

## ВЕРТИКАЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА

Демура Д.Т., Швед А.А.

*Научный руководитель – Вардеванян П.Г.*

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь

В XXI веке все больше городов в разных странах мира обращаются к решениям, основанным на природе (Nature-based Solutions – NBS), для достижения глобальных и локальных целей устойчивого развития. К таким решениям относят «действия по защите, устойчивому управлению и восстановлению естественных или измененных экосистем, которые эффективно и адаптивно решают социальные проблемы, одновременно обеспечивая благосостояние человека и биоразнообразие» [1]. На первый план среди NBS стали выходить методы озеленения, за счет которых в городах создается экологический каркас: зеленые крыши, зеленые стены, дождевые сады, уличные деревья и другая зеленая инфраструктура. Их рассматривают как взаимосвязанные элементы единой зеленой сети (Рис.1).

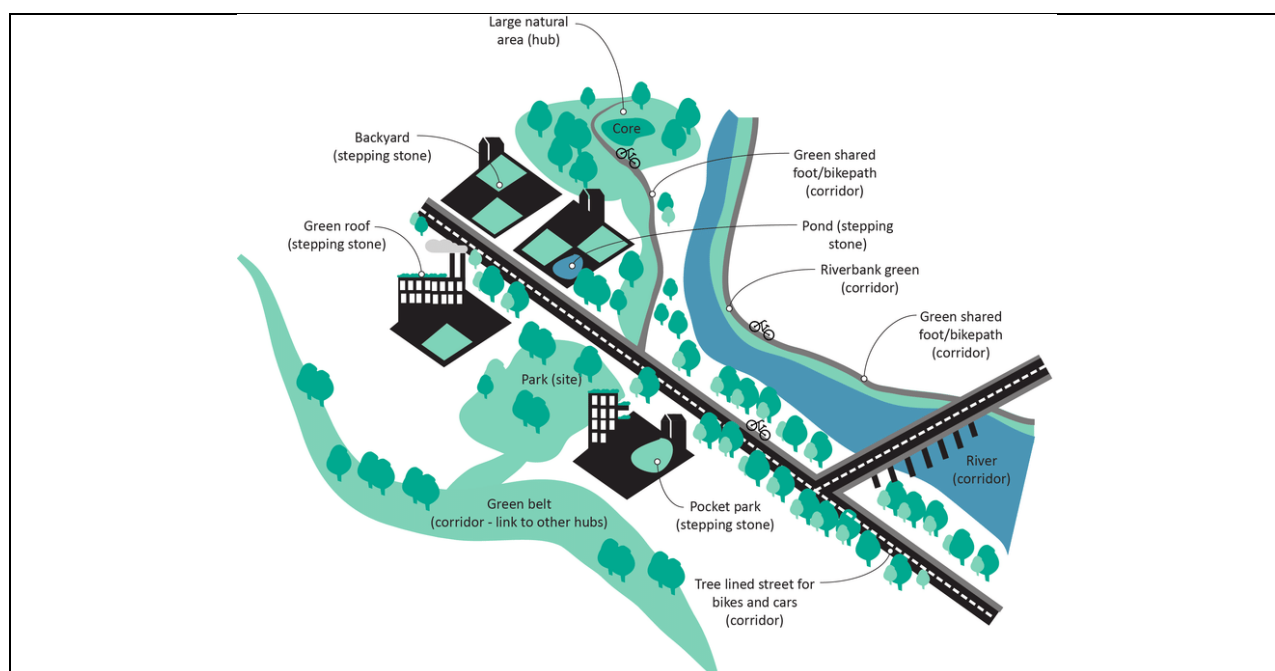


Рисунок 1. Экологический каркас (зеленая сеть) может состоять из многих элементов [2].

В зеленой сети различают:

- узлы в виде ядер и мест,
- оси в виде поясов и линейных коридоров
- ступени [3].

На городском уровне ядрами экологического каркаса являются природоохранные зоны; местами – достаточно обширные территории парков. Коридоры представлены озеленением, расположенным по берегам рек и ручьев или вдоль выделенных велодорожек, а также деревьями, высаженными в санитарно-защитных полосах магистральных улиц и на бульварах. Пояса формируются из оставшихся фрагментов естественных природных территорий, а также пригородных лесов и лесопарков. В состав ступеней экологического каркаса наряду со скверами и карманными парками входят зеленые крыши и вертикальное озеленение.

Несмотря на свои незначительные размеры, зеленые крыши и стены в последние три десятилетия привлекают большое внимание архитекторов. Так как они помогают природе, сохранившейся в городе, оказывать экосистемные услуги:

- смягчать последствия глобального изменения климата;
- создавать условия для отдыха горожан;
- формировать культурную идентичность города и отдельных его районов;
- уменьшать городской «остров тепла»;
- управлять дождевым стоком;
- регулировать скорость ветра;
- очищать воздух от пыли;
- поглощать углекислый газ и выделять кислород;
- поддерживать биоразнообразие городских животных и растений [4].

Что касается вертикального озеленения, у него есть еще несколько достоинств. Во-первых, оно поддерживает субъективное ощущение озелененного города, располагая растения на уровне глаз наблюдателя. Медики отмечают благотворное влияние связей с природой на психическое и физическое здоровье. Во-вторых, владельцы зданий с «живыми» стенами демонстрируют привлекательный образ, свидетельствующий об их высоком экономическом статусе. В-третьих, вертикальное озеленение является удобным инструментом тактического урбанизма, оно связано с малыми рисками, при этом дает ощутимые результаты.

Главное преимущество озеленения крыш и стен состоит в том, что при его помощи можно поддержать экологические оси и узлы в местах, в которых площадь незастроенных участков мала и ее не хватает для формирования комплексного озеленения территории. Кроме того, зеленые крыши и стены позволяют соединить крупные элементы зеленой сети друг с другом без значительного вмешательства в транспортную структуру города, так как растения находятся в другом уровне.

Озеленение разных поверхностей зданий и сооружений известно с древних времен. Первым известным в истории примером подобного озеленения является одно из семи чудес света – Висячие Сады в Вавилоне (сады Семирамиды). С тех пор формы вертикального озеленения эволюционировали, последний сильный «всплеск» специалисты отмечают в 90-х годах XX века (Рис. 2, 3,4) [5].

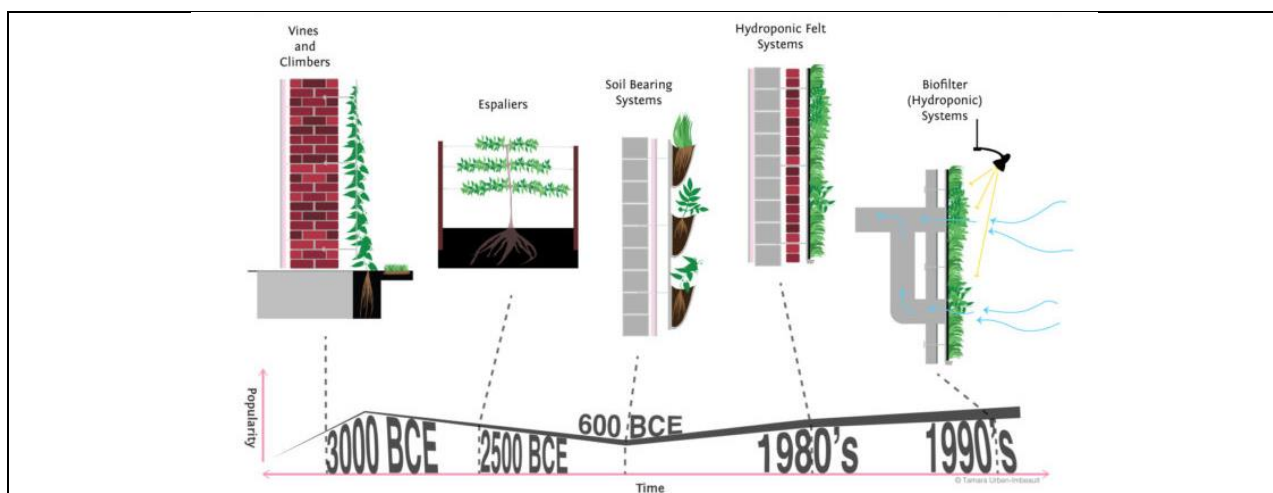


Рисунок 2. Эволюция форм вертикального озеленения [5]

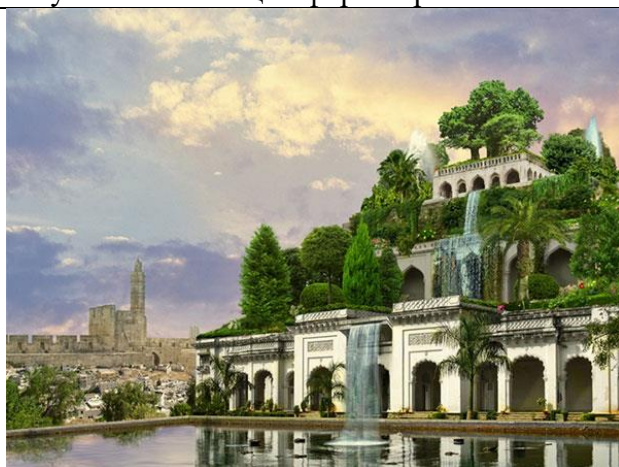


Рисунок 3. Висячие сады в Вавилоне (археологическая реконструкция). Сады были расположены на четырехъярусных искусственных ступенчатых террасах, пристроенных к огромному царскому дворцу. Каждая терраса возвышалась одна над другой на 27-30 м. Основанием террас служили массивные каменные плиты. Их покрывали слоем тростника, заливали асфальтом. Затем, укладывали два слоя, слой листового свинца и такой слой плодородной земли, чтобы могли расти деревья.



Рисунок 4. «Висячие сады» Намба в торговом комплексе (Осака). Террасные парки Намба были созданы в 2003 году. Они расположены при торговом комплексе и занимают восемь этажей. В парковых зонах можно увидеть не только растения, но и многочисленные стилизованные природные пейзажи из камней, скал, искусственных ручейков, водопадов и даже небольших прудов.

Стремительную эволюцию за последние десятилетия прошло озеленение растениями, высаженными возле вертикальных стен или опор. Традиционно это были виноградные лозы и вьющиеся растения (Рис. 5 и 6), а сегодня мировую известность приобретают гигантские супердеревья из Сингапура (Рис. 7). Самым последним изобретением в вертикальном озеленении считается оригинальное smart устройство из мхов – городское дерево (Рис. 8).



Рисунок 5. Культурный виноград на улицах современных городов, возделывается веками (Греческие острова)



Рисунок 6. Стены, увитые плющом, университет в Торонто (Канада)



Рисунок 7. Супердеревья в Сингапуре. Они являются вертикальными садами, которые в огромных масштабах имитируют настоящие деревья. Высота конструкции достигает 50 метров, они содержат 150 000 растений, солнечные батареи и собирают дождевую воду. Некоторые также служат выхлопными трубами для подземной электростанции, работающей на биомассе, которая работает на природных отходах из парка.



Рисунок 8. «CITYTREE» представляет собой отдельно стоящий вертикальный блок, покрытый мхом и лишайниками. Он поглощает вредные загрязнители, диоксид азота и озона как 275 деревьев. Занимает на 99% меньше места и может быть установлено всего за 5% от стоимости посадки деревьев. Состояние почвы и растений, уровень питательных веществ контролируются и регулируются в режиме онлайн.

Большой вклад в развитие вертикального озеленения внес ботаник Патрик Блан. Он углубил понимание процесса фотосинтеза и в 1986 году создал упрощенную, легко адаптируемую систему, которая не требует почвы

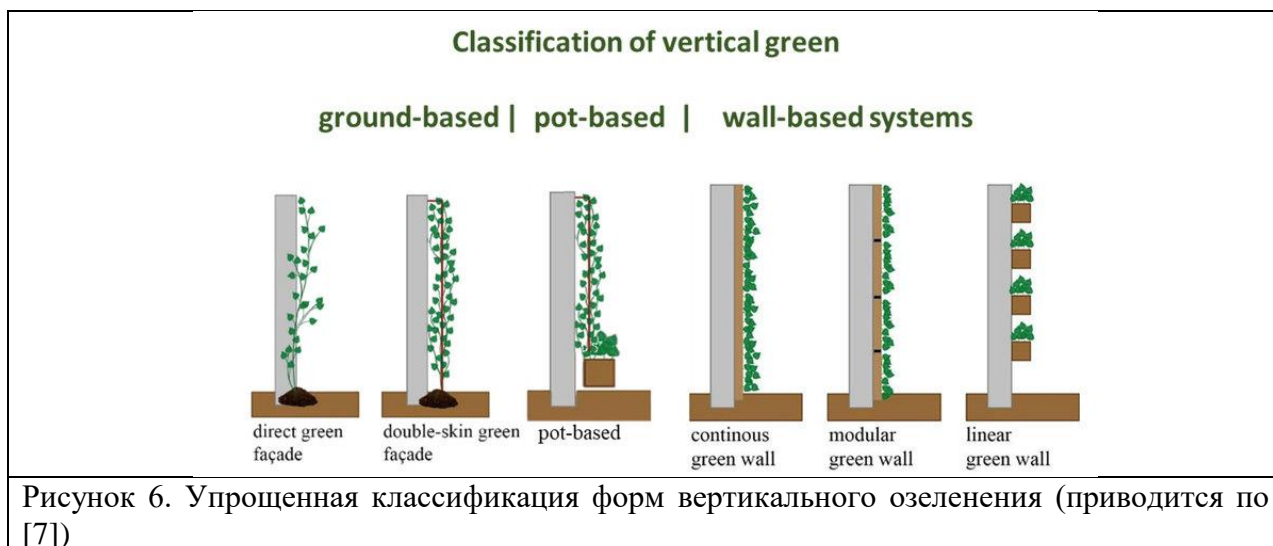
и которую можно использовать на стенах разных размеров. Наиболее ярким примером гидропонной системы в виде «живой» стены является фасад музея на набережной Бранли Гринволл в Париже (Quai Branly Museum) (Рис. 9). Автор настаивал на том, чтобы биоразнообразие, представленное в этом вертикальном саду, перекликалось с культурным разнообразием художников всего мира, чьи работы выставлялись в самом музее.



Рисунок 5. Музей набережной Бранли Гринволл (Quai Branly Museum) с живой стеной длиной 200 м и высотой 12 м, покрывающей весь северо-западный фасад здания. Ботаник Патрик Блан выбрал ряд видов из основных умеренных зон мира, в основном из северного полушария (Северная Америка, Европа, Гималаи, Китай, Япония). Некоторые виды были собраны в Корее и Японии [6].

В специальной литературе вертикальное озеленение используется как общий термин для любого растительного покрова на вертикальных поверхностях либо на откосах с положительным или отрицательным уклоном, независимо от того, где расположены корни.

Упрощенная классификация делит вертикальное озеленение на три категории: 1) с корнями в грунте; 2) в контейнерах (горшках); 3) укорененное в самой стене. Грунтовое вертикальное озеленение может иметь форму прямого или двустенного *зеленого фасада*. А *живая стена* – одну из трех форм – сплошную, модульную или линейную (Рис. 6).



Внедрение систем вертикального озеленения во многих европейских странах поддерживается правительством. Например, в таких городах Германии, как Мюнхен, Кельн, Гамбург и Дюссельдорф введены в действие программы субсидий на строительство зданий с зелеными фасадами и живыми стенами. С 80-х годов в Берлине в городском планировании применяется стандартизированный показатель VAF (Biotope Area Factor/фактор площади биотопа). Он устанавливает соотношение поверхностей (например, вертикальные системы озеленения, зеленые крыши, проницаемые поверхности и т. д.), влияющих на состояние экосистемы, к общей площади участка. В настоящее время разработан технический справочник, в который сведены лучшие практические решения для озеленения городов на основе NBS [8]. В нем также дан полный каталог технических решений по вертикальному озеленению с конкретными примерами. Аналогичный стандарт действует в Швеции с 2001 года. В Великобритании признано, что системы вертикального озеленения и зеленые крыши играют важную роль в борьбе с изменениями климата. Лондон подготовил техническое руководство, в котором указываются основные факторы, которые необходимо учитывать (например: локализация, ориентация, затенение, требования к установке, структурные возможности и т. д.) при поиске наилучших решений. В Париже планируется довести площадь зеленых крыш и вертикального озеленения до 100 га. В Италии

Примеры успешных решений вертикального озеленения насчитываются десятками (Рис. 7).



Рисунок 7. Лучшая практика вертикального озеленения в европейских городах

После изучения на зарубежных примерах достоинств (плюсов) и недостатков (минусов) разных форм вертикального озеленения был выполнен SWOT-анализ.

## **Strengths**

- Терморегулирование

Экономия электроэнергии. Большое количество посаженных рядом растений создает собственную экосистему, которая поддерживает температуру вокруг себя. В жаркий период листья выделяют влагу. Это помогает охладить помещение естественным способом, сэкономить на системе кондиционирования.

- Переработка углекислого газа в кислород/Удержание углекислого газа

Растения действуют как естественный фильтр: выделяют кислород и поглощают углекислый газ. Хороший микроклимат положительно сказывается на здоровье и самочувствии жильцов. В помещении становится легче дышать. Организм насыщается кислородом, улучшается состояние кожи. Владельцы вертикальных садов отмечают плюсы озеленения в хорошем самочувствии и повышенной энергичности.

- Защита от шума Дополнительный плюс озеленения в поглощении растениями шумов. В случае квартир, можно избавиться от назойливой активности соседей. Внешний декор всего здания снижает звуковые вибрации с улицы.

- Создание тени

- Защита от пыли

Так как растения способны выполнять различные защитные функции, то они вполне способны в некоторой мере сыграть роль защиты, сосуществуя с проезжей частью или автотрассой

- Сокращение не очень успешных архитектурных решений/ Использование как элемент удачного архитектурного решения

Расположенные вертикально растения изначально смотрятся впечатляюще. Оригинальный декор подчеркивает вкус и статус владельца жилья. Цветущие сады привлекают внимание. Они могут оживить даже самую скучную площадь, сформировать дружественную обстановку, сделать комнату уютной.

- Сохранение площади. Стены – нефункциональное для человека пространство. При обычном размещении цветочных горшков расходуется много места. Вертикальный декор позволяет экономить полезную площадь.

- Благоприятное влияние на психику человека

Наличие озеленения в окружении человека благоприятно влияет на снижение риска психических заболеваний.

## **Weaknesses**

- В зависимости от выбора системы озеленения, может сработать на загрязнение окружающей среды

Как минимум три системы вертикального озеленения в различных степенях оказывают влияние на состояние окружающей среды. Таким образом, войлочная и модульная система почти не приносит вреда, в то время как контейнерная система способна загрязнять окружающую среду посредством выветривания грунта непосредственно из контейнера и осыпания его на землю.

- Возможны проблемы с процессом ухода

Степень тяжести ухода варьируется от системы к системе. Соответственно, наиболее трудоемкой в процессе ухода становится контейнерная система вертикального озеленения

- Некоторые системы не подлежат видоизменению, кроме демонтажа (Конкретно войлочная система не подлежит изменениям, соответственно, для внесения корректив необходимо полное обновление)

- Высокая стоимость

- Необходим подбор растений (учет различных факторов в том числе: 1. Поверхность крепления, а также вид конструктивного решения 2. Климатические особенности региона 3. Эстетическо-декоративные качества 4. Цель возведения( в основном базируется на сильных сторонах данного способа озеленения территорий. )

- Повышенная сырость. Листья вырабатывают влагу, которая создает благоприятные



условия внутри помещений. Для оформления экстерьера нужно учитывать расположение фитостен. Не рекомендуется массовое размещение растительности на северных и северо-западных стенах строений. Сырость приводит к образованию грибка и постепенному разрушению постройки.

· Отсутствие стандартизации негативно влияет на инвестиционную привлекательность

#### **Opportunities:**

· Положительное влияние на городскую атмосферу позволяет сократить остров тепла  
· Возможность применения как художественный прием/акцент, улучшение эстетического образа среды ( в том числе исправление уже сложившихся неблагоприятных художественных и/или архитектурных решений, градостроительных, инженерных решений)

· Повышение качества воздуха (возможность качественно повлиять на водно-тепловой баланс среды, улучшить качество воздуха, а следовательно уменьшить количество вредоносных для здоровья человека факторов )

· Возможность выбора из вариантов различных конструктивных решений по сложности/стоимости

· Создание благоприятной атмосферы для ментального здоровья человека

#### **Threats:**

· Загрязнение окружающей среды

· Возможность аллергии. Один из минусов озеленения заключается в том, что пыльца дикорастущих растений может провоцировать аллергические реакции. Если у жильцов есть заболевания дыхательных путей или предрасположенность к ним, лучше использовать не цветущие растения, например, мох.

· Мусор. Вертикальное оформление стен лианами смотрится гармонично, когда листья живые. Растению в любом случае необходимо их менять. Это провоцирует появление отходов, которые нужно убирать. Растущие до крыш вьющиеся лианы могут забивать водостоки. Растительность в помещении тоже имеет определенный срок жизни. Погибшие цветы портят всю картину, поэтому их следует заменить здоровыми.

· Разрушительный эффект. Некоторые виды лиан с мощной корневой системой могут повредить асфальт или дорожки у дома. Рекомендуется садить такие сорта в небольшом отдалении от стен здания.

· Вполне возможны акты вандализма

Опираясь на анализ данного подхода к озеленению городской среды, можно определить, что сильные стороны и возможности, хоть и не составляют численное большинство, зато несут в себе большой потенциал для развития города в направлении передачи приоритета использования среды человеку, большая часть минусов и угроз нивелируется грамотным проектированием систем и подбором дендрологического фонда (с учётом гипоаллергенности растений и их влияний на уже сложившуюся среду в ключе их разрушительных возможностей).

Угрозы для людей и среды в данном случае проявляются только в результате неправильной эксплуатации, монтажа или иной стадии сооружения озеленения. Тем не менее слабой стороной, которую нельзя исправить на стадии проектирования, является отсутствие на локальных рынках (использовано как общее определение отечественных торговых площадок) компаний и производителей, готовых обеспечить спрос покупателя, предложением своих услуг.

Вертикальное озеленение является ведущим трендом современного городского планирования. Для того чтобы оно активнее внедрялось в городах Беларуси необходимо популяризировать данную концепцию. Предлагаем улучшить подготовку студентов-архитекторов в БНТУ за счет ознакомления:

- с принципами создания экологического каркаса населенных мест;

- с градостроительными и архитектурными методами борьбы с изменением климата и адаптации к его последствиям;
- с рациональными конструктивными решениями зеленых фасадов и крыш, а также «живых» наружных стен. В частности с узлами крепления, позволяющих производить регулярный демонтаж;
- с характеристиками растений, которые пригодны для вертикального озеленения и способны вынести температурный режим нашего региона;
- с методикой стоимостной оценки затрат и полученных выгод на

### *Литература*

1. What are Nature-based Solutions? <https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/what-are-nature-based-solutions/>
2. Green Infrastructure for the city of the future. Perspectives from Europe. [https://www.researchgate.net/publication/344783901\\_Green\\_Infrastructure\\_for\\_the\\_city\\_of\\_the\\_future\\_Perspectives\\_from\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/344783901_Green_Infrastructure_for_the_city_of_the_future_Perspectives_from_Europe)
3. Catalina Vieira Mejía, Liubov Shirotova, Igor Fernando Marques de Almeida. Green Infrastructure and German Landscape Planning: A Comparison of Approaches. <https://www.urbani-izziv.si/Portals/urbaniizziv/Clanki/2015/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-002.pdf>
4. Что такое экологический каркас города и зачем он нужен? <https://trends.rbc.ru/trends/green/5ecfa2679a79475081e84b12>.
5. A History of Vertical Gardens From Simple Vines to Hydroponic Systems. <https://land8.com/a-history-of-vertical-gardens-from-simple-vines-to-hydroponic-systems/>
6. Musee du quai branly greenwall. <https://www.greenroofs.com/projects/musee-du-quai-branly-greenwall/>
7. Vertical greening systems – A review on recent technologies and research advancement. [https://www.researchgate.net/figure/Simplified-classification-of-vertical-greening-systems-based-on-33\\_fig1\\_340710062](https://www.researchgate.net/figure/Simplified-classification-of-vertical-greening-systems-based-on-33_fig1_340710062)
8. Nature Based Solutions – Technical Handbook <https://unalab.eu/system/files/2020-02/unalab-technical-handbook-nature-based-solutions2020-02-17.pdf>