

УДК 712

Мхитарян К.О. – аспирантE-mail: mk92@inbox.ru**Кожевникова А.Ю.** – аспирантE-mail: tonya.koz@yandex.ru**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

«Зеленые стены» в дизайне городской среды – (зарубежный опыт)**Аннотация**

Статья посвящена актуальной теме зеленых стен в современном дизайне, основанная на опыте зарубежных коллег. Выводится формулировка зеленых стен, их подразделение на две основные категории – зеленые фасады и живые стены, а также последующая их внутренняя типология с описанием. Также, затрагивается тема основных преимуществ зеленых стен в дизайне городской среды, независимых от каких-либо факторов.

Ключевые слова: зеленая стена, вертикальный сад, вертикальное озеленение, зеленые фасады, живые стены, преимущества зеленых стен, категории зеленых стен, дизайн городской среды.

Зеленые стены уже давно захватили ума и сердца ученых и простых обывателей по всему миру. Вертикальное озеленение применяется в дизайне архитектурной среды за рубежом для повышения эстетических, экологических и экономических качеств окружающей среды. Оно широко распространено в США, Европе, в Австралии, ЮАР и других странах. И даже у нас начинают появляться первые попытки в применении настолько актуального приема озеленения городской среды. Но прежде чем что-то внедрять, стоит разобраться во всей этой системе.

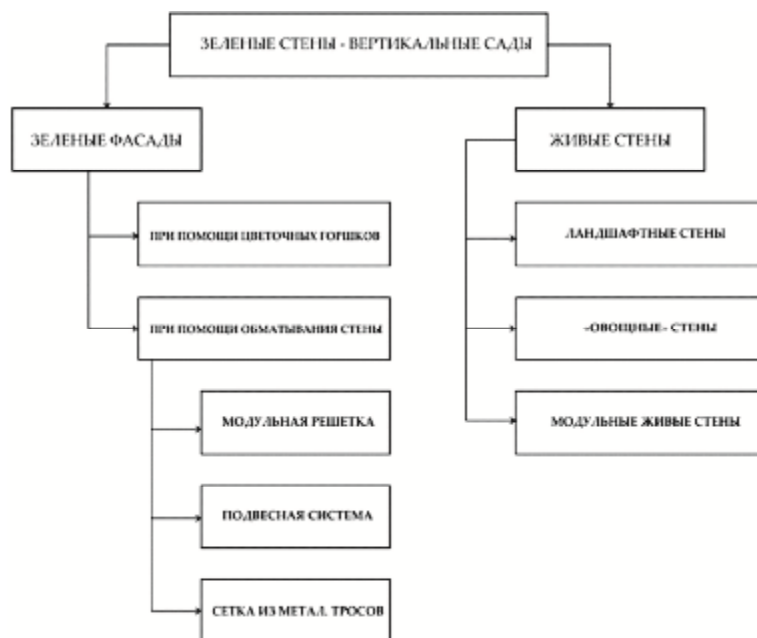


Рис. 1. Типология зеленых стен

Вертикальные сады или зеленые стены не имеют четкой формулировки, практически все российские интернет источники уравнивают понятия зеленых стен, зеленого фасада, живой стены и т.д., хотя это совсем не так. Зеленая стена – это общее обозначение всех ограждающих конструкций, покрытых зеленью, которая в свою очередь подразделяется на две категории – зеленые фасады и живые стены. Эти же категории имеют свою внутреннюю типологию. Зеленые стены могут быть различных форм и

размеров. Они могут быть установлены внутри здания или снаружи, зафиксированы в любом месте на стене или сами являться разделительной конструкцией. Ко всему этому, разнообразные растения придают зеленой стене большую палитру цветов и рельефа.

Зеленая стена (Вертикальный сад) является термином, используемым для обозначения всех форм заросших стеновых поверхностей. Зарубежные эксперты в области зеленых стен и крыш подразделяют зеленые стены на две основные категории: зеленые фасады и живые стены [2-8]. Зеленые фасады в свою очередь делятся на типы по принципу поддержания растений: при помощи цветочных горшков, при помощи наложения на стены (модульной решеткой, подвесной системой, сеткой из металлических тросов). А живые стены на ландшафтные, овощные и модульные.

Зеленые фасады

Зеленые фасады представляют собой тип системы зеленой стены, в которой растения вьются или растут каскадом. Зеленые фасады могут быть привязаны к существующим стенам или построены как отдельно стоящие конструкции, такие как заборы, колонны или арки. Они состоят из вьющихся растений, либо растут непосредственно на стене или в специально предназначенных для этого несущих конструкциях. Растение растет вверх по склону здания, будучи привязанным к земле.

Модульные решетки. Строительный блок этой модульной системы представляет собой жесткую, легкую конструкцию. Трехмерная панель изготовлена из оцинкованной и сварной стальной проволоки, которая поддерживает растения, как сеткой лицевой стороны, так и глубиной панели. Эта система предназначена для того, чтобы отделить зеленый фасад от поверхности стен и растения не соприкасались со зданием. Она обеспечивает «плен» растущей среде и создает опору для растений, новых побегов, и помогает сохранить целостность здания. Панели могут быть сложены и соединены, чтобы покрывать большие площади, или сформированы для создания кривых форм. Отличительной особенностью таких модульных решеток является то, что они сделаны из переработанных материалов и стали, которые подлежат вторичной переработке. Поскольку панели являются жесткими, они могут охватывать какие-либо структуры, а также могут быть использованы для автономных зеленых стен.

Сетка и системы металлических тросов. Сетки применяются на зеленых фасадах, которые предназначены для поддержки быстро растущих вьющихся растений с более плотной листвой. Проволочные сети часто используются для поддержки медленно растущих растений, которые нуждаются в дополнительной поддержке, эти системы обеспечивают более близкие интервалы между растениями. Обе системы используют высокопрочные стальные тросы, якоря и дополнительное оборудование. Различные размеры и модели могут быть размещены дополнительно как гибкие вертикальные и горизонтальные проволочные тросы, соединенные через кросс-фиксаторы.

Живые стены

Живые стены, также называемые биостены или вертикальные сады, состоят из панелей, вертикальных модулей или посаженных «одеял» с предварительно выращенными растениями. Эти панели могут быть изготовлены из пластика, вспененного полистирола, синтетической ткани, глины, металла и бетона, и поддерживают большое разнообразие и плотность растительных видов. Живые стены нуждаются в большей защите, чем зеленые фасады из-за разнообразия и плотности растительности. Живые стены выполнены из трех частей: металлический каркас, слой ПВХ и воздушный слой (почва не нужна). Эта система поддерживает множество видов растений, таких как смесь растительности, многолетних цветов, низких кустарников и папоротников и т.д. Она хорошо работает в различных климатических условиях. Тем не менее, выбор лучших видов может адаптироваться к преобладающим климатическим условиям, таким образом, чтобы было легче производить техническое обслуживание системы. Как правило, используется автономный автоматизированный полив и питание системы, чтобы облегчить содержание живых стен.

Ландшафтные стены. Эти стены – эволюция «склонов» в ландшафте и стратегический инструмент в подходе к «живой» архитектуре. Ландшафтные стены, как правило, находятся под наклоном, в отличие от вертикальных, и имеют первичную функцию уменьшения шума и стабилизации склона. Как правило, они построены из той или иной формы укладки материала, изготовленного из пластика или бетона с возможностью укоренения растущих сред и растений.

«Овощные» стены¹. «Овощная» стена является уникальной формой зеленой стены, впервые представленной Патриком Бланком. Она состоит из двух слоев синтетической ткани с карманами, которые физически поддерживают растения и растущие средства. Тканевые стены поддерживаются рамой и отделены водонепроницаемой мембраной от стены здания из-за высокого содержания влаги и возможного разрушения стены. Питательные вещества в основном распределяются через ирригационную систему, где циклы воды проходят из верхней части системы в нижнюю.

Модульные живые стены. Модульная система живой стены возникла частично из использования модулей для применения зеленых крыш, с целым рядом технологических новшеств. Модульные системы состоят из квадратных или прямоугольных панелей, которые поддерживают питательную среду для содержания растительного материала.



Рис. 2. Типология зеленых стен. Живые и зеленые стены

Рассматриваемая типология зеленых стен дает нам четкое понятие о различии ее главных составляющих – живых стенах и зеленых фасадах, что ни в коем случае ни одно и то же, как мы привыкли считать. На зеленых фасадах все растения автономны и растут из земли или же из горшков с землей, опираясь на модульные решетки, сетку или систему металлических тросов. И основной составляющей зеленых стен являются вьющиеся растения (плющи, вьюны, виноградники и т.д.). В живой же стене модульные панели часто состоят из полипропилена, пластиковых контейнеров, геотекстиля, систем

¹ В 1988 году Патрик Блан, французский ботаник получил первый патент на «зеленую стену»; или также ее называют овощной стеной – от французского «mur vegetal». Во Франции впервые в мире «овощная стена» была сделана в 2010 году: вертикальный сад внедрили в станцию подземки.

орошения, растущей среды и растительности. Здесь растения находятся в горшках, либо в контейнерах и подкармливаются питательным субстратом.

В 2000 году Уильям Томпсон и Ким Сорвиг – авторы серии работ по устойчивому ландшафтному строительству, в руководстве для зеленого строительства, выделили следующие возможные структурные концепции самостоятельных зеленых стен в дизайне городской среды.

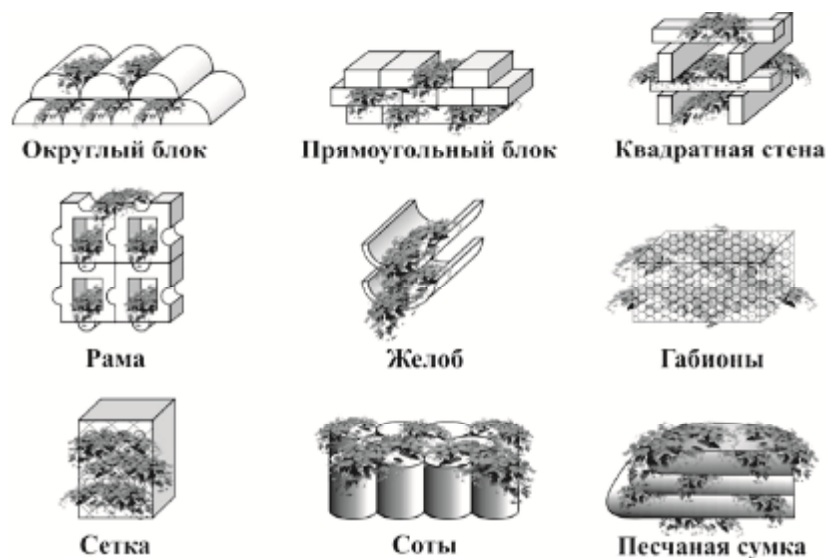


Рис. 3. Структурные концепции самостоятельных зеленых стен

Блок (округлый, прямоугольный): Спроектированы с зазорами, где растения с корнем растут через стену; квадратная стена: в этой системе элементы как плитки бетона или бревна сложены в стиле сруба; рама: в этой системе покрытия соединяющие флору сложены, как каменная кладка; желоб: используются емкости заполненные почвами; габбионы: используются проволочные корзины, наполненные камнями, чтобы обеспечить усиление конструкции; сетка: как мини-габионы; соты: используются гибкие и прочные блоки в виде пчелиных сот, которые заполнены почвой; песчаная сумка: сделана из геотекстиля, которая обернута вокруг почвы. Эту систему раньше называли «растительной георешеткой».

Преимущества зеленых стен

Зеленые стены обеспечивают эстетическую ценность, а также экономические и экологические преимущества. Преимущества могут, конечно же, изменяться в зависимости от таких параметров, как тип здания, технология зеленой стены, селекция растений и растительный покров. Но все-таки, существуют определенно ценные качества зеленых стен, не зависящие от каких-либо факторов.

Добавление стоимости и значимости зданию. Растения представляются одними из самых стремительных, максимально экономически выгодных средств, для выпрямления неблагоприятного восприятия области. Они повышают роль и статусность общественных зданий и заметно улучшают зрительное удобство для выделения его человеком из среды, а также улучшает экономические и социальные условия города. Применение зеленых стен приводит к резкому повышению стоимости здания за счет улучшения его эстетического вида, а также создание широкого признания общественностью, превращая их в известные «интересные места».

Обеспечение защиты здания. В основном, защита здания совершается путем снижения температурных скачков оболочки самого здания. Расширение и сжатие строительных материалов, сниженные за счет сокращения температурных колебаний, продляют срок эксплуатации строения. Вертикальные сады защищают постройки от

кислотных дождей и ультрафиолетовых лучей, уменьшая формирование трещин и карбонизацию фасада здания, увеличивая его срок службы и долговечность.

Уменьшение уровня шума. Растения и грунт, используемые в вертикальных садах, обладают функцией шумопоглощения. Зеленые стены создают буферную шумовую зону, что серьезно снижает внешние шумы и вибрации (до 40 ДБ) на рабочих местах и внутри наших домов. Например, небольшая живая изгородь в интерьере, размещенная около рабочего места поможет уменьшить количество шума на 5 децибел.

Экономия и задержка воды. Управление водой – фактор, представляющий из себя главное достоинство вертикальных садов. Сначала, полив очень интенсивен, потому что он производится через режим капельного орошения или гидропонной системы, но затем он совсем сводится на нет. Всевозможные сточные воды скапливаются в самой нижней части всей системы зеленых стен, в специальном лотке, где собирается лишняя вода. Затем она может быть переработана и подана в систему орошения, тем самым освобождая человека от постоянной закачки субстрата в систему. Также листья растений или зеленые стены могут служить щитом от вод и кислотных дождей, задерживая на себе воду.

Улучшает качество воздуха, увеличивает поступление кислорода и снижает уровень углекислого газа. Зеленые стены предлагают конкретные экологические достижения ввиду уменьшения существующих парниковых газов и остальных летучих органических соединений из наших загрязненных городов. Растения выступают как био-очистители и могут внести немаловажный вклад в рост качества городского воздуха через ряд биохимических действий, за счет разложения и удаления загрязняющих веществ в воздухе, как изнутри, так и снаружи здания. В сочетании с фотосинтезом растений, которые производят чистый, богатый кислородом воздух, становится легко увидеть ценность использования живых растений в качестве био-очистителей в загрязненных городских условиях. По данным исследователей, растительная стена площадью в 1 квадратный фут способна фильтровать воздух офисной площади в 100 квадратных футов [1]. По скромным подсчетам ученых, занимающихся зелеными фасадами, если на 50 зданиях в квартале озеленить хотя бы по одной стене, то это будет равносильно 50 посаженным деревьям.

Еще одно достоинство вертикальных садов – улучшение качества воздуха на застроенных территориях, как внутри дома, так и снаружи. Это потому, что все зеленые насаждения служат естественными фильтрами – заменяя, принимаемый из воздуха углекислый газ, на необходимый для человека кислород. Также они помогают фильтровать загрязняющие вещества из воздуха. Это означает, что воздух, которым мы дышим намного чище и здоровее. Исследования показали, что в районе, окруженном живой стеной, существуют значительно сугубо низкие концентрации токсинов.

Защита от вредных микроорганизмов и пыли. Растения предотвращают распространение пыли влажной средой, созданной их листьями и корнями, а также снижают скорость ветра. С помощью этого растения вызывают исчезновения вредных микроорганизмов при помощи сока. Улучшение качества воздуха при помощи растений в офисах показывает, что кашель уменьшается на тридцать процентов, а сухость в горле и раздражение на двадцать четыре процента. Растения чистят воздух за счет поглощения загрязняющих веществ листьями и передают токсины своим корням, где они превращаются в пищу для растений [1]. С чистым воздухом в офисных зданиях у работников гораздо меньше шансов заболеть, ведь комнаты с озеленением содержат на 50 % или даже на 60 % меньше бактерий и плесени в воздухе, чем комнаты без него.

Играет роль естественной изоляции для экономии энергии сооружения. Косвенно, живые стены снижают потребности в кондиционировании воздуха, ввиду этого уменьшается потребление энергии городских зданий за счет охлаждения городов. Зеленая стена способна уменьшать температуру зданий в летний период и изолировать их в зимний период. Зимой вечнозеленые виды предлагают степень изоляции путем захвата слоя воздуха у фасада и снижения потерь тепловой конвекции. Изоляционный эффект был зафиксирован до 30 %, хотя такой высокий процент вероятен только тогда, когда температура ниже 0. Экономия энергии менее значительна на хорошо изолированных зданиях, например, со стенками из полого кирпича. В течение лета, горячие стены

заставляют температуру подниматься внутри зданий, растет спрос на системы охлаждения и потребляется больше энергии. Поверхность зеленой стены, покрытая растениями, снижает температуру стенки и тепловую нагрузку на здание. Зеленые стены способны повлиять на понижение температуры стены, вплоть до 15 °С, что способствует значительной экономии в расходах на кондиционирование помещений. В Токийском технологическом институте проводилось тестирование стены, было обнаружено, что зеленые стеновые панели снижают температуру стены до 10 °С. Был также сделан вывод, что панель зеленой стены уменьшает передачу энергии в здание по ~ 0,24 кВт/м². Расчет экономических выгод от зеленой стены существенно зависит от расположения стены и самого здания по сторонам света, солнечной инсоляции, розы ветров и многих других факторов [1].

Повышенная устойчивость к вредителям и болезням. Поскольку все растения высажены вертикально, большинство насекомых, являющихся разносчиками болезней, не смогут даже добраться до культур. Из этого следует, что практически не будет проблем с насекомыми, атакующими зелень, и нет необходимости тратить химические вещества и использование пестицидов и инсектицидов. Помимо этого, вокруг вертикального сада хорошо циркулирует воздух, и все ростки также получают достаточное количество солнечного света, тем самым существует гораздо меньше риска для растений, хворающих от грибков, плесени или болезней.

Озеленение территорий снижает уровень стресса, создавая атмосферу спокойствия. Вертикальные сады показали, что восстановительное воздействие природных пейзажей задерживает на себе внимание зрителя, отвлекает их от осознания себя и от тревожных мыслей и вызывает состояние медитации. Они обеспечивают духовное и физическое единение с природой, а также помогают облегчить физиологическое и психологическое давление городской среды на жизнь человека. Красота и эстетика зеленой стены может освободить наш разум и значительно снизить физическую усталость. Например, наличие растений в офисе не только уменьшает стресс, но и помогает повысить производительность работников.

Участники исследования Surrey University и Texas A&M University также сообщают, что чувствуют себя более внимательными, когда присутствуют растения. Те участники, которые работали в среде без растений, были на 12 % менее производительными и больше подвержены стрессу и болезням, чем те, кто работал в офисах с какими-либо растениями [1].

Увеличивает значимость жилого или общественного сооружения. Одним из наиболее стремительных и самых экономически выгодных средств для улучшения неблагоприятного восприятия местности, являются растения. Они повышают общественный профиль в зданиях и существенно улучшают визуальные связи в пространстве, а также делают лучше социальные и экономические условия города. Применение вертикальных садов приводит к росту цены на озелененную недвижимость, ввиду заметного увеличения уровня комфортности здания, а также создание широкого признания общественностью, превращая их в необычные, популярные места. Изучения британских и американских ученых демонстрируют, что присутствие зеленых растений способно поднять цену жилья на 6-15 %.

Восстановление природных компонентов в городе для птиц и насекомых. В связи с очень плотной застройкой городов и нехваткой зеленых зон, возникла проблема исчезновения естественных сред обитания для дикой природы, и в принципе, эта проблема не так уж и маловажна. Вертикальные стены, в какой-то степени, могут помочь восполнить баланс зеленых зон для обитания диких животных. Густая, насыщенно цветущая и плотно засаженная стена, разными видами растений, будет привлекать птиц и бабочек. Зеленые стены имеют все шансы в создании благоприятной среды для выживания птиц, пчел и бабочек. Они могут снабдить водой, источником питания, и благоприятным местом для выведения потомства.

Уменьшение городского парникового эффекта. Городской тепловой остров – это район, в котором гораздо теплее, чем в окружающей его загородной территории, преимущественно после обеда, ночью и ранним утром, а также в зимний период. Это связано

с тем, что наши «каменные джунгли» очень быстро прогреваются и удерживают тепло, поэтому в городе всегда теплее на несколько градусов, чем за ним. Для того, чтобы избежать неразберихи с глобальным потеплением, этот феномен исследователи определяют как «городской парниковый эффект». Существует пару факторов, объясняющих парниковый эффект, однако слишком активное развитие городов является первопричиной. В наши дни наиболее известным методом охлаждения мегаполисов считается озеленение территорий. Вертикальные сады охлаждают и борются с парниковым эффектом и значительно уменьшают его, поглощая много тепла в процессе испарения влаги.

Рассматриваемые в статье типологии зеленых фасадов и живых стен – являются основными составляющими термина «Зеленые стены». Зеленая стена – это форма заросших стеновых поверхностей. Важно отметить, что зеленые стены – это не просто поддержка для выращивания растительности в вертикальном направлении или же приятная глазу композиция, но и сложная структура, которая от природы имеет множество функций, назначений и преимуществ, помогающих сделать городскую среду наиболее удобной и благоприятной для пребывания человека. К основным преимуществам зеленых стен относится: естественная изоляция для экономии энергии здания; уменьшение уровня стресса, создание спокойной атмосферы; увеличение ценности жилого или офисного здания; уменьшение городского парникового эффекта. Также, наряду с типологией зеленых фасадов и живых стен существуют структурные концепции самостоятельных зеленых стен в дизайне городской среды: блоки; квадратные стены; рамы; желоба; сетки; соты; песчаные сумки.

Список библиографических ссылок

1. Зеленский В.А. Современные научные исследования и инновации // WEB.SNAUKA.RU: Электронный научно-практический журнал, 2016. Преимущества создания зелёных стен в современной ландшафтной архитектуре городской среды. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/04/67136> (дата обращения: 23.04.2016).
2. 7 Semester Dissertation Bachelor of Architectural Technology and Construction Management GREEN WALLS – Laurent Aupetit Bjerre – 38 с. Дания. 28 ноября, 2011. URL: https://www.ucviden.dk/student-portal/files/10402327/Green_Walls.pdf (дата обращения: 16.10.2015).
3. Gonchar J. Vertical and verdant, living wall systems sprout on two buildings, in Paris and Vancouver, Architectural Record, mcgraw-Hill Construction. 19 февраля, 2007. URL: <http://www.architecturalrecord.com/articles/6665-vertical-and-verdant-living-wall-systems-sprout-on-two-buildings-in-paris-and-vancouver?v=preview> (дата обращения: 22.11.2015).
4. Green roofs for healthy cities. 2008. Introduction to green walls technology, benefits design. – Randy Sharp, James Sable, Flavia Bertram. – 37 с. 2008. URL: http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls.pdf. (дата обращения: 15.12.2015).
5. Köhler M. Green Facades-A view back and some visions, Urban Ecosystem, 2008, Vol. 11. – С. 423-436. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11252-008-0063-x> (дата обращения: 05.04.2016).
6. Thompson J.W., Sorving K.. Sustainable Landscape Construction, 2000, A Guide to Green Building Outdoors. Island Press, Washington D.C. – С. 105-131. URL: http://minskgreen.by/Books/Sorvig_1c.pdf (дата обращения: 10.04.2016).
7. Yeh, Y.P. 2012. Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. National Chung-Hsing University. – 8 с. URL: http://www.nodai.ac.jp/cip/iss/english/9th_iss/fullpaper/3-1-4nchu-yupengyeh.pdf (дата обращения: 10.04.2016).
8. Vertical Gardens Advances in Landscape Architecture – Özgür Burhan Timur and Elif Karaca – Advances in Landscape Architecture, 2013. Глава 22. – С. 587-622. URL: <http://dx.doi.org/10.5772/55763> (дата обращения: 29.02.2016).

Mkhitaryan K.O. – post-graduate student

E-mail: mk92@inbox.ru

Kozhevnikova A.U. – post-graduate student

E-mail: tonya.koz@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

«Green walls» in urban environment design (foreign experience)

Resume

Green Wall with the other name Vertical Garden is the term being used to define all forms of vegetated wall surfaces. Green walls are not only spectacularly beautiful, but also helpful in enlivening the ambiance. Green walls can absorb the heated gas in the air, decrease both indoor and outdoor temperatures, providing a healthier indoor air quality as well as a more beautiful space. They hold or slow rainwater, providing food and shelter for wildlife. Also, Green walls can be constructed with many systems. Green walls can examine two major categories: Green Facades and Living Walls. These categories can be divided into other categories – landscape walls, vegetated mat walls, modular living walls. Green facades are made up of climbing plants either growing directly on a wall or in specially designed supporting structures. The plant shoot system grows up the side of the building while being rooted to the ground. In a living wall the modular panels are often comprised of polypropylene plastic containers, geotextiles, irrigation systems, a growing medium and vegetation. Vertical Gardens provide economic and ecological benefits as well as aesthetic value. The benefits change with options such as different buildings, green wall technologies, plant selections and plant coverage.

Keywords: green walls, living walls, vertical garden, vegetable wall, vertical kitchen garden, living wall, bio wall, green facade, design of architectural environment.

Reference list

1. Zelenskij V.A. Modern scientific research and innovation // WEB.SNAUKA.RU: Electronic scientific journal, 2016. The benefits of creating green walls in modern urban environment landscape architecture. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/04/67136> (reference date: 23.04.2016).
2. Semester Dissertation Bachelor of Architectural Technology and Construction Management GREEN WALLS – Laurent Aupetit Bjerre – 38 p. Denmark. November 28th, 2011. URL: https://www.ucviden.dk/student-portal/files/10402327/Green_Walls.pdf (reference date: 16.10.2015).
3. Gonchar, J. Vertical and verdant, living wall systems sprout on two buildings, in Paris and Vancouver, Architectural Record, mcgraw-Hill Construction. February 19, 2007. URL: <http://www.architecturalrecord.com/articles/6665-vertical-and-verdant-living-wall-systems-sprout-on-two-buildings-in-paris-and-vancouver?v=preview> (reference date: 22.11.2015).
4. Green roofs for healthy cities. 2008. Introduction to green walls technology, benefits design. – Randy Sharp, James Sable, Flavia Bertram, 2008. – 37 p. URL: http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls.pdf. (reference date: 15.12.2015).
5. Köhler M. Green Facades-A view back and some visions, Urban Ecosystem, 2008. Vol 11. – P. 423-436. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11252-008-0063-x> (reference date: 05.04.2016).
6. Thompson J.W., Sorvig K.. Sustainable Landscape Construction, A Guide to Green Building Outdoors. Island Press, Washington D.C., 2000. – P. 105-131. URL: http://minskgreen.by/Books/Sorvig_lc.pdf (reference date: 10.04.2016).
7. Yeh Y.P. Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect. National Chung-Hsing University, 2012. – 8 p. URL: http://www.nodai.ac.jp/cip/iss/english/9th_iss/fullpaper/3-1-4nchu-yupengyeh.pdf (reference date: 10.04.2016).
8. Vertical Gardens Advances in Landscape Architecture – Özgür Burhan Timur and Elif Karaca – Advances in Landscape Architecture. Chapter 22, 2013. – P. 587-622. URL: <http://dx.doi.org/10.5772/55763> (reference date: 29.02.2016).