

Министерство образования Российской Федерации
Детский Технопарк Кванториум Фотоника

«Зеленая инженерия»

**АКВАПОНИЧЕСКАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ СИТИ-ФЕРМА
«ЗЕЛЕНАЯ МАТРЕШКА 2.0»**

Работу выполнила:
Варлашова Алёна Александровна
Кванториум Фотоника:

Научный руководитель:
Кузякин Дмитрий Валерьевич
педагог Кванториум Фотоника
К.С.-Х.Н.

Пермь, 2022

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Разработка и сборка прототипа	5
Глава 2. Программирование блока автоматизации	7
Глава 3. Создание модуля аквапоники.....	9
Глава 4. Подбор растений и рыб	11
Глава 5. Подбор освещения	12
Глава 6. Подбор субстратов.....	13
Глава 7. План по развитию масштабирование проекта	14
Выводы	16
Литературные источники.....	17

Введение

Цели устойчивого развития (ЦУР) направлены на улучшение благосостояния и защиту нашей планеты. Всего сформулировано 17 целей. Мы выбрали **Цель 9: Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям** [6].

Индустриализация, развитие инфраструктур и продвижение новых технологий способно решить вопросы не только 9 цели ЦУР но и оставшихся 16. В настоящее время пандемия и нестабильная геополитическая ситуация наносит тяжелый удар по отраслям обрабатывающей промышленности и вызывает сбои в глобальных цепочках создания стоимости и поставках продукции. Мы считаем, что 9 цель наиболее важна. Для ее решения выделяют задачи:

9.1 Развивать качественную, надежную, устойчивую и стойкую инфраструктуру, включая региональную и трансграничную инфраструктуру, в целях поддержки экономического развития и благополучия людей, уделяя особое внимание обеспечению недорогого и равноправного доступа для всех

9.4 К 2030 году модернизировать инфраструктуру и переоборудовать промышленные предприятия, сделав их устойчивыми за счет повышения эффективности использования ресурсов и более широкого применения чистых и экологически безопасных технологий и промышленных процессов, с участием всех стран в соответствии с их индивидуальными возможностями

9.a Содействовать развитию экологически устойчивой и стойкой инфраструктуры в развивающихся странах за счет увеличения финансовой, технологической и технической поддержки африканских стран, наименее развитых стран, развивающихся стран, не имеющих выхода к морю, и малых островных развивающихся государств [6].

Развитие умных городов - один из глобальных трендов, рынки технологий и продуктов для умных городов оценочно вырастут до более чем \$1,5 трлн. к 2025 году. Создание вертикальных урбанизированных ферм позволит уменьшить транспортное плечо и поставлять экологически чистую продукцию точно в срок и уменьшить ее стоимость.

Вертикальные городские теплицы позволяют получать стабильный урожай круглый год, а размещать такие теплицы можно на неиспользуемых площадях - инженерных этажах и в подвалах. Одной из проблем, с которой сталкиваются продавцы и потребители зеленой продукции, это короткий срок ее хранения [2].

Цель – создать прототип автоматизированной аквапониической установки для вертикального выращивания растений и рыб в городской среде.

Задачи:

1. Изучить информацию по выбранной теме
2. Разработать эскиз установки
3. Собрать модель из картона
4. Произвести подбор ресурсов для создания прототипа

5. Создать 3D модель и распечатать её
6. Собрать прототип установки
7. Сделать блок автоматизации освещения и полива
8. Запрограммировать блок автоматизации
9. Добавить блок автоматизации в установку
10. Подобрать растения для выращивания в установке
11. Подобрать освещение для выращивания растений в установке
12. Подобрать субстраты для выращивания растений в установке
13. Протестировать установку с растениями
14. Сделать аквапонический блок
15. Протестировать установку с растениями и с живыми рыбами

Предлагаем вам посмотреть видеоролик о нашей системе «Зеленая матрешка 2.0»

<https://drive.google.com/file/d/1sRPMzpL0P8AX4z858f0hT4cZeW8sH2xA/view?usp=sharing>

Глава 1. Разработка и сборка прототипа

Нами был изобретен модуль для выращивания растений Зеленая матрешка (рис.1). Он представляет собой трансформирующийся шкаф-витрину, который может быть установлен на пол или подвешен к потолку для экономии места. Сначала был нарисован эскиз, потом создан прототип из картона. Учли недостатки и особенности и спроектировали 3D модель и распечатали на 3D принтере два варианта модуля трансформера.



Рис. 1 Разработка эскиза, создание первого прототипа

Нами был проведен подбор ресурсов для изготовления прототипа. Для сборки нам потребовались следующие компоненты:

Плату Ардуино Уно для создания автоматизации	Провода для соединения
Часы реального времени	Макетная плата
2-канальный Релейный Модуль	Блок питания 9V
ЖК-дисплей LCD1602 (синий экран)	Светодиодная лента
3 кнопки	Насос
3 резистора 10кОм	Ёмкость для раствора
Шланги	Заглушки для шлангов
Тройники для шлангов	Набор ручных инструментов

После покупки всех необходимых комплектующих была проведена сборка освещения и полива по схеме (рис.2)

Светодиодная лента и насос подключаются к блокам реле.

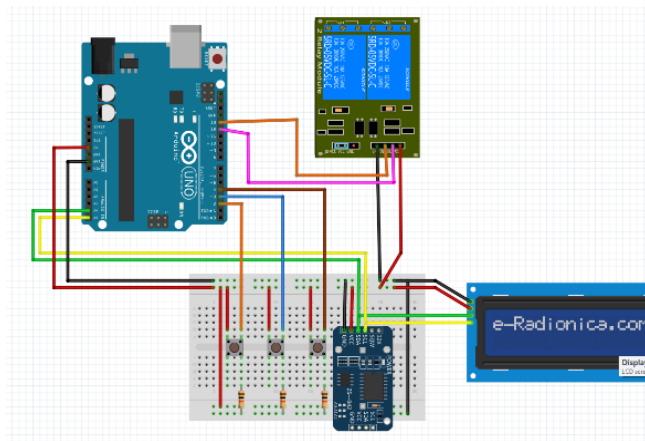


Рис.2 Схема для сборки блока полива

Глава 2. Программирование блока автоматизации

Система будет работать по следующей схеме (рис.3).

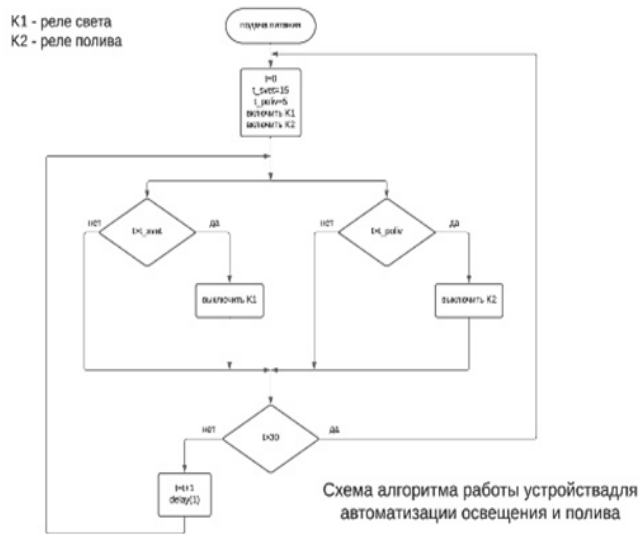


Рис.3 Схема алгоритма работы устройства

Поле сборки схемы была написана программа, управляющая автоматическим освежением и поливом, часть которой представлена на рисунке 4.

После проверки работоспособности системы автоматического освещения и полива система была установлена на прототип (рис. 5).

Для начала необходимо собрать куб-основу. Далее нужно установить в нижнюю часть блок автоматизации, соединить при помощи лески ярусы установки и подвесить её, развести систему капельного полива и закрепить освещение. Для работы установки её необходимо подключить к электросети.

```
FTYQARMLQKVVZJ Arduino 1.8.13
Файл Правка Схема Инструменты Помощь
FTYQARMLQKVVZJ
1 //Includes
2 //Multiple Timer 2 Times+RCC3231+LCD+Independent Delay+Everyday+eeprom
3
4 #include <EEPROM.h>
5 #include <RTClib.h>
6 #include <Wire.h>
7 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
8 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //0x3F is my I2C address, maybe not yours!
9 #RCC_3231 #RCC;
10
11 //-----//
12 //-----Variables-----//
13 //-----//
14
15 //-----Pin Times
16 byte onhour1;
17 byte onmin1;
18 byte onsec1;
19
20 byte offhour1;
21 byte offmin1;
22 byte offsec1;
23 //-----Second Times
24 byte onhour2;
25 byte onmin2;
26 byte onsec2;
```

Рис.4 Часть кода программы автоматизации

Система капельного полива доставляет влагу прямо к корням, что позволяет экономить воду и предотвращать повреждение надземных частей растений. Вода медленно поступает в определенные периоды или непрерывно, что позволяет поддерживать заданный уровень влажности почвы, что оказывает благоприятное влияние на выращиваемые растения.

Система капельного полива состоит из емкости с водой (бак), распределяющий коллектор подачи воды, из которого она подается к ответвлениям. Капельный шланг или лента.

На рисунках 6 и 7 представлены схема управления и внешний вид блока регулирования ярусов по высоте. В схему был добавлен WI-FI модуль для управления ярусами лотков при помощи смартфона.

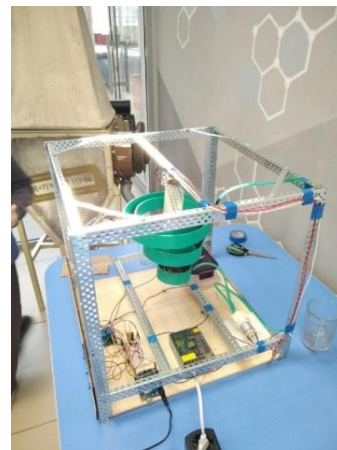


Рис. 5 Процесс сборки прототипа

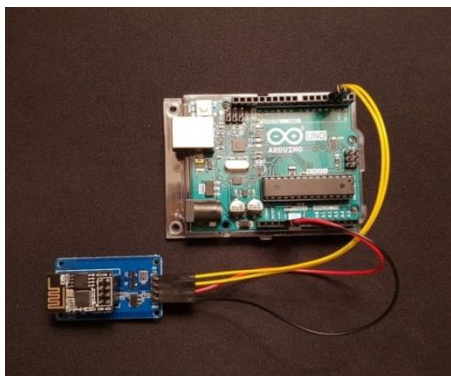


Рис.6 Схема для сборки блока подъёма ярусов на разные уровни



Рис.7 Реализация блока подъёма ярусов на разные уровни

Глава 3. Создание модуля аквапоники

Аквапоника - это система производства пищевых продуктов (рис.8), которая объединяет аквакультуру (выращивание водных животных, таких как рыба, раки, улитки или креветки в резервуарах) с гидропоникой (выращивание растений в воде), при которой богатая питательными веществами вода аквакультуры подается на выращенные на гидропонике растения, где нитрифицирующие бактерии превращают аммиак в нитраты [1]. Аквапоника имеет древние корни, хотя есть некоторые споры о ее первом появлении. Например, а культивировали сельскохозяйственные острова, известные как чинампы, в системе, которую некоторые считают ранней формой аквапоники для сельскохозяйственного использования, где растения выращивались на стационарных (или иногда подвижных) островах на мелководье озера, а отходы, выкапываемые из каналов Чинампы и окружающих городов, использовались для ручного орошения растений.

В настоящее время плавучие системы аквапоники на поликультурных рыбных прудах были установлены в Китае в последние годы в больших масштабах. Они используются для выращивания риса, пшеницы, каннской лилии и других культур, а некоторые установки превышают 2,5 акра.

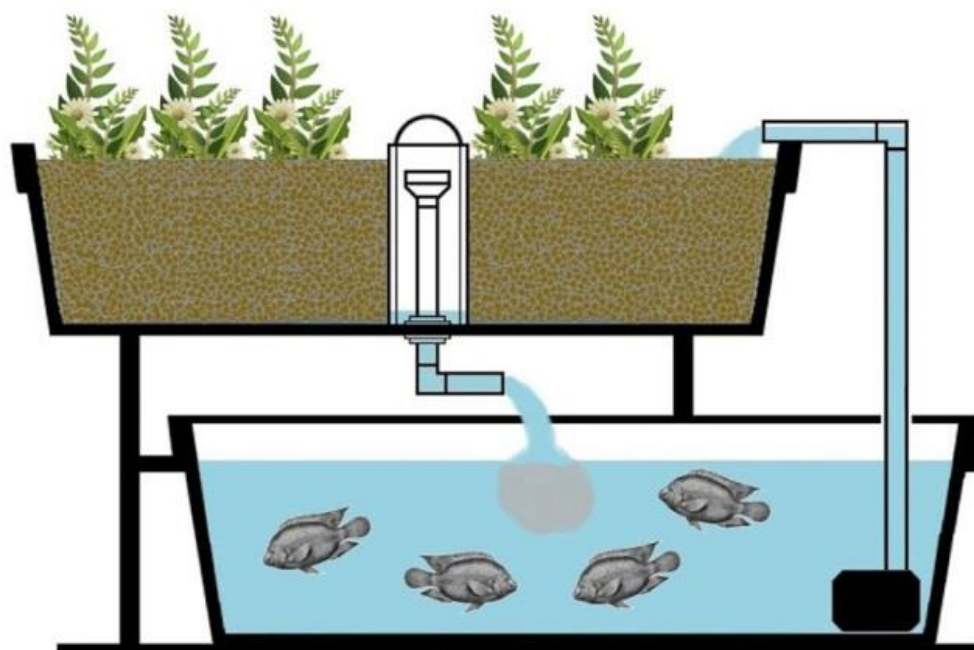


Рис.8. Схема работы аквапоники

Для реализации блока аквапоники нам пришлось перенести блок автоматического управления вверх, в нижней части мы установили аквариум для разведения и содержания рыб (рис.9, 10).

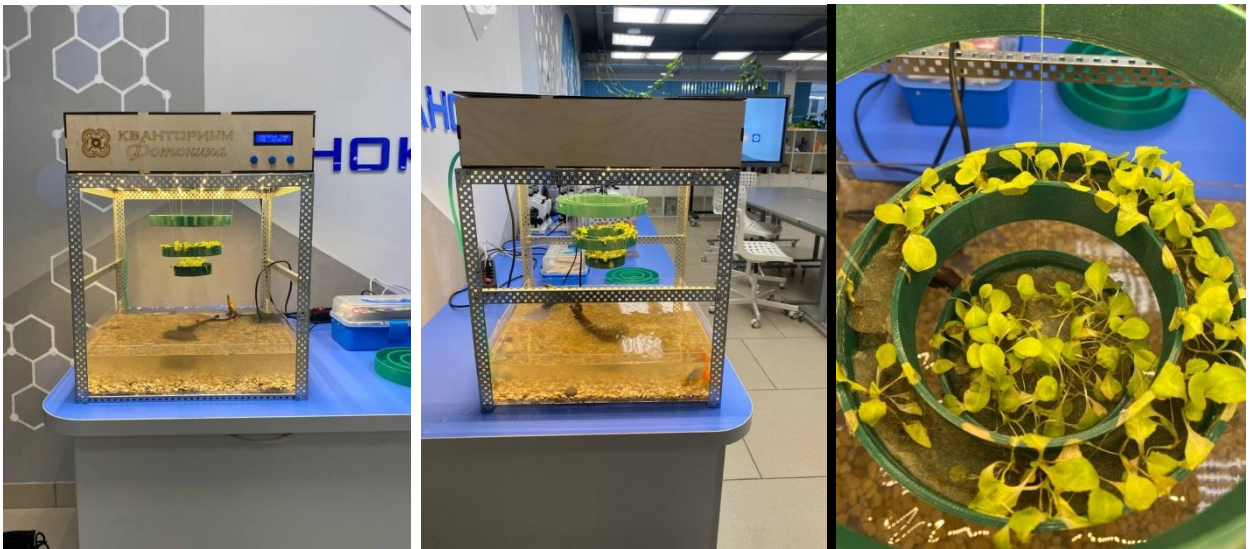


Рис.9 Новое расположение блоков в Зеленой Матрешке



Рис.10. Нижний блок для разведения и содержания рыб

Глава 4. Подбор растений и рыб

Мы выбирали растения по критериям. Важные для нас факторы - это высота растения, скорость развития, доступность семян. (рис.11). Рассматривали кухонные травы, базилика, рукола, мята, различные виды салата и другой экологически чистой зелени.

Часть наших экспериментов была проведена на микрозелени и салатах. Для микрозелени срок спелости 10-15 дней. Т.е снимать урожай можно до трех раз в месяц. Салатные культуры растут на 30% быстрее с досветкой.



Рис. 11. Микрозелень и салат

Выращивание телAPIй или калифорнийских сомов считается рентабельным. ТелAPIя - одна из главных рыб мирового промысла (рис.12). Эта рыба крайне неприхотлива, быстро восстанавливает поголовье и, хотя предпочитает пресную воду. На прилавки супермаркетов она поступает в виде замороженного филе, возни с ней никакой, а цена доступная. И мясо - плотное, белое, нежное, без откровенного рыбного запаха, недаром из-за нейтрального вкуса тилапию часто сравнивают с курицей.



Рис. 12. ТелAPIя

Глава 5. Подбор освещения

Для роста и развития растений и рыб, ему необходим свет, кислород, углекислый газ, минеральные вещества.

Наукой доказано, что свет представляет собой электромагнитный спектр - последовательность монохроматических излучений, каждому из которых соответствует определенная длина волны электромагнитного колебания [3]. Самые важные лучи для растений – оранжевые (620-595 нм) и красные (720-600 нм). Эти лучи поставляют энергию для процесса фотосинтеза, а также «отвечают» за процессы, влияющие на скорость развития растения. Также в фотосинтезе непосредственное участие принимают и синие, а также фиолетовые лучи (490-380нм). Кроме того, в их функции входит стимулирование образования белков и регулирование скорости роста растения. Те растения, которые растут в природных условиях короткого дня, быстрее зацветают именно под воздействием этих лучей. Лучи, которые имеют длинную волну (315-380 нм), не позволяют растению чрезмерно «вытягиваться» и отвечают за синтез ряда витаминов. В то же время ультрафиолетовые лучи, которые имеют длину волны 280-315 нм, могут повышать холодостойкость растений (Рис. 13).

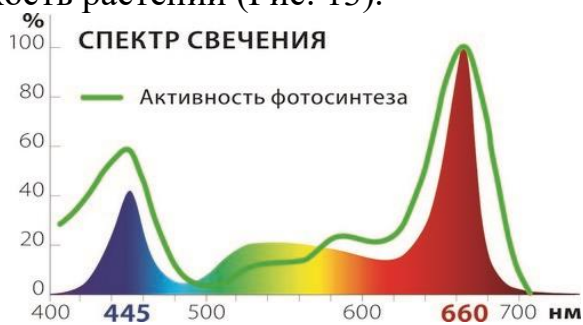


Рис. 13 Спектр излучения

Мы сравнивали влияние спектрального состава освещения на развитие растений. Для эксперимента мы прорастили рожь и горчицу в разных условиях освещения. Делаем выводы – красный спектр дает больший рост растений, чем общий белый. Красными лампами можно досвечивать проращиваемые растения в условиях короткого светового дня (рис. 14).



Рис. 14 Подбор спектров освещенности

Глава 6. Подбор субстратов

Мы сравнивали почву и субстраты для гидропоники (перлит, вермикулит, керамзит, кокосовый торф, гидрогель, минеральная вата) [4]. Проводили сравнительный анализ томатов, пряных трав, цветочных культур и микрозелени (Рис. 15. Можно сделать вывод, что растения лучше растут на гидрогеле, кокосовом торфе и перлите. Растения, выращенные на гидрогеле, эстетически лучше выглядят, не дают грязных разводов как от земли.



Рис. 15 Подбор субстратов и питательных смесей

Важным является приготовление питательного раствора нужной кислотности в зависимости от фазы роста растений [5]. Измеряем pH уровень воды в емкости для питательного раствора. Калибруем уровень pH и доводим его до баланса в интервале значений от 5.5 до 6.0. Добавляем удобрения согласно инструкции производителя – если выбираем вариант выращивания без рыб.

Для тестирования прототипа мы высаживали микрозелень на субстрат из гидрогеля (рис.16). В течение недели микрозелень доросла и была съедена.



Рис. 16 Общий вид установки «Зеленая матрешка 2.0» с пророщенной микрозеленью

Глава 7. План по развитию масштабирование проекта

Дальнейшее развитие и масштабирование проекта может вырасти в городскую ситиферму. Овощи, выращенные таким способом, вкусны и очень популярны у потребителей. Хотя при всем этом себестоимость их все же выше, чем у импортных. Несмотря на энтузиазм потребителей и поддержку государства, ферме еще предстоит доказать свою рентабельность.

Распространенные способы выращивания растений на вертикальных фермах без использования почвы — это гидропоника и аквапоника. Кстати, одно другому не мешает: на территории одной фермы можно использовать оба метода. Выход продукции — в 20 раз выше, чем у аналогичной по площади сельской фермы, которая занимает более 8 тыс. кв. м и в ближайшем будущем планирует выйти на проектную мощность — 450 тонн продукции (рис.17).



Рис.17. Общий вид действующей аквапонной фермы

Специализироваться «Зеленая матрешка 2.0» будет на выращивании базилика, руколы, мяты, салата и другой экологически чистой зелени. Она не использует почву. А сама вода поступает из цистерн, в которых разводится рыба (на каждую трехтонную цистерну — 800 телapiй или калифорнийских сомов). Богатая рыбными отходами вода фильтруется, очищается и отводится к растениям. Рыба, разумеется, тоже попадает на ближайший рынок, как только достигает товарного размера. Так что отходов в этом производстве не много. Благодаря этому цикл вегетации значительно сокращается. Например, базилик на вертикальной ферме растет 20–22 дня, а на обычной — 48–60, рукола — 14–16 дней вместо обычных 50. Климат-контроль позволяет не беспокоиться о засухах или заморозках.

Конечно, далеко не все можно вырастить на аквапонике, под искусственным светом — и не всякое агропроизводство выгодно в городе. Выигрыш на логистике имеет место, но его вполне могут перекрыть затраты на электроэнергию и доставку воды. Экономия на площади зачастую

сомнительна: цены в сельской местности и городах разнятся чересчур ощутимо, поэтому вертикальные фермы лучше всего приживаются там, где с землями дело обстоит совсем уж плохо.

Крупнейшие в мире аквапонные фермерские хозяйства выращивают в основном салаты и разнообразные травы для местных супермаркетов. Почему? Это скоропортящиеся продукты, и перевозить их на дальние расстояния нерентабельно. Малое предпринимательство находится в прекрасном положении: новые технологии уже частично отработаны и доступны по цене. Фактически достаточно иметь надежную точку сбыта — а оборудовать крошечную ферму можно с помощью готовых решений. Часто удается создать своей продукции положительный имидж именно благодаря тому, что она априори экологически чистая, и произведена с использованием современных технологий. А такое уникальное ценовое предложение — уже хороший козырь. Но сумеет ли городской агропром действительно заменить сельский? Вероятно, на полное самообеспечение город перейдет не скоро. Но главное, что в условиях городской стесненности уже сейчас отрабатываются технологии будущего, и самые эффективные из них начинают приносить реальные плоды.

Выводы

В рамках ЦУР 9: Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям представлено решение проблемы обеспечения свежей доступной едой - модуль для выращивания зелени и рыбы «Зеленая матрешка 2.0». Он разработан для школ, торговых сетей, ресторанов, офисов или частного использования, чтобы обеспечивать идеальные условия для выращивания и хранения зеленных, цветочных культур и пряных трав и рыб. В нем растения могут не только храниться после транспортировки, но и дорасти. Максимально свежая продукция — всегда рядом.

Модуль представляет собой трансформирующийся шкаф-витрину состоящую из нескольких ярусов в специальных поддонах, в которых расположены горшочки или субстрат с растениями. Взрослые растения сразу готовы к продаже или употреблению, а молодые - дозревают в модуле. Рыбы от мальков до зрелых особей дорастают в нижнем модуле – аквариуме.

Модуль можно трансформировать как для подвесного использования, так и для напольного или уличного. Уже сейчас в нашем проекте есть автоматическое включение и коррекция светового дня, система капельного полива, автоматизированное регулирование ярусов по высоте.

В процессе работы над проектом нам удалось достигнуть поставленной цели – мы создали прототип автоматизированной установки для вертикального выращивания растений и рыб в городской среде.

1. Мы изучили информацию по выбранной теме;
2. Разработали эскиз установки;
3. Собрали модель из картона;
4. Произвели подбор ресурсов для создания прототипа;
5. Создали 3D модель и распечатали её;
6. Собрали прототип установки;
7. Сделали блок автоматизации освещения и полива;
8. Запрограммировали блок автоматизации;
9. Добавили блок автоматизации в установку;
10. Подобрали растения для выращивания в установке;
11. Подобрали освещение для выращивания растений в установке;
12. Подобрали субстраты для выращивания растений в установке;
13. Протестировали установку с растениями, вырастили несколько видов;
14. Сделали аквапонический блок;
15. Протестировали установку с растениями и с живыми рыбами.

Перспективы развития проекта

В дальнейшем мы планируем создать автоматизированную аквапонную установку реального размера для выращивания микрозелени, базилика, руколы, мяты, салата и другой экологически чистой зелени и рыб на базе «Кванториума Фотоника», разработать всесезонный парклет.

Литературные источники:

1. [Агроинвестор — Официальный сайт журналов «Агроинвестор» и «Агротехника и технологии»](http://agroinvestor.ru) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: agroinvestor.ru
2. [Первый жилой дом с вертикальными теплицами по японской технологии построят в Москве](http://agbzgreen.ru) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: agbzgreen.ru
3. [НОУ ИНТУИТ | Лекция | Свет и цвет](http://intuit.ru) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: intuit.ru
4. [Гидропоника – виды субстрата | Гидроград - гроутенты, гроубоксы, гидропонные системы, удобрения для земли и гидропоники](http://gidrograd.com) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: gidrograd.com
5. Питательный раствор для гидропоники. ПИТАТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ И ИХ КОРРЕКТИРОВКА. РЕЦЕПТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ // [Электронный ресурс] – Режим доступа: bibliotekar.ru)
6. ЦУР. Цель 9 // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/infrastructure-industrialization/>