко распространенные на планете и встречающиеся даже в экстремальных условиях Антарктиды<sup>9</sup>.

Первую публичную композицию с использованием описанной технологии Патрик Блан создал в 1994 году. Сегодня его «живые стены» можно увидеть не только во Франции (рис. 5, б), но и во многих других странах мира; не только на фасадах зданий, но и в интерьерах гостиниц, офисов крупных компаний, банков, бутиков и т. п.<sup>12</sup>

**Вертикальное озеленение в Москве.** В нормативных актах российских городов как один из элементов комплексного благоустройства и ландшафтной организации территории указывается озеленение, в том числе и вертикальное. В частности, в действующей редакции норм и правил проектирования комплексного благоустройства на территории города Москвы (МГСН 1.02-02)<sup>10</sup> предусмотрено применение вертикального озеленения на фасадах зданий и сооружений с рекомендацией ограничить высоту озеленения тремя этажами.

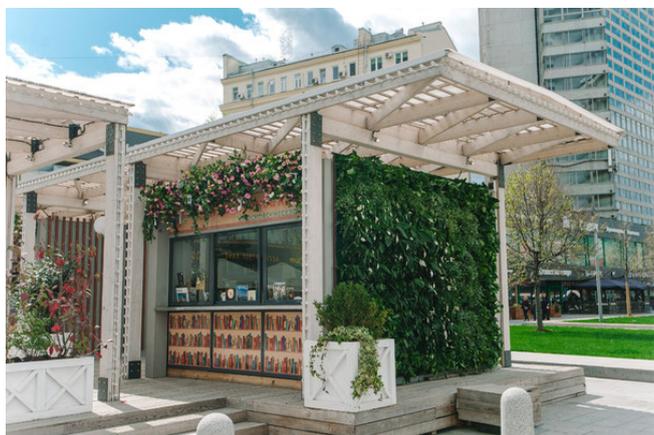
<sup>9</sup> [https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_colier/5812/АНТАРКТИКА](https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_colier/5812/АНТАРКТИКА)

<sup>10</sup> <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294845/4294845750.htm>

На практике вертикальное озеленение в столице широко применяется в виде малых архитектурных форм (трельяжей, шпалер, пергол, вазонов, цветников) главным образом на территориях рекреационного назначения – в садах, парках, бульварах, скверах и пр. Непосредственно на улицах города – прежде всего на «вылетных» магистралях, связывающих центр города с внешними автомобильными дорогами, – используют элементы контейнерного озеленения, устройства которых позволяют реализовать многовариантность размещения зеленых насаждений в пространстве (как в горизонтальной, так и вертикальной плоскостях) [2, с. 225–226].

В части создания вертикального фасадного озеленения в 2015 году рассматривался экспериментальный проект, предусматривающий монтаж на глухих (без проемов) боковых фасадах трех жилых домов на улице Старый Арбат (центр Москвы) кадок с гидропонной системой и высадкой в них вечнозеленых хвойных и/или некоторых лиственных кустарников. Однако этот проект был отклонен, поскольку выяснилось, что изначально выбранные виды растений недостаточно морозоустойчивы для климата столицы. Было решено рассмотреть возможность озеленения фасадов с использованием цветных мхов – по проектам скандинавских компаний. Позднее от идеи озеленения фасадов зданий, имеющих архитектурную и историческую ценность, полностью отказались. Но от самой идеи фасадного озеленения в центре мегаполиса не отступились<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> [https://www.m24.ru/articles/ehkologiya/16102015/87589?utm\\_source=CopyBuf](https://www.m24.ru/articles/ehkologiya/16102015/87589?utm_source=CopyBuf)



а



б

Рис. 6. Фитостены на ул. Новый Арбат (Москва)<sup>17</sup>: а – общий вид; б – фрагмент

В мае 2019 года к фестивалю «Московская весна А Capella» специалисты Открытого международного конкурса и фестиваля городского ландшафтного дизайна «Цветочный джем» установили на улице Новый Арбат (центр Москвы) 11 фитостен – панно размером  $3 \times 4$  м, составленных из 2,5 тыс. живых растений 12 различных видов, включая плющи, сциндапусы, спатифиллумы, аглаонемы, драцены, хлорофитумы<sup>12</sup> (рис. 6). Вертикальное озеленение было выполнено по технологии «живых стен» Патрика Блана, но вместо полимерного войлока использовали фетр, а полив растений осуществляли с помощью «обычного шланга». Данные конструкции не рассчитаны на круглогодичное применение в умеренно-континентальном климате столицы: в холодное время года растения необходимо пересаживать в оранжерею<sup>13</sup>.

В настоящее время в центре Москвы – в 700 м от Кремля – возводится жилой комплекс «Большая Дмитровка IX», включающий три здания, главное из которых представляет собой отреставрированный особняк 1903 года постройки; два других – новые. Окна одного из строящихся зданий, согласно реализуемому проекту, будут выходить на вертикальный лес: расположенная напротив стена будет «замаскирована» до самой крыши деревьями и кустарниками (преимущественно хвойными видами, рекомендованными российскими специалистами). Комплекс планируется ввести в эксплуатацию в 2022 году<sup>8</sup>.

### Заключение

Использование альтернативного озеленения наряду с традиционным – насущная потребность высокоурбанизированных территорий, для которых

характерны большая доля твердых покрытий в общей площади, высокая плотность застройки и подземных коммуникаций. К необходимости поиска новых направлений в озеленении сегодня пришли во многих развитых и развивающихся странах, где значительная часть населения живет в крупнейших городах с интенсивной многоэтажной застройкой. Одним из видов альтернативного озеленения является вертикальное фасадное озеленение, получившее в последние несколько лет активное развитие в архитектурно-ландшафтном дизайне. По сравнению с традиционным вертикальное фасадное озеленение позволяет улучшить микроклиматические, санитарно-гигиенические и эстетические параметры как наружной (городской), так внутренней среды зданий и при этом значительно сократить расходы на отопление/вентиляцию (кондиционирование) [1, с. 10; 6, с. 230; 7, с. 169]. К недостаткам большинства технологических схем вертикального фасадного озеленения следует отнести высокую стоимость проектирования, строительства и эксплуатации.

В России отсутствует опыт использования вертикального фасадного озеленения в архитектурно-ландшафтной организации городского пространства. Однако, учитывая актуальность задачи сохранения экологической емкости сильно урбанизированных территорий, представляется целесообразным адаптировать успешные зарубежные практики вертикального фасадного озеленения к применению в нашей стране, прежде всего, в мегаполисах. Решение этой задачи потребует значительных материальных затрат и привлечения большого круга специалистов разных направлений – архитекторов, конструкторов, технологов, ландшафтных дизайнеров, биологов, медиков, экономистов.

<sup>12</sup> <https://www.mos.ru/news/item/54984073/>

<sup>13</sup> <http://www.4living.ru/items/article/fitosteny-na-novom-arbate>

## Литература

### Список русскоязычной литературы

1. Вебер АА, Кучеров АС, Лылов АС. Озеленение городов в условиях плотной застройки. Мир инноваций. 2020;(4):8-18.
2. ГУП «Главное архитектурно-планировочное управление». Альбом типовых решений (стандартов) комплексного благоустройства территории «вылетных» магистралей города Москвы. М., 2015. <https://www.artlebedev.ru/moscow/street-guides>.
3. Жданова ИВ, Кузнецова АА, Дорофеева ЕД. Экологические и эстетические аспекты применения вертикального озеленения и зеленых крыш в жилых зданиях. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2019;21(64):53-9.
4. Карапетянц ИВ, Павлова ЕА (ред.). Экология транспорта и устойчивое развитие. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»; 2019. ISBN 978-5-907055-72-8.
5. Литвинова АИ, Федотовский ОЕ, Виноградов РА, Евстигнеева НА. Крышное озеленение как путь оздоровления городской среды. Eur J Nat Hist. 2021;(2):77-82.
6. Туркина ЕА, Чистяков ДА, Калугин АН. Тенденции развития горизонтального и вертикального озеленения зданий. Инновации и инвестиции. 2018;(1):226-31.
7. Шляпникова ЕМ. Вертикальное озеленение зданий как средство экологической компенсации города. В сб.: Наука, образование и экспериментальное проектирование. Материалы международной научно-практической конференции; 2016 Апр. 410; Москва, Россия. М.: МАРХИ; 2016. С. 165-9. ISBN 978-5-9906443-5-9.

### Общий список литературы/References List

1. Veber AA, Kucherov AS, Lylov AS. [Greening of cities in conditions of dense building]. Mir Innovatsiy. 2020;(4):8-18. (In Russ.)
2. GUP "Glavnoye Arkhitekturno-Planirovochnoye Upravleniye". Albom Tipovykh Resheniy (Standartov) Kompleksnogo Blagoustroystva Territorii «Vyletnykh» Magistralei Goroda Moskvy. [Album of Standard Solutions (Standards) for Complex Improvement of the Territory on the "Departure" Highways of Moscow]. Moscow; 2015. <https://www.artlebedev.ru/moscow/street-guides>. (In Russ.)
3. Zhdanova IV, Kuznetsova AA, Dorofeyeva YeD. [Ecological and aesthetic aspects of vertical gardening and green roofs in residential buildings]. Izvestiya Samarskogo Nauchnogo Tsentra Rossiyskoy Akademii Nauk. Sotsialnyye, Gumanitarnyye, Mediko-Biologicheskiye Nauki. 2019;21(64):53-9. (In Russ.)
4. Karapetyants IV, Pavlova YeA, eds. Ekologiya Transporta i Ustoychivoye Razvitiye. [Transport Ecology and Sustainable Development]. Moscow: FGBU DPO "Uchebno-Metodicheskiy Tsentr po Obrazovaniyu na Zheleznodorozhnom Transporte"; 2019. ISBN 978-5-907055-72-8. (In Russ.)
5. Litvinova AI, Fedotovskii OYe, Vinogradov RA, Yevstigneeva NA. [Roof greening as a way of urban environment recovery]. Eur J Nat Hist. 2021;(2):77-82. (In Russ.)
6. Turkina YeA, Chistyakov DA, Kalugin AN. [Trends in the development of horizontal and vertical landscaping of buildings]. Innovatsii i Investitsii. 2018;(1):226-31. (In Russ.)
7. Shlyapnikova YeM. [Vertical gardening of buildings as a means of city environmental compensation]. In: Nauka, Obrazovaniye i Eksperimentalnoye Proyektirovaniye. Materialy Mezhdunarodnoy Nauchno-Prakticheskoy Konferentsii; 2016 Apr. 410; Moscow, Rossiya. Moscow: MARKHI; 2016. p. 165-9. ISBN 978-5-9906443-5-9. (In Russ.)

