Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 12 (51). 2016. 20-32

Construction of Unique Buildings and Structures

journal homepage: www.unistroy.spb.ru

Технология вертикального озеленения

А.И. Хуснутдинова[1], О.П. Александрова [2], А.Н. Новик [3]

[1-3]Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
научная статья **doi 10.18720/CUBS.51.2**	Подана в редакцию 07.11.2016	вертикальное озеленение; гражданское строительство; гидропонные системы; зеленое строительство; войлочное озеленение; модульное озеленение; контейнерное озеленение; строительство;

АННОТАЦИЯ

Вертикальное озеленение является декоративным элементом в строительстве. В то время как города становятся все более застроенными, а дороги более загруженными, свободного окружающего пространства становится значительно меньше. Один из способов решения данной проблемы – это вертикальное озеленение, которое способно изменить внешний облик зданий и сооружений, а также поддерживать особый микроклимат в здании. В статье описаны принципы подбора вертикального озеленения, его виды (сплошное и частичное). Рассмотрены технологии возведения трех различных систем и проведена сравнительная характеристика этих систем, а также выполнен расчет средних затрат на установку всех типов систем озеленения, после чего был проведен анализ полученных результатов и выявлена наиболее экономически выгодная система, наиболее удобная в эксплуатации система и наиболее доступная в организации система вертикального озеленения.

Содержание

1. Введение 21
2. Обзор литературы 21
3. Цель и задачи 21
4. Виды вертикального озеленения 21
5. Технология вертикального озеленения 22
6. Сравнительная характеристика систем вертикального озеленения 26
7. Средние затраты на установку систем озеленения 26
8. Выводы 27

Контактный автор:

1.* +7(911)7809403, Alexx1697@mail.ru (Хуснутдинова Александра Ирековна, студент)

2. +7(951)6601746, tiger-302@mail.ru (Александрова Оксана Павловна, студент)

3. +7(911)9804457, novik.anatoliy@inbox.ru (Новик Анатолий Николаевич, к.т.н., доцент)

1. Введение

В наше время проблема нехватки зелени приобретает большой масштаб. Города становятся все более густо населенными и застроенными, дороги - более загруженными транспортными средствами, в то время как свободного окружающего пространства становится значительно меньше. Один из способов решения данной проблемы – это вертикальное озеленение, которое способно изменить внешний облик зданий и сооружений, а также придать особую живописность используемому месту.

Основной функцией вертикального озеленения является терморегулирование, которое обеспечивает сохранение тепла внутри здания зимой и прохладной температуры летом, что значительно сокращает расходы на отопление (кондиционирование). Также вертикальное озеленение способно поддерживать особый микроклимат, что происходит из-за повышения влажности воздуха, и способствует ускоренной переработке углекислого газа в кислород [1-5].

2. Обзор литературы

Тема технологий вертикальных озеленений была изучена разными учеными. Первый человек, который выдвинул идею о переносе зеленой растительности с горизонтальной плоскости в вертикальную, был Питер Бланка. Эта технология известна, как «Вертикальные сады». Так же есть работы различных авторов, которые рассматривают идею вертикального озеленения [6-9]. С каждым годом появляются различные технологии по созданию декоративного оформления фасадов зданий и сооружений. Ученые стремятся создать наиболее эффективную и малозатратную конструкцию на возведение вертикального озеленения.

Несмотря на количество работ по данной теме, сравнение характеристик систем вертикального озеленения всегда актуально. Новизна данной статьи заключается в выявлении наиболее выгодной и наименее затратной для возведения системы вертикального озеленения [6-13].

.

3. Цель и задачи

Целью настоящей работы является сравнение разных технологий вертикального озеленения и выбора наилучших из них по трем параметрам: доступность в организации, минимальные затраты, удобство в эксплуатации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- Рассмотреть виды вертикального озеленения.
- Изучить технологии вертикального озеленения.
- Сделать сравнительную характеристику систем вертикального озеленения.
- Выполнить расчеты на средние затраты при возведении всех типов систем вертикального озеленения.
- Сравнить полученные значения.
- Провести анализ результатов сравнения.

4. Виды вертикального озеленения

Виды вертикального озеленения можно классифицировать по нескольким направлениям, которые обладают некоторыми особенностями.

По приемам вертикальное озеленение делят на 2 группы: сплошное вертикальное озеленения и частичное вертикальное озеленение [2,3,14].

- Сплошное вертикальное озеленения – озеленение, которое часто используется для того чтобы скрыть дефекты здания или замаскировать глухие стены и фасады, на которых практически нет других декоративных элементов. Обычно для такого озеленения характерны вьющиеся растения.
- Частичное озеленение - озеленение, которое несет декоративную функцию. С помощью данного озеленения оформляют фасады зданий и сооружений, располагая его в местах отсутствия оконных и дверных проемов.

Рис 1. Пример сплошного озеленения

Рис 2. Пример частичного озеленения

По принципам подбора композиционных сочетаний вертикальное озеленение делится на 3 группы: по функциональный принципу, экологическому принципу, декоративному принципу [15,16].

- Функциональный принцип подбора – принцип подбора, при котором вертикальное озеленение необходимо в силу различных факторов. Оно может служить для обогащения среды кислородом, тепло регулирования, защиты от шумных улиц и пыли или создания тени. Для того, чтобы растения выполняли эти назначения, следует брать во внимание их природные характеристики: густоту, высоту, плотность листвы.
- Экологический принцип подбора – принцип подбора, при котором главным фактором являются погодные условия, предпочтительные для каждого вида растений: температура, состав и плодородность почвы, а также ориентация здания по сторонам света.
- Декоративный принцип подбора – принцип подбора, при котором вертикальное озеленение должно скрыть недостатки данного здания или, наоборот, подчеркнуть особенность того или иного фасада. При данном подборе очень важна текстура листьев растений, их плотность и продолжительность периода цветения.

Рис 3. Пример функционального принципа подбора (шумоизоляция)

Рис 4. Пример декоративного принципа подбора (подчеркивание особенностей фасада)

5. Технология вертикального озеленения

На сегодняшний день различают несколько основных систем вертикального озеленения, которые распределяются по принципу работы [17-20]:

- Войлочные системы (гидропонные)
- Модульные системы (с использованием субстрата)
- Контейнерные системы (высадка в горшки)

Войлочные системы

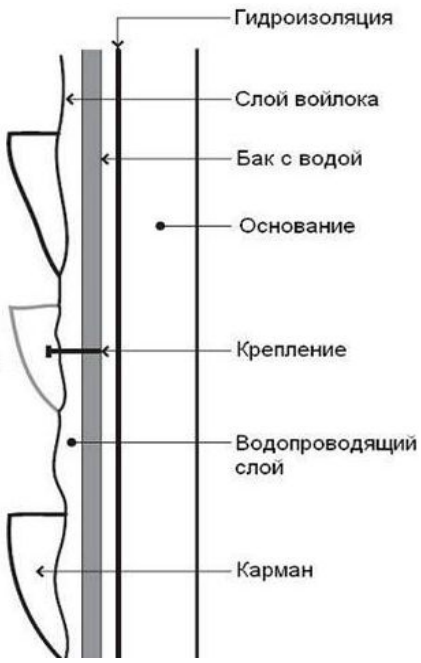

Рис 5. Схема войлочной системы

Наиболее набирающая популярность технология вертикального озеленения - это гидропонная или войлочная технология. В основе конструкции лежит рама, которая прикреплена непосредственно к декорируемому фасаду. На этот металлический каркас устанавливается поливинилхлоридные пластины (ПВХ) по 10 мм. Далее закрепляется слой с войлоком полиамидного волокна, который внешне чем-то похож на сфагнум. Данный слой фиксируется карманами примерно 20*20 см. После чего проводится система дренажа и система автоматизации капельного полива, которые включают в себя небольшие трубы и насосы, поставляющие воду и различные удобрения для растительности. [17, 21-29].

Рис 6. Пример войлочного кармана с водопроводящим слоем

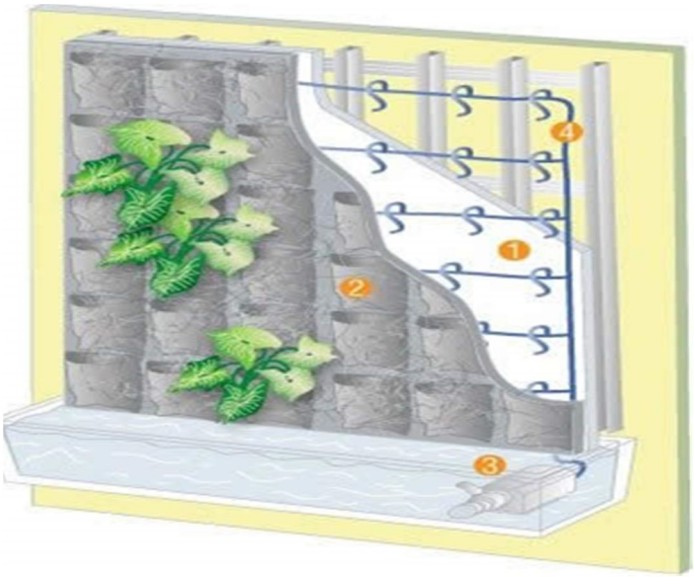

Рис 7. Пример войлочной системы 1) ПВХ; 2) Войлочные карманы; 3) Таймер подачи воды; 4) Система труб

Модульные системы

Рис 8. Схема модульной системы

Модульная система озеленения пришла в повседневную жизнь относительно недавно. Рассмотрим ее технологию. На интересующем нас фасаде устанавливается специальная рама, после чего прикручиваются вертикальные стойки с кронштейнами для фиксации модулей с заблаговременно выбранным шагом конструкции. Далее разворачиваем гидропонную систему орошения и проводим наладку освещения. Система полива модулей, достаточно, удобна, так как она может быть встроена в конструкцию панели совершенно любой формы [20-29].

В модулях используются особые, заранее выращенные растения. Их особенность заключается в том, что они приспособлены исключительно для вертикального роста. Сгруппировывая модули друг с другом, ландшафтные дизайнеры получают оригинальные узоры и орнаменты из растительности, которые, как правило, проектируют предварительно.

Рис 9. Примеры модулей

Контейнерные системы

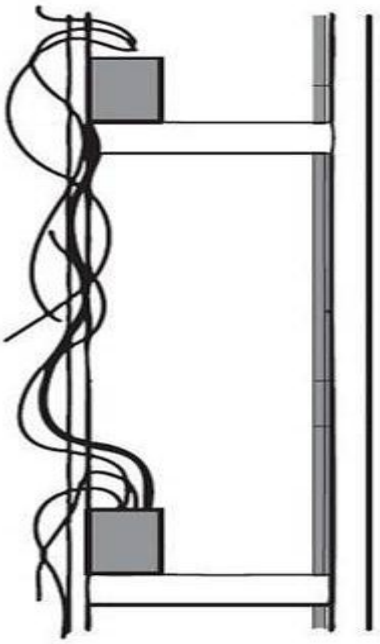

Рис 10. Схема контейнерной системы

Одной из самых известных технологий вертикального озеленения – это система контейнерного озеленения. Основа конструкции в данной системе – это несущий гидроизолированный металлический каркас, который подразделяется на три вида:

- Каркасная сетка
- Встроенный каркасный стеллаж
- Переносной каркасный стеллаж с направляющими

Непосредственно на самом каркасе фиксируется система полива, которая представляет собой огромную сеть из пустотелых труб, и предварительно спроектированных горшков с почвенным субстратом, в которые впоследствии высаживают растения. Для каждого горшка проводится личная оросительная трубка для подачи воды и удобрений. Как правило, данная система полива подключается к системе водоснабжения и канализации. Зачастую данные каркасные конструкции оснащаются дополнительным освещением [30].

Наиболее подходящие растения для озеленения в горшках – это ампельные растения с длинным гибким стеблем, которые очень красиво смотрятся на подвесных конструкциях.

а) б) в)

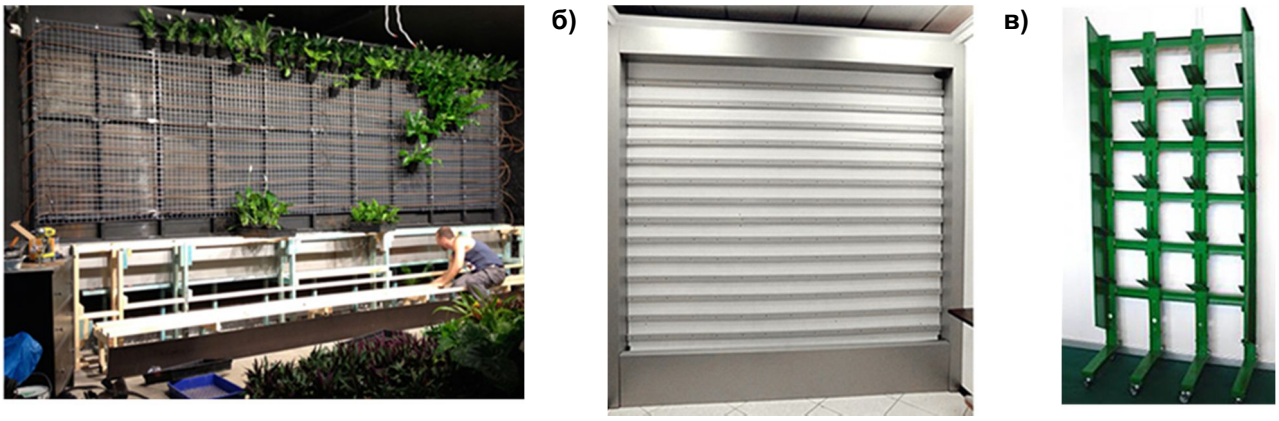

Рис 11. Пример контейнерной системы: а) Каркасная сетка; б) Встроенный каркасный стелла; в) Переносной каркасный стеллаж с направляющими

6. Сравнительная характеристика систем вертикального озеленения

Для наглядности, составим сравнительную таблицу систем вертикального озеленения:

Таблица 1. Сравнительная характеристика систем вертикального озеленения

Критерий сравнения	Войлочная система	Модульная система	Контейнерная система
Способ монтажа	Войлочные карманы	Заготовленные модули	Контейнеры (горшки)
Система полива	Гидропонная система полива	Гидропонная система полива	Система труб, подведенная к системе водоснабжения
Система дренажа	Осуществляется	Не осуществляется	Не осуществляется
Эксплуатационный уход	Простой	Простой	Трудный
Возможность изменять декорацию	Войлочную стену невозможно изменить, нужно производить демонтаж	Изменение декорации посредством перестановки модулей	Изменение декорации путем перемещения контейнеров в различных комбинациях
Влияние системы на окружающую среду	Почти не приносит вреда	Почти не приносит вреда	Загрязняет окружающую среду (выветривание грунта из контейнера и осыпание его на землю)
Вид используемого озеленения	Сплошное озеленение, частичное озеленение (редко)	Сплошное озеленение (редко), частичное озеленение	Сплошное озеленение, частичное озеленение

Проанализировав данные из таблицы 1, можно заметить, что наиболее удачной системой озеленения для сплошных, глухих стен и фасадов является войлочная система озеленения. Она также подойдет и для стен, на которых нужно скрыть различного вида дефекты. Для озеленения частичного декорирования лучше всего подойдет модульная система озеленения, так как она обладает наиболее высокими художественно-декоративными свойствами. Для ландшафтного озеленения предпочтительнее всего будет контейнерная система. Также эта система будет удобной при оформление выступных частей здания.

7. Средние затраты на установку систем озеленения

Для определения экономической целесообразности проведем расчет средних затрат на установку систем озеленения на заданной нами стене площадью 4*6 м:

Таблица 2. Средние затраты на установку войлочной системы озеленения

Наименование	*Кол-во*	*Цена за шт, руб**	*Цены за все, руб*
Бак с водой	*1 шт*	*3200*	*3200*
Труба 16”	*140 м*	*100*	*14000*
*Карманы войлочные 200*200 мм*	*600 шт*	*1,89*	*1134*
ПВХ	*4 шт*	*9905*	*39620*
Гидрогель	*9 кг*	*1300*	*11700*
*Профиль стоечный 3000*100*50 мм*	*19 шт*	*180*	*3420*
Крепление для профиля	*35 шт*	*38*	*1330*
Таймер подачи воды	*1 шт*	*4024*	*4024*
Итого:			***78428***

Таблица 3. Средние затраты на установку модульной системы озеленения

Наименование	*Кол-во*	*Цена за шт, руб**	*Цены за все, руб*
Труба 16”	*75 м*	*100*	*7500*
*Фитомодули 400*420*32 мм*	*140 шт*	*5000*	*700000*
ПВХ	*4 шт*	*9905*	*39620*
Гидрогель	*4 кг*	*1300*	*5200*
*Профиль стоечный 3000*100*50 мм*	*19 шт*	*180*	*3420*
Крепление для профиля	*35 шт*	*38*	*1330*
Кронштейн для крепления модуля	*280 шт*	*24*	*6720*
Таймер подачи воды	*1 шт*	*4024*	*4024*
Итого:			***767814***

Таблица 4. Средние затраты на установку контейнерной системы озеленения

Наименование	*Кол-во*	*Цена за шт, руб**	*Цены за все, руб*
Держатель для труб 16”	*270 шт*	*18*	*4860*
Т-образный зубчатый фитинг 16”	*600 шт*	*71*	*42600*
Г-образный зубчатый фитинг 16”	*59 шт*	*68*	*4012*
Заглушка 16”	*1 шт*	*11*	*11*
*Капельный наконечник 5*3*	*600 шт*	*15*	*9000*
Труба 16”	*140 м*	*100*	*14000*
*Контейнер (горшок) 200*200*200 мм*	*600 шт*	*32*	*19200*
Каркасная сетка	*2 шт*	*754*	*1508*
Грунт	*2100 л*	*8,2*	*17220*
*Профиль стоечный 3000*100*50 мм*	*19 шт*	*180*	*3420*
Крепление для профиля	*35 шт*	*38*	*1330*
Таймер подачи воды	*1 шт*	*4024*	*4024*
Итого:			***121185***

*- представлены средние цены взятые на 12.10.2016 [30-37,42]

Из полученных результатов видно, что самой дешевой является войлочная система, а самой дорогой – модульная. Таким образом, если посчитать в процентном соотношении, то войлочная система составляет всего 10,21% затрат, а контейнерная система 15,78% затрат от всех затрат при установке модульной системы. Следовательно, наиболее выгодно с экономической стороны использовать войлочную технологию озеленения на больших площадях.

8. Выводы

- Рассмотрены виды вертикального озеленения и классифицированы по нескольким направлениям: по приемам и по принципам подбора.
- Изучена технология вертикального озеленения. Описаны все виды систем.
- Составлены таблица и по ней сделана сравнительная характеристика систем вертикального озеленения. Выявлены недостатки и достоинства каждой технологии.
- Выполнены расчеты на средние затраты при возведении всех типов систем вертикального озеленения, которые показали, что самой дорогой является модульная технология озеленения, а самой дешевой - войлочная.

Таким образом, наиболее доступной в организации системой вертикального озеленения является контейнерная система. На установку данной системы потребуется меньше всего подготовительных работ,

она состоит из вполне доступных компонентов; горшки хорошо перемещаются для смены декорации; каркасную сетку можно убрать в любой момент за ненадобностью. Самый большой недостаток этой системы – эксплуатационный уход. Нужно постоянно следить за свежестью грунта, удобрять его всячески и проверять на наличие насекомых.

Самой недорогой технологией озеленения оказалась войлочная технология. Она очень удобна при эксплуатационном уходе. Она включает в себя автоматическую систему полива и подвода удобрения, что во много раз облегчает обслуживание данной технологии. Минус этой системы в том, что она не подвергается видоизменению и, соответственно, нельзя изменить декоративную стену или фасад, нужно производить полный демонтаж.

Очень удобной в эксплуатации является модульная система, она также, как и войлочная основана на гидропонной системе полива, что дает ей непременное превосходство над контейнерной технологией озеленения. Также модульная система очень хорошо подвержена декоративным преобразованиям. Модули можно легко менять местами, заполнять другими растениями или вообще убирать с фасада. Нет никаких проблем с грунтом, так как в модулях находится специальный субстрат. Главный недостаток технологии – это стоимость данной системы.

Таким образом, на данный момент времени еще не существует системы вертикального озеленения, которая была бы единственной универсальной системой для всех случаев.

Литература

[1]. Брыкова Н.А. Проблема вертикального озеленения в исторической застройке города // Строительство и архитектура – 2015, Ростов-на-Дону, с.81-83

[2]. Марченко М.Н., Давыдова Я.А. Вертикальное озеленение и его роль в формировании архитектурной среды города // Научный альманах/2016 N4-4(18) с.397-404

[3]. Слесарев П.В. Вертикальное озеленение городской застройки и сооружений // ACADEMY/2016 №8(11) с.16-17

[4]. Perez G., Coma J., Martorell I., Cabeza L.F. Vertical greenery systems (VGS) for energy saving in buildings: a review. Renewable and sustainable energy reviews. 2014. Pp. 139-165

[5]. Othman A. R., Sahidin N. Vertical greening façade as passive approach in sustainable design. Procedia – social and behavioral sciences. 2016. Pp. 845-854

[6]. Брагина В.И, Белова З.П, Сидоренко В.М. Вертикальное озеленение зданий и сооружений. Киев: Будівельник, 1980 – 173 с.

[7]. Улейская П.Н Вертикальное озеленение. Фитон+ 2001г. 224с

[8]. Завадская Л.В. Вертикальное озеленение. Москва: издательский дом МСП, 2005 – 128 с.

[9]. Perez G., Coma J., Perez G., Urrestarazu M., Cabeza L.F. Vertical greenery systems for energy savings in buildings: a comparative study between green walls and green facades. Building and environment. 2016. Pp. 228-237

[10]. Rodrigues T.A. Vertical gardens and green walls are becoming popular. AGRIS. 2014. Pp. 42-45

[11]. Земскова Е.Р., Воронина Л.В., Юртаева Н.М. Практические аспекты применения вертикального озеленения в управлении и планировании городского хозяйства // Электронный научный журнал. Международный студенческий научный вестник. 2016

[12]. Рубцов Л.И., Лаптев А.А. Справочник по зеленому строительству. Киев: Будівельник, 1968 – 280 с

[13]. Son J.E., Kim H.J, Ahn T.I. Hydroponic Systems. Plant Factory. An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. Chapter 17. 2016. Pp. 213–221

[14]. Адамчик Г.А. Перспективы применения вертикального озеленения в условиях города Владивостока // Вестник инженерной школы ДВФУ. 2013 №3(16) с.98-109

[15]. Булдакова Е.А. Современные приемы организации зеленных зон в уплотненной застройке города // Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации»

[16]. Ефимцев Д.А. Вертикальное озеленение. Вестник гражданских инженеров. 2012 №4(33) с.30-33

[17]. Козеева А.А. Технологии вертикального озеленения // Вестник ландшафтной архитектуры. 2016 №7 с.32-34

[18]. Козеева А.А., Пирогова К.И. Живые стены: история и современность // Вестник ландшафтной архитектуры. 2015 №6 с.84-87

[19]. Электронный источник: преимущество блочной технологии [Электронный ресурс]. URL: http://www.promgidroponica.ru/index.php?q=node/283 (дата обращения: 06.10.2016).

[20]. Davis M.J.M., Ramirez F., Perez M.E. More than just a green façade: vertical gardens as active air conditioning units. Procedia Engineering 145. 2016. Pp.1250-1257

[21]. Соколова А.Н, Садовская А.В. Эволюция проектирования вертикального озеленения в экстерьерах задний // Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет» с.306-308

[22]. Salas M.C., Verbejo M.M., Sanckez A., Guzman M., Valenzuela J.L., Montero J.L. Vertical gardening. Adaptation of hydroponic systems and ornamental species. International Society for Horticultural Seience. 2014. Pp. 1153-1160

[23]. Anderson M., Suafford M. Hydroponic Garden Promotes Hands-on Learning, Healthy Eating. Journal Articles, Reports Descriptive. 2011. Pp. 52-55

[24]. Julinor Helmut. Hydroponic Gardening. Orbit 35, 7, 5. 1976. Pp. 12-14

[25]. Электронный источник: конструкции вертикального озеленения [Электронный ресурс]. URL: http://1landscapedesign.ru/rasteniya/vertikalnoe-ozelenenie-konstrukcii.html#oglavlenie0 (дата обращения: 06.10.2016).

[26]. Электронный источник: фитомодули [Электронный ресурс]. URL: http://zelenoesolnce.ru/produkcziya/hydrofalls.html (дата обращения: 06.10.2016).

[27]. Manso M., Casto-Gomes J. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and sustainable energy reviews. 2015. Pp.863-871

[28]. Perini K., Rosasco P. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and environment. 2013. Pp. 110-121

[29]. Электронный источник: горшки и емкости для выращивания растений [Электронный ресурс]. URL: https://www.maxidom.ru/catalog/tovary-dlja-sada-i-otdykha/gorshki-i-emkosti-dlja-vyrashhivanija-rastenijj/ (дата обращения: 12.10.2016).

[30]. Электронный источник: конструкция для вертикального озеленения [Электронный ресурс]. URL: http://www.pulscen.ru/price/110902-konstruktsii-dlya-vertikalnogo-ozeleneniya (дата обращения: 12.10.2016).

[31]. Электронный источник: вертикальное озеленение [Электронный ресурс]. URL: http://alivotec.ru/vertikalnoe-ozelenenie/ (дата обращения: 12.10.2016).

[32]. Электронный источник: продажа листового ПВХ для строительства [Электронный ресурс]. URL: http://www.plasticvsem.ru/pvh_listovoy_vspen/ (дата обращения: 12.10.2016).

[33]. Электронный источник: горшочки для растений [Электронный ресурс]. URL: http://www.banggood.com/ru/Wholesale-Garden-Pots-And-Planters-c-2504.html (дата обращения: 12.10.2016).

[34]. Электронный источник: фитомодуль 104х73см для вертикального озеленения [Электронный ресурс]. URL: http://productcenter.ru/products/22999/fitomodul-104kh73-sm-dlia-viertikalnogo-ozielienieniia-green-cover-21 (дата обращения: 12.10.2016).

[35]. Электронный источник: пластина ПВХ [Электронный ресурс]. URL: http://store.zecho.ru/plastik-pvh.php (дата обращения: 12.10.2016).

[36]. Электронный источник: купить ПВХ [Электронный ресурс]. URL: https://russian.alibaba.com/g/pvc-plate.html (дата обращения: 12.10.2016).

[37]. Электронный источник: виды вертикального озеленения [Электронный ресурс]. URL: http://www.7dach.ru/Ma-xa/vertikalnoe-ozelenenie-udarim-obemom-zeleni-po-nashim-6-ti-sotkam-279.html (дата обращения: 06.10.2016).

[38]. Электронный источник: зеленые фасады [Электронный ресурс]. URL: http://o-p-i.ru/stroitelnoe-proektirovanie/stati-i-publikatsii/14-staticheskie-stranitsy/proektirovanie/stati-i-publikatsii/979-zelenye-fasady-patrika-blanka (дата обращения: 06.10.2016).

[39]. Электронный источник: системы озеленения стен [Электронный ресурс]. URL: http://www.tsvetnik.info/rooftop/15.htm (дата обращения: 06.10.2016).

[40]. Электронный источник: системы озеленения стен [Электронный ресурс]. URL: http://zelenastena.ru/informatsiya/54-sistemy-ozeleneniya-sten (дата обращения: 06.10.2016).

[41]. Электронный источник: технологии вертикального озеленения [Электронный ресурс]. URL: http://www.orliwall.ru/technology-soil.html (дата обращения: 06.10.2016).

[42]. Электронный источник: гидрогель [Электронный ресурс]. URL: https://www.maxidom.ru/catalog/tovary-dlja-sada-i-otdykha/udobrenija-i-grunty/geli-vodnye/1000967796/ (дата обращения: 12.10.2016).

The technology of vertical gardening

A.I. Khusnutdinova [2], O.P. Aleksandrova [2], A.N. Novik [3]

[1-3]Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

scientific article

doi: 10.18720/CUBS.51.2

Articlehistory

Received 07.11.2016

Keywords

vertical gardening;
civil engineering;
hydroponic system;
green building;
Felt landscaping;
modular landscaping;
container gardening;
building;

ABSTRACT

Vertical gardening is a decorative element in the construction. While cities become increasingly built up and downloaded over the road, the free surrounding area is greatly reduced. One way to solve this problem - it is vertical gardening, which is able to change the external appearance of buildings and structures, as well as to maintain a special microclimate in the building. The article describes the principles of selection of vertical gardening, its types (continuous and partial). The technology of erection of three different systems and the comparative characteristics of these systems, as well as calculated the average cost for the installation of all types of planting systems, and then analyzed the results and found the most cost-effective system, the most easy-to-use system, and the most accessible in organization system of vertical gardening.

Контактный автор:

1.* *+7(911)7809403, Alexx1697@mail.ru* (Alexandra Khusnutdinova, Student)

2. +7(951)6601746, tiger-302@mail.ru (Oksana Aleksandrova, Student)

3. +7(911)9804457, novik.anatoliy@inbox.ru (Anatoly Novik, Ph.D., Associate Professor)

References

[1]. Brykova N.A. Problema vertikalnogo ozeleneniya v istoricheskoy zastroyke goroda [The problem of vertical gardening in the historical building of the city] // Stroitelstvo i arkhitektura – 2015, Rostov-na-Donu, s.81-83 (rus)

[2]. Marchenko M.N., Davydova Ya.A. Vertikalnoye ozeleneniye i yego rol v formirovanii arkhitekturnoy sredy goroda [Vertical gardening and its role in shaping the architectural environment of the city]. Nauchnyy almanakh/2016 N4-4(18) s.397-404 (rus)

[3]. Slesarev P.V. Vertikalnoye ozeleneniye gorodskoy zastroyki i sooruzheniy [Vertical gardening urban development and construction]. ACADEMY/2016 №8(11) s.16-17 (rus)

[4]. Perez G., Coma J., Martorell I., Cabeza L.F. Vertical greenery systems (VGS) for energy saving in buildings: a review. Renewable and sustainable energy reviews. 2014. Pp. 139-165

[5]. Othman A. R., Sahidin N. Vertical greening façade as passive approach in sustainable design. Procedia – social and behavioral sciences. 2016. Pp. 845-854

[6]. Bragina V.I, Belova Z.P, Sidorenko V.M. Vertikalnoye ozeleneniye zdaniy i sooruzheniy [Vertical greening of buildings and structures]. Kiyev: Budivelnik, 1980 – 173 s. (rus)

[7]. Uleyskaya P.N Vertikalnoye ozeleneniye [Vertical greening]. Fiton+ 2001g. 224s (rus)

[8]. Zavadskaya L.V. Vertikalnoye ozeleneniye [Vertical greening]. Moskva: izdatelskiy dom MSP, 2005 – 128 s. (rus)

[9]. Perez G., Coma J., Perez G., Urrestarazu M., Cabeza L.F. Vertical greenery systems for energy savings in buildings: a comparative study between green walls and green facades. Building and environment. 2016. Pp. 228-237

[10]. Rodrigues T.A. Vertical gardens and green walls are becoming popular. AGRIS. 2014. Pp. 42-45

[11]. Zemskova Ye.R., Voronina L.V., Yurtayeva N.M. Prakticheskiye aspekty primeneniya vertikalnogo ozeleneniya v upravlenii i planirovanii gorodskogo khozyaystva [Practical aspects of application of vertical greening to management and urban planning] // Elektronnyy nauchnyy zhurnal. Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik. 2016 (rus)

[12]. Rubtsov L.I., Laptev A.A. Spravochnik po zelenomu stroitelstvu [Handbook of green building]. Kiyev: Budivelnik, 1968 – 280 s (rus)

[13]. Son J.E., Kim H.J, Ahn T.I. Hydroponic Systems. Plant Factory. An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. Chapter 17. 2016. Pp. 213–221

[14]. Adamchik G.A. Perspektivy primeneniya vertikalnogo ozeleneniya v usloviyakh goroda Vladivostoka [Prospects for the use of vertical gardening in the city of Vladivostok] // Vestnik inzhenernoy shkoly DVFU. 2013 №3(16) s.98-109 (rus)

[15]. Buldakova Ye.A. Sovremennyye priyemy organizatsii zelennykh zon v uplotnennoy zastroyke goroda [Modern methods of the organization of green zones in dense city development]. Elektronnyy nauchno-prakticheskiy zhurnal «Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii» (rus)

[16]. Yefimtsev D.A. Vertikalnoye ozeleneniye [Vertical greening]. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2012 №4(33) s.30-33 (rus)

[17]. Kozeyeva A.A. Tekhnologii vertikalnogo ozeleneniya [Technology of vertical gardening] Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2016 №7 s.32-34 (rus)

[18]. Kozeyeva A.A., Pirogova K.I. Zhivyye steny: istoriya i sovremennost [Living wall: history and modernity] // Vestnik landshaftnoy arkhitektury. 2015 №6 s.84-87 (rus)

[19]. Preimushchestvo blochnoy tekhnologii [Online]. URL:http://www.promgidroponica.ru/index.php?q=node/283 (data obrashcheniya: 06.10.2016). (rus)

[20]. Davis M.J.M., Ramirez F., Perez M.E. More than just a green façade: vertical gardens as active air conditioning units. Procedia Engineering 145. 2016. Pp.1250-1257

[21]. Sokolova A.N, Sadovskaya A.V. Evolyutsiya proyektirovaniya vertikalnogo ozeleneniya v eksteryerakh zadniy [The evolution of the design vertical gardening in exterior rear]. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. FGBOU VPO «Rostovskiy gosudarstvennyy stroitelnyy universitet» s.306-308 (rus)

[22]. Salas M.C., Verbejo M.M., Sanckez A., Guzman M., Valenzuela J.L., Montero J.L. Vertical gardening. Adaptation of hydroponic systems and ornamental species. International Society for Horticultural Seience. 2014. Pp. 1153-1160

[23]. Anderson M., Suafford M. Hydroponic Garden Promotes Hands-on Learning, Healthy Eating. Journal Articles, Reports Descriptive. 2011. Pp. 52-55

[24]. Julinor Helmut. Hydroponic Gardening. Orbit 35, 7, 5. 1976. Pp. 12-14

[25]. Konstruktsii vertikalnogo ozeleneniya [Online]. URL:http://1landscapedesign.ru/rasteniya/vertikalnoe-ozel.. (reference date: 06.10.2016). (rus)

[26]. Fitomoduli [Online]. URL:http://zelenoesolnce.ru/produkcziya/hydrofalls.html (reference date: 06.10.2016). (rus)

[27]. Manso M., Casto-Gomes J. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and sustainable energy reviews. 2015. Pp.863-871

[28]. Perini K., Rosasco P. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and environment. 2013. Pp. 110-121

[29]. Gorshki i yemkosti dlya vyrashchivaniya rasteniy [Online]. URL:https://www.maxidom.ru/catalog/tovary-dlja-sada-i-otd.. (reference date: 12.10.2016). (rus)

[30]. Konstruktsiya dlya vertikalnogo ozeleneniya [Online]. URL:http://www.pulscen.ru/price/110902-konstruktsii-dlya-. (reference date: 12.10.2016). (rus

[31]. Vertikalnoye ozeleneniye [Online]. URL: http://alivotec.ru/vertikalnoe-ozelenenie/ (reference date: 12.10.2016). (rus)

[32]. Prodazha listovogo PVKh dlya stroitelstva [Online]. URL:http://www.plasticvsem.ru/pvh_listovoy_vspen/ (reference date: 12.10.2016). (rus)

[33]. Gorshochki dlya rasteniy [Online]. URL: http://www.banggood.com/ru/Wholesale-Garden-Pots-And-. (reference date: 12.10.2016). (rus)

[34]. Fitomodul 104kh73sm dlya vertikalnogo ozeleneniya [Online]. URL:http://productcenter.ru/products/22999/fitomodul-104k.. (reference date: 12.10.2016). (rus)

[35]. Plastina PVKh [Online]. URL: http://store.zecho.ru/plastik-pvh.php (reference date: 12.10.2016). (rus)

[36]. Kupit PVKh [Online]. URL: https://russian.alibaba.com/g/pvc-plate.html (reference date: 12.10.2016). (rus)

[37]. Vidy vertikalnogo ozeleneniya [Online]. URL: http://www.7dach.ru/Ma-xa/vertikalnoe-ozelenenie-udar. (reference date: 06.10.2016). (rus)

[38]. Zelenyye fasady [Online]. URL: http://o-p-i.ru/stroitelnoe-proektirovanie/stati-i-pu. (reference date: 06.10.2016). (rus)

[39]. Sistemy ozeleneniya sten [Online]. URL: http://www.tsvetnik.info/rooftop/15.htm (reference date: 06.10.2016). (rus)

[40]. Sistemy ozeleneniya sten [Online]. URL: http://zelenastena.ru/informatsiya/54-sistemy-ozelene. (reference date: 06.10.2016). (rus)

[41]. Tekhnologii vertikalnogo ozeleneniya [Online]. URL: http://www.orliwall.ru/technology-soil.html (reference date: 06.10.2016). (rus)

[42]. Gidrogel [Online]. URL:https://www.maxidom.ru/catalog/tovary-dlja-sada-i-otd. (reference date: 12.10.2016). (rus)

Хуснутдинова А.И., Александрова О.П., Новик А.Н., Технология вертикального озеленения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №12 (51). С. 20-32.

Khusnutdinova A., Aleksandrova O., Novik A. The technology of vertical gardening. Construction of Unique Buildings and Structures, 2016, 12 (51), Pp. 20-32. (rus)