

**Всероссийский конкурс
Юношеских исследовательских работ
им. В. И. Вернадского**

**Создание облицовочных фасадных панелей
«Лиана», используемых в системах навесных
вентилируемых фасадов.**

Направление «Инженерная экология»

Автор:

**Высоцкая Мария Евгеньевна
учащаяся 9 класса
ОГБОУ «Лицей 9
г. БЕЛГОРОДА»
Белгородской области**

Научный руководитель:

**Учитель физики
Щербакова Евгения
Станиславовна**

2021 г.

1. Введение.

Развитие современной цивилизации удаляет человека от природы. По данным ООН, на конец 2018 г., в городах проживало 4,2 млрд. человек (55% от всего населения Земли) и эта цифра продолжает расти.

Активная техногенная деятельность человека привела к разрушению биосферы и формированию техносферы. Однако сохранение физического и психологического здоровья человека требует создания благоприятной среды обитания с преобладанием природных компонентов. Поэтому особо актуальна проблема сосуществования биосферы и урбосферы.

Одним из противоречий сосуществования этих сфер является взаимодействие зданий и растений-лиан. С одной стороны, растения – лианы защищают стены от внешнего воздействия и создают особый микроклимат внутри помещения, с другой - корневая система разрушает само здание.

Решая эту проблему, я поставила **цель**: разработать авторскую фасадную панель «Лиана», которая будет одновременно облицовочной и создаст жизненное пространство для растений – лиан.

Она должна: быть безопасной для человека и фауны; иметь экологическую и пожарную безопасность; быть экономически выгодной.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**: рассмотреть экономическую целесообразность проекта; провести социологический опрос; ознакомиться с видами растений для фасадного озеленения и способами организации вертикального озеленения; ознакомиться с видами фасадных панелей и принципами вентилируемого фасада; разработать документацию авторской фасадной панели «Лиана». Была составлена дорожная карта проекта (ПРИЛОЖЕНИЕ А).

2. Практическая часть работы.

Растения-лианы создают благоприятный климат в помещении. Следовательно, отпадает надобность в кондиционерах. Это не только экономически выгодно, но и улучшает экологическую ситуацию. Проведённый

социологический опрос показал, что практически все респонденты хотели бы жить в доме, стены которого обвиты растением-лианой.

При подготовке проекта был изучен видовой состава и особенности растений-лиан, культивируемых в Российской Федерации. Установлено, что наиболее подходящими являются Кавказский плющ и Пятилисточковый Девичий виноград. Были рассмотрены два существующих подхода к вертикальному озеленению зданий - вентилируемый фасад и невентилируемый фасад. В основу изобретения фасадных панелей «Лиана» положен принцип вентилируемого фасада.

Описание изделия «Авторская фасадная панель «Лиана»».

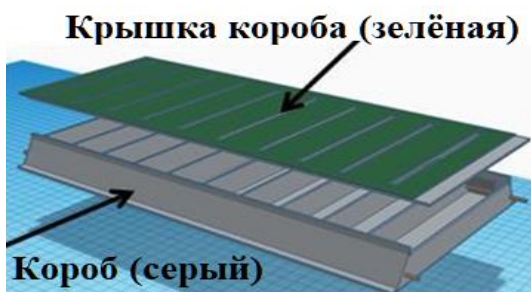


Рис. 1 Элементы панели «Лиана»

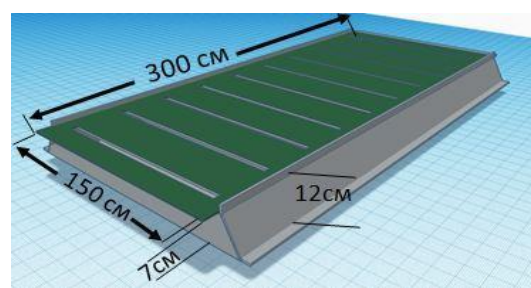


Рис. 2 Размеры панели «Лиана»

Фасадная панель «Лиана» состоит из короба и крышки короба (рис.1).
Размер панели указаны на рисунке 2.

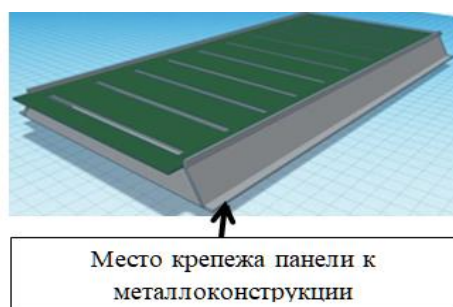


Рис. 3 Вид фасадной панели «Лиана» с местами крепления.

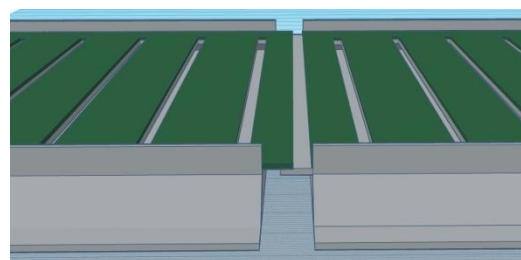


Рис. 4 Соединение фасадных панелей

Крышка герметично крепится к коробу (рис. 3). Крепление осуществляется в производственном цеху, путём прессования. Нижняя панель короба шире всей конструкции, это место крепежа панели к профилю. Крышка короба имеет специальные замки для соединения панелей между собой (рис. 4). Соединяемые плоскости обрабатываются клеевым составом. Рекомендован

двухкомпонентный полиуретановый или однокомпонентный МС полимерный клей.

Внутренний короб (рис. 5) состоит из 10 одинаковых секций. Внутренний размер 1 секции указан на рисунке 6. На крышке секции есть прорезь 5см×110см, на расстоянии 15см от нижнего края крышки ящика (рис. 7). Прорезь предназначена для проникновения корней-зацепок вглубь секции.



Рис. 5 Вид сверху



Рис. 6 Внутренние размеры одной секции фасадной панели «Лиана»



Прорезь в крышке короба.

Рис. 7 Вид сверху на одну секцию фасадной панели «Лиана»

В каждой секции сверху прорезь для подачи воды в секцию, снизу – для оттока излишков воды и для подачи в нижестоящую секцию (рис. 8).

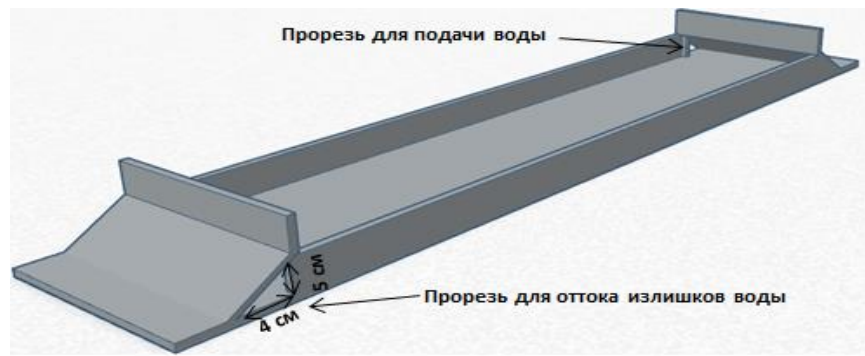


Рис. 8 Устройство системы полива корней зацепок

Подача воды в фасадную панель осуществляется через специальный отвод, который монтируется в общедомовую систему водоснабжения. Для этого используем трубы из полиэтилена низкого давления (трубы ПНД). Вода естественно стекает от верхней секции к нижней, в отсеке каждой секции короба создаётся запас воды, которая питает корни-зацепки за счёт последующего испарения.

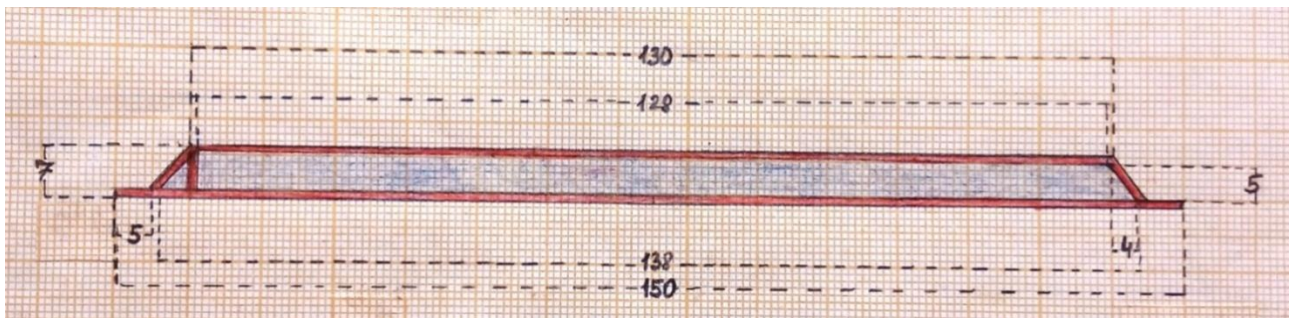


Рис. 9 Чертёж нижней части отсека для воды.

Нижняя часть одной секции панели «Лиана», заполняемая водой, имеет форму прямоугольной трапеции. Площадь трапеции: $S = \frac{1}{2}h(a+b)$, где a – большее основание, b – меньшее основание, h – высота трапеции.

$$a = 1,38\text{м} - 0,04\text{м} = 1,34\text{м}; b = 1,28\text{м}; h = 0,05\text{м};$$

$$S = \frac{1}{2} \times 0,05 \times (1,34 + 1,28) = 0,0655\text{м}^2$$

В одну секцию (рис. 9) заливаем слой воды высотой 1 см. Объём воды в одной секции фасадной панели будет $V = 0,0655\text{м}^2 \times 0,01\text{м} = 0,000655\text{м}^3 = 0,655\text{л}$ ($V = S \times H$, где H – высота слоя воды). Общий объём воды, затрачиваемой на один полив всех растений переднего фасада типового одно подъездного многоквартирного дома (11 зелёных колонн) равен $0,00655\text{м}^3 \times 11 \times 9 = 0,64845\text{м}^3$. Стоимость воды, заливаемой в 11 фасадных панелей будет составлять $0,64845\text{м}^3 \times 25,00$ рублей = 16,21 рубля .

Расчёт количества и стоимости воды, необходимой для полива главного корня, произведенный для типового 9-этажного одно подъездного жилого дома (ПРИЛОЖЕНИЕ Б), показал, что для полива главного корня одного растения-лианы необходимо 10 литров = 0,01м³. Объём воды, необходимый для полива 11 кустов - 0,01м³ × 11 = 0,11м³. Стоимость воды, необходимой для 11 кустов составляет 0,11м³ × 25,00рублей = 2,75рублей.

Для предложенных растений-лиан не подходит ни одна из существующих гидропонных систем, так как корни этих растений не должны находиться в воде постоянно. Поэтому, в панели «Лиана», предусмотрен отсек для воды, чтобы питать корни-зацепки за счет испарения. Главный корень рекомендуется поливать 3-4 раза в период с весны до осени.

Монтаж авторских фасадных панелей возможен только при строительстве новых домов, т.к. необходим расчёт нагрузки на фундамент и фасад здания. Для крепления фасадных панелей по техническим характеристикам возможно использование стального оцинкованного или нержавеющей стального профиля. Должен осуществляться обязательный контроль за толщиной и качеством антикоррозийного покрытия стального профиля.

Монтаж авторских фасадных панелей «Лиана» осуществляется в 1 ряд на высоту здания. Колонна панелей располагается на фасаде здания вертикально между окнами. Этажность здания (1-9 этажей) ограничена биологическими особенностями растений. Монтаж под и над окнами не рекомендуется.

В качестве материала для изготовления фасадных панелей «Лиана» избран древесно-полимерный композит, который сочетает в себе лучшие черты древесины и термопластичных полимеров. Для использования данного материала при изготовлении фасадных панелей «Лиана» необходимо изменить стандартный состав ДПК: 40 % древесной муки; 55 % полимеров; 5 % добавок. Данные изменения повысят влагостойкость изделия.

Древесно-полимерный композит обладает необходимыми для производства фасадных панелей «Лиана» характеристиками¹. Он устойчив к перепадам температур, к ультрафиолетовым лучам и агрессивным растворам. Лёгок и влагостоек. Невосприимчив к плесени, гниению и вредителям. Древесно-полимерный композит пригоден для повторной переработки, следовательно, не загрязняет окружающую среду отходами. Древесная мука изготавливается из отходов дерево-перерабатывающей промышленности. В качестве наполнителя, кроме древесной муки, возможно использовать жмых семечек подсолнечника, рисовую шелуху.

Сравнительный анализ количества древесно-полимерного композита для стандартной фасадной панели и фасадной панели «Лиана» (ПРИЛОЖЕНИЕ В, Г) показал, что при одинаковой стоимости монтажа панелей, меньших затратах на производство, практически одинаковой технологии производства, расходы при облицовке фасадными панелями «Лиана» будут меньше, чем при облицовке стандартными фасадными панелями.

При использовании панелей «Лиана» соблюдается инсоляционный режим (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03). Инсоляционный угол – это угол, в пределах которого возможно поступление прямых солнечных лучей в помещение. Стандартный угол должен составлять 160° .

Использование фасадных панелей «Лиана» позволяет практически полностью сохранить инсоляционный угол (рис. 10).

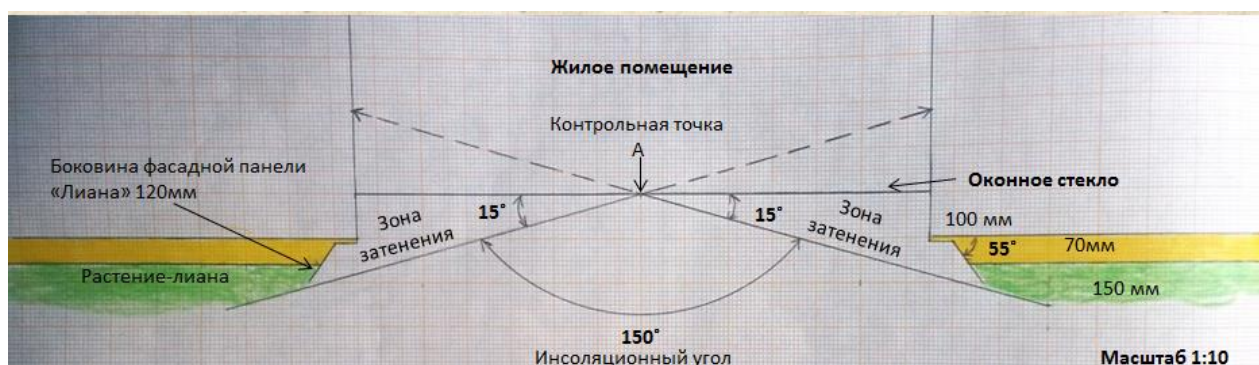


Рис. 10 Инсоляционный угол при использовании фасадных панелей «Лиана»

¹ Террасная доска, декинг : Polov.ru – URL: https://polov.ru/terrasnaja_doska_deking.html (дата обращения: 22.06.2020) – Текст: электронный.

По проекту предлагается защитить фундамент и отмостку пеноплексом. Он обеспечит гидроизоляцию и защиту бетонных конструкций от корневой системы растений (рис. 11).

Металлическая Г-образная конструкция с полиэтиленовой сеткой защитит цоколь от корней-зацепок, обеспечит его вентиляцию, и создаст пространство для ухода за нижней частью растения-лианы.

В землю возле отмостки вкапываются трубы для посадки лиан (рис. 12). Рекомендуется использовать трубы диаметром 150 мм. Труба препятствует развитию придаточных корней и стимулирует рост главного корня.

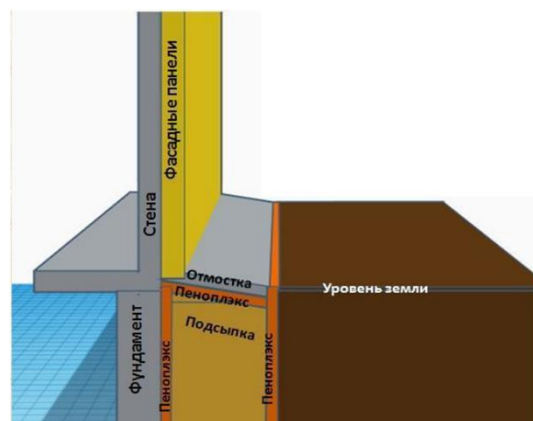


Рис. 11 Схема устройства отмостки.

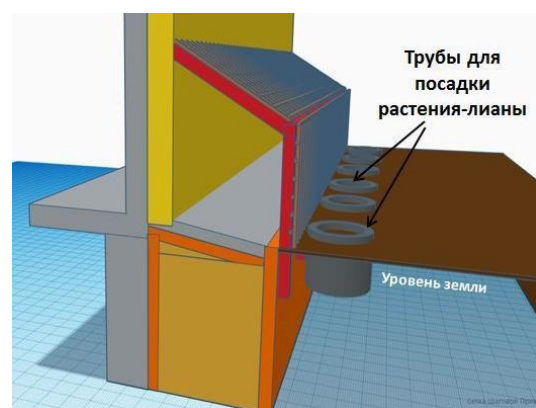


Рис. 12 Устройство приспособлений для посадки растений-лиан.

Вариант применения фасадных панелей «Лиана».

С торца здания (рис. 13) растения-лианы отодвинуты от отмостки здания на значительное расстояние,



Рис. 13

следовательно, решена проблема разрушения главным корнем фундамента и цоколя здания. Торцевые стены здания частично защищаются от солнечных лучей конструкцией арки с растением-лианой. Стена под аркой хорошо

проветривается. Под аркой возможно создание зон отдыха или детских площадок. Передний фасад здания оснащён фасадными панелями «Лиана».

Сравнительный анализ единовременных и постоянных расходов.

Сравнительный анализ единовременных расходов жителей при заселении в дом, обшитый обычными фасадными панелями и в дом, обшитый фасадными панелями «Лиана» и обвитый растением-лианой представлен в приложении Д.

Сравнительный анализ постоянных расходов жителей домов, обшитых обычными фасадными панелями и домов обшитых фасадными панелями «Лиана» и обвитых растениями-лианами представлен в приложении Ж.

3. Выводы.

Одним из способов формирования новой среды обитания человека является создание так называемых «зелёных домов» - зданий, стены которых частично или полностью затянута растениями.

Разработанная мной облицовочная фасадная панель «Лиана» позволяет максимально приблизить внешний вид зданий к природным объектам. Она создаёт комфортные условия для роста и развития растений-лиан и благоприятный микроклимат внутри жилых помещений.

Панель «Лиана» надёжно защищает от внешних воздействий конструкции зданий, что обеспечивает их долговечность. Выбор этих панелей в качестве облицовочного материала станет экономически выгодным вложением.

Таким образом, разработанные фасадные панели «Лиана» являются отличным продуктом, который, благодаря своим характеристикам, позволит создать комфортную среду обитания для человека и будет способствовать сохранению его физического здоровья и позитивного эмоционального настроения.

4. Список источников

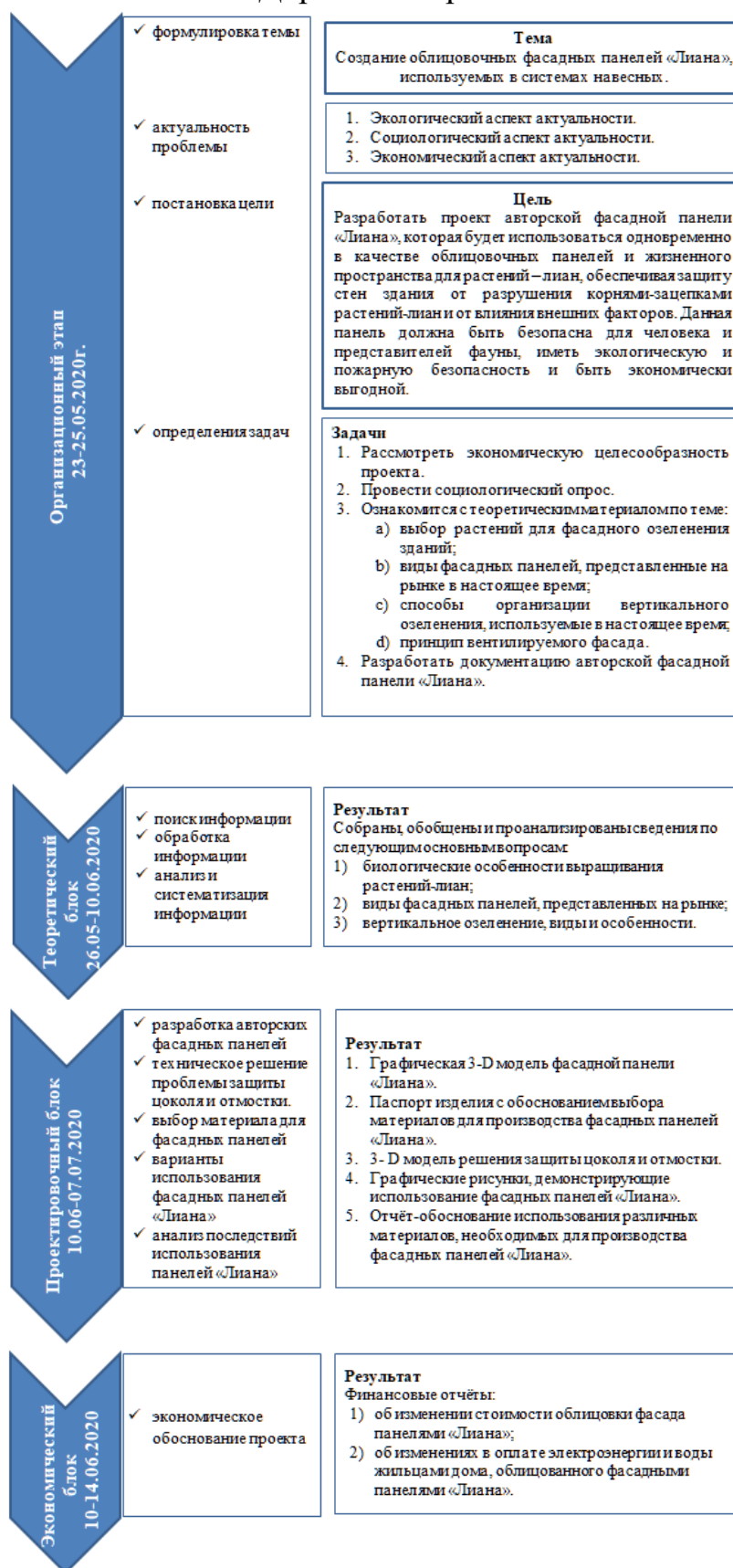
1. 4 вида плюща содового: особенности, уход, размножение : Prozvety.ru. – URL: <https://prozvety.ru/katalog-rastenij/ampelnye/plyushch-sadovuj-vidy-foto-posadka-i-uhod> (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
2. Вентилируемый фасад : ru.wikipedia.org. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вентилируемый_фасад (дата обращения 10.06.2020). – Текст: электронный.
3. Виноград девичий – видовые особенности, уход, использование в озеленении : dekorativnye.ru. – URL: <https://dekorativnye.ru/vinograd-devichij.html> (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
4. Глухих, В.В., Мухин, Н.М., Шкуро, А.Е., Бурындин, В.Г. Получение и применение изделий из древесно-полимерного композитов с термопластичными полимерными матрицами. Учебное пособие : ief.usfeu.ru – URL: http://ief.usfeu.ru/attachments/article/228/wpc_komposits.pdf (дата обращения: 22.06.2020) – Текст: электронный.
5. Девичий виноград : ru.wikipedia.org. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Девичий_виноград (дата обращения: 28.10.2020). – Текст: электронный.
6. Девичий виноград. Энциклопедия декоративных садовых растений : flower/onego.ru – URL: <http://flower.onego.ru/liana/partheno.html> (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
7. Девичий виноград: всё о декоративной лиане : Vinogrados.ru. – URL: <https://vinogrados.ru/katalog-sortov/tehnicheskie/devichij-vinograd/> (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
8. Использование террасной доски ДПК : Sdelalremont.ru – URL: <https://sdelalremont.ru/ispolzovanie-terrasnoj-doski-dpk.html> (дата обращения: 20.06.2020) – Текст: электронный.
9. Конструктивные особенности вентиляруемых фасадов : m.-strana.ru. – URL: <https://m-strana.ru/articles/ventiliruemyy-fasad/> (дата обращения: 11.06.2020) – Текст: электронный.

10. Основные типы гидропонных систем : [Gidronom.ru](https://gidronom.ru)– URL: <https://gidronom.ru/uroki/uroki-nachinaiushchego/1-osnovnye-tipy-gidroponnyh-sistem.html>(дата обращения: 02.07.2020) – Текст: электронный.
11. Плющ в ландшафтном дизайне : cvet-dom.ru. – URL: <http://cvet-dom.ru/landshaft/plyushh-v-landshaftnom-dizayne> (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
12. Плющ дикий : ru.wikipedia.org. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Плющ_обыкновенный (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
13. Плющ садовый – специфика, процесс ухода, виды размножения: 1pocvetam.ru. – URL: <https://1pocvetam.ru/sadovye-rasteniya/vida-plyushha-sadovogo-osobennosti-uxod-razmnozhenie.html> (дата обращения: 28.10.2020) – Текст: электронный.
14. Профили для фасадов. Виды и назначение : 1pofasadu.ru – URL: <https://1pofasadu.ru/materialy/fasadnyj-profil.html> (дата обращения: 10.06.2020) – Текст: электронный.
15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий : docs.cntd.ru – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404> (дата обращения: 05.07.2020) – Текст: электронный. Основные типы гидропонных систем : [Gidronom.ru](https://gidronom.ru)– URL: <https://gidronom.ru/uroki/uroki-nachinaiushchego/1-osnovnye-tipy-gidroponnyh-sistem.html>(дата обращения: 02.07.2020) – Текст: электронный.
16. Современные пластиковые трубы и фитинги : [Politek-ptk.ru](https://politek-ptk.ru) – URL: <https://politek-ptk.ru/> (дата обращения: 24.06.2020) – Текст: электронный.
17. Террасная доска, декинг : [Polov.ru](https://polov.ru) – URL: https://polov.ru/terrasnaja_doska_deking.html(дата обращения: 22.06.2020) – Текст: электронный.

5. Приложение

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Дорожная карта



<p>Консультативный блок 15-30.06.2020</p>	<p>Получение экспертного мнения следующих специалистов:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ биолога об эффективности предложенной системы полива ✓ строителя-монтажника о сложностях осуществления монтажных работ ✓ инженера-технолога <ul style="list-style-type: none"> - о древесно-полимерном композите; - о возможности создания 	<p>Результат Учёт экспертного мнения и корректировка проекта.</p>
<p>Блок первичного представления проекта 08.07-18.08.2020</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ участие в конкурсе «Большая Перемена» 	<p>Результат</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Получен максимальный балл за проект (220 баллов). 2. Финалистка конкурса «Большая Перемена».
<p>Рефлективный блок 01.09.2020 30.02.2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ анализ результатов представления проекта на конкурсе «Большая Перемена» ✓ разработка плана совершенствования фасадной панели «Лиана» 	<p>Результат План доработки проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) совершенствование системы полива корней-зацепок; 2) автоматизация системы полива; 3) механизация процесса стрижки растения-лианы; 4) доработка документации.
<p>Консультативный блок 01-31.03.2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ получение экспертного мнения инженера-технолога и программиста 	<p>Результат Учёт экспертного мнения</p>
<p>Результативный блок 01-28.04.2021</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ новое техническое задание и оформление документации доработанного проекта 	<p>Результат Описание нового проектного решения</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

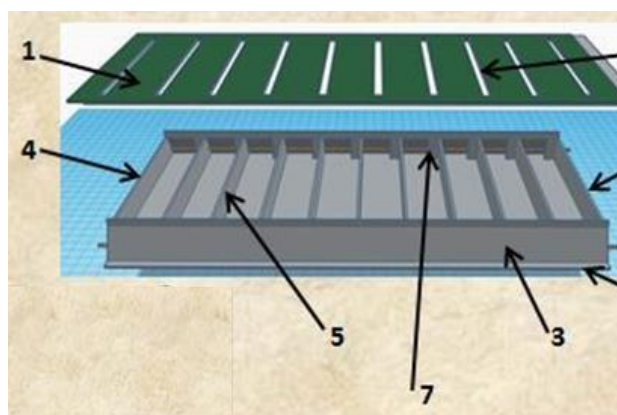
План типового 9-этажного многоквартирного дома².



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Расчёт количества материала необходимого для фасадной панели

«Лиана»



Маркеры расчётов для фасадной панели «Лиана»

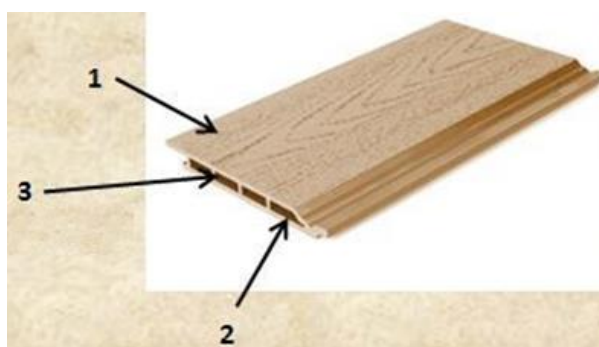
1.	Объём верхней части (крышка)	$1,28\text{м} \times 0,007\text{м} \times 3\text{м} = 0,02688\text{м}^3$
2.	Объём нижней части	$1,6\text{м} \times 0,007\text{м} \times 3\text{м} = 0,03360\text{ м}^3$
3.	Объём двух боковых частей	$0,12\text{м} \times 0,007\text{м} \times 3\text{м} \times 2 = 0,00504\text{ м}^3$
4.	Объём двух трапециевидных	$(\frac{1}{3} \times 0,06\text{м} \times (0,015\text{м}^2 + 0,0128\text{ м}^2 +$

² Чертежник.бел. – URL : http://чертежник.бел/products-page_trashed/от-9-этажей/9-этажный-54-квартирный-жилой-дом-2-подъ-2/ (дата обращения 17.11.2020). – Текст : электронный

	частей	$\sqrt{0,015\text{м}^2 \times 0,0128\text{м}^2}) \times 2 = 0,00111 \text{ м}^3$
5.	Объём 10 трапециевидных внутренних частей	$(\frac{1}{3} \times 0,004\text{м} \times (0,015 \text{ м}^2 + 0,0128 \text{ м}^2 + \sqrt{0,015\text{м}^2 \times 0,0128\text{м}^2})) \times 9 = 0,00203\text{м}^3$
6.	Объём 10 вырезанных частей из крышки	$0,05\text{м} \times 1,1\text{м} \times 0,007\text{м} \times 10 = 0,00385\text{м}^3$
7.	Объём одиннадцати вырезанных частей из трапециевидных частей для обеспечения полива растений	$(0,05\text{м} \times 0,04\text{м} \times 0,007\text{м}) / 2 \times 11 = 0,00008\text{м}^3$
8.	Объём внутренних перегородок, обеспечивающих сбор воды в отсеках для сбора воды	$0,01\text{м} \times 0,007\text{м} \times 0,05\text{м} \times 20 = 0,00007\text{м}^3$
9.	Общий объём материала для фасадной панели «Лиана»	$0,02688\text{м}^3 + 0,03360\text{м}^3 + 0,00504\text{м}^3 + 0,00111\text{м}^3 + 0,00203\text{м}^3 + 0,00007\text{м}^3 - 0,00385\text{м}^3 - 0,00008\text{м}^3 = 0,0648\text{м}^3$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

Расчёт количества материала необходимого для стандартной фасадной панели.



Маркеры расчётов для стандартной фасадной панели.

1.	Объём верхней части	$0,148\text{м} \times 0,007\text{м} \times 3\text{м} = 0,00311 \text{ м}^3$
2.	Объём нижней части	$0,148\text{м} \times 0,007\text{м} \times 3\text{м} = 0,00311 \text{ м}^3$
3.	Объём 5 внутренних перегородок	$0,007\text{м} \times 0,005\text{м} \times 3\text{м} \times 5 = 0,00053 \text{ м}^3$
4.	Количество панелей, требуемых для облицовки участка здания	$3\text{м} \times 1,6\text{м} - 10,8\text{шт.}$
5.	Общий объём материала для стандартной фасадной панели	$(0,00311 \text{ м}^3 + 0,00311 \text{ м}^3 + 0,00053 \text{ м}^3) \times 10,8 = 0,0729 \text{ м}^3$

Приложение Д

Обычные фасадные панели (расчет для 36 кондиционеров)	Расходы (рубли)	Фасадные панели «Лиана» (расчеты для 11 кустов)	Расходы (рубли)
--	------------------------	--	------------------------

Затраты жителей дома на покупку кондиционеров (средняя цена за 1 шт. для площади до 20 м ² - 15 000 рублей)		Покупка 11 кустов Дикого винограда сорта Пятилисточковый (1 куст – 300 рублей)	
Затраты жителей дома на монтаж кондиционеров (стоимость монтажа 1 кондиционера – 6 000 рублей)		Покупка труб для корневой системы растений-лиан (11 штук по 1,5 метра; средняя цена трубы ПНД диаметра 160мм – 170 рублей за 1 погонный метр)	
		Стоимость монтажа труб для корневой системы (бурение лунки и установка 1 трубы– 650 рублей)	
		Стоимость посадки кустов Дикого винограда сорта Пятилисточковый (1 куст - 200 рублей)	
Итого			

Приложение Ж

Обычные фасадные панели (расчет для 36 кондиционеров)	Расходы (рубли)	Фасадные панели «Лиана» (расчеты для 11 кустов)	Расходы (рубли)
Ежемесячные расходы жителей дома на электроэнергию для кондиционеров (с апреля по сентябрь)		Затраты на полив Дикого винограда сорта Пятилисточковый (4 раза за сезон; 0,6336 м ³ на 1 полив)	
Ежегодное профилактическое обслуживание (стоимость обслуживания 1 кондиционера, без ремонта - 1 200 рублей)		Затраты на стрижку растений-лиан 3 раза в год (с помощью специального альпинистского оборудования, один куст - 1500 рублей)	
Итого			