

Региональный отборочный этап РРО по Республике Мордовия

Умный вермикомпостер «VermiGreen Smart 2.0»

Автор: Петряев Егор, учащийся 8
класса, ГБОУ РМ "Республиканский
лицей для одарённых детей"

Руководитель: Кадикин Рушан
Ринадович, педагог дополнительного
образования

Саранск 2022 г.

Содержание

Постановка и анализ проблемы	3
Формулирование целей, гипотез и задач	5
Выбор методов исследования, планирование работы	6
Работа над проектом	7
Технические характеристики объекта (объектов) проекта: чертежи или эскизы, массогабаритные параметры	7
Функциональное назначение объектов проекта и возможности применения	9
Описание функций и возможностей прототипа	12
Анализ существующих решений экономическая и маркетинговая часть проекта	15
Подведение итогов, планирование дальнейшей работы	18
Список источников	19
Приложение № 1	20
Приложение № 2	21

Постановка и анализ проблемы

Человек оставляет неизгладимый отпечаток на природу. 445 кг отходов в год выбрасывает 1 человек, и из них 41 % - это пищевые отходы. А это значит, что пищевые отходы играют значительную роль в увеличении свалок.

С каждым годом пищевые отходы накапливаются в огромном количестве на свалках и гниют. В отличие от пластика пищевые отходы кажутся безопасными отходами, они самоперерабатываемые. Но на свалку их привозят вперемешку с другим мусором (например, с пластиком и утрамбовывают). Без нужных бактерий, тепла и кислорода органика начинает гнить и выделять метан — газ, который влияет на изменение климата. Кроме метана на свалках выделяется углекислый газ и сероводород, которые в больших концентрациях отравляют воздух. Поэтому разделять пищевые или мокрые отходы от твердых бытовых, а далее компостировать органические отходы очень важно.

Во время работы над проектом был проведен социальный опрос, где потенциальным пользователям было предложено ответить на данные вопросы:

- *Сортируете ли вы отходы?*
- *Если да, то что вы делаете с пищевыми (мокрыми) отходами. Например, компостируете, или же отвозите на специализированные полигоны.*
- *Если нет, то хотите ли это делать? Считаете ли это нужным?*

Из 64 опрошенных только 31,3% сортируют отходы и делают то следующими способами (ниже приведены конкретные варианты ответов):

- “Компостирую на даче”
- “Я просто выбрасываю, так как в моем посёлке нет такой возможности”
- “Выбрасываю в отдельный контейнер со смешанными отходами”
- “Вермикомпостер”
- “Отдаю уткам, гусям и курам”
- “Выбрасываю в отдельный мусорный бак для пищевых отходов”
- “Использую измельчитель для раковины”

Оставшиеся 68,8% опрошенных, которые не сортируют отходы, по результатам опроса хотели бы это делать (*Приложение №1 «Результаты опроса потенциальных пользователей»*).

Проблема: начиная работать над данным проектом с октября 2021 года, я начал собирать все пищевые отходы, вырабатываемые моей семьей из двух человек, за четыре месяца их масса выросла до 20 кг. Собранные мной пищевые отходы отправятся на свалку, где сгниют и принесут вред окружающей среде, выделяя метан, газ, являющийся одной из причин глобального потепления.

Формулировка целей, гипотез и задач

Гипотеза: если я создам автономную ферму по разведению червей - умный вермикопостер, то собранные мной пищевые отходы отправятся не на свалку, а будут переработаны червями в устройстве «VermiGreen Smart 2.0» в удобрение – биогумус.

Цель проекта: создать автономную ферму по разведению червей - умный вермикопостер и протестировать его в полевых условиях.

Декомпозиция задач:

- Создать систему выработки биогумуса;
- Создать систему климат - контроля;
- Создать систему передачи данных о температуре, влажности воздуха на мобильное устройство;
- Создать систему фильтрации выходящего из вермикомпостера воздуха;
- Создать систему увлажнения субстрата в вермикопостере;
- Создать систему вакуумирования упаковки с выработанным биогумусом;
- Протестировать систему в полевых условиях;
- Подвести итоги и сделать выводы.

Выбор методов исследования

Основной метод исследования в проекте – “In Vitro” (в пробирке), а конкретно:

- Опрос потенциальных пользователей проекта;
- Постановка целей, декомпозиция целей на подзадачи;
- Разработка принципиальной схемы прототипа;
- Написание программного кода и его тестирование для добавления умных функций в вермикомпостер;
- Создание экспериментального образца вермикомпостера, наблюдение за выработыванием биогумуса;
- Проведение полевых испытаний полученного продукта.

План работы над проектом:

- Подготовить технические характеристики проекта: чертежи или эскизы, массогабаритные параметры, принципиальную схему, схему на макетной плате;
- Сборка электроники и прототипа вермикомпостера, тестирование умных функций;
- Подготовка субстрата и запуск вермифермы, наблюдение за выработыванием биогумуса;
- Подготовка к защите, представление результатов.

Работа над проектом

Технические характеристики объекта (объектов) проекта: чертежи или эскизы, массогабаритные параметры

Размеры: 250*200*200;

Вес: 5 кг;

Энергопотребление: 9V 2А;

Объем загружаемой воды: 600 мл

Используемые компоненты:

- Контроллер ЙотиК-32
- Насос
- Датчик влажности и температуры почвы
- Датчик влажности и температуры воздуха
- Модуль ESP-32
- Датчик освещенности

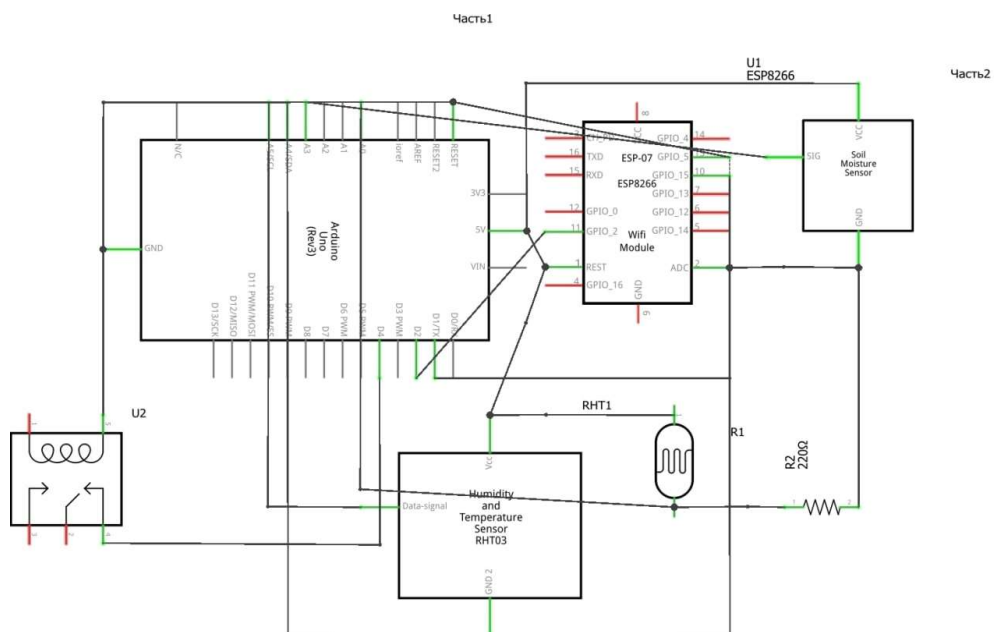


Рисунок № 2 «Принципиальная схема»

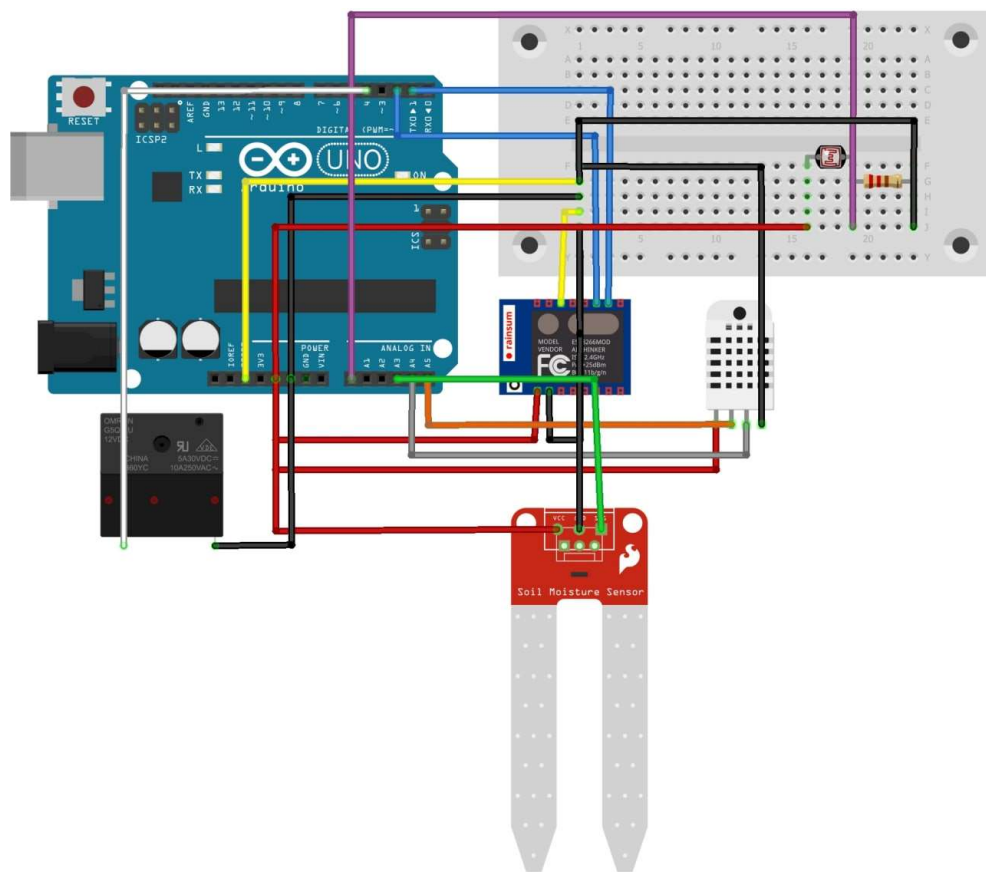


Рисунок № 3 «Схема на макетной плате»

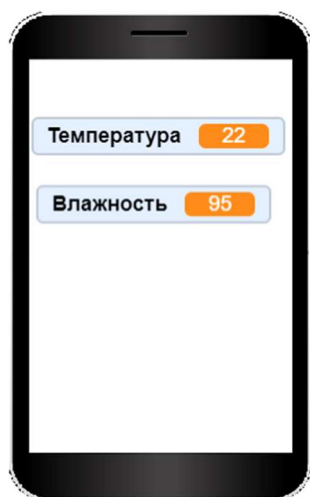


Рисунок № 4 «GUI прототипа»

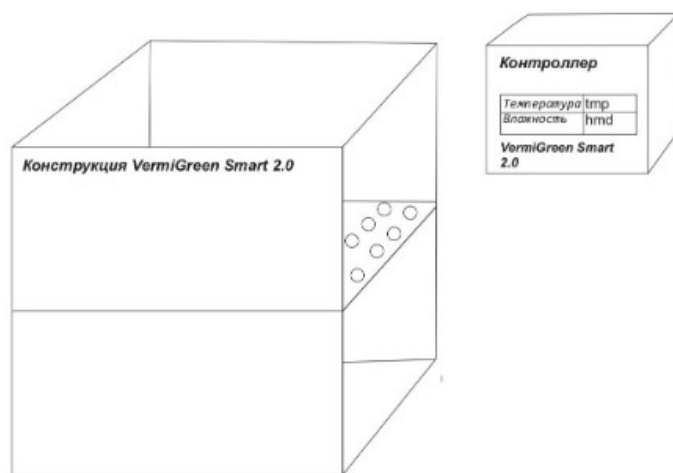


Рисунок № 5 «Схема и габариты системы передачи данных»

Функциональное назначение объектов проекта и возможности применения

Используемое программное обеспечение: Микроконтроллер ATmega328P

Сердцем платформы Arduino Uno является 8-битный микроконтроллер семейства AVR — ATmega328P.

Микроконтроллер ATmega16U2 обеспечивает связь микроконтроллера ATmega328P с USB-портом компьютера. При подключении к ПК Arduino Uno определяется как виртуальный COM-порт. Прошивка микросхемы 16U2 использует стандартные драйвера USB-COM, поэтому установка внешних драйверов не требуется.

Пины питания: *VIN*: Напряжение от внешнего источника питания (не связано с 5 В от USB или другим стабилизированным напряжением). Через этот вывод можно как подавать внешнее питание, так и потреблять ток, если к устройству подключён внешний адаптер.

5V: На вывод поступает напряжение 5V от стабилизатора платы. Данный стабилизатор обеспечивает питание микроконтроллера ATmega328P.

Запитывать устройство через вывод 5V не рекомендуется — в этом случае не используется стабилизатор напряжения, что может привести к выходу платы из строя.

3.3V: 3,3 В от стабилизатора платы. Максимальный ток вывода — 50 мА.

GND: Выводы земли.

IOREF: Вывод предоставляет платам расширения информацию о рабочем напряжении микроконтроллера. В зависимости от напряжения, плата расширения может переключиться на соответствующий источник

питания либо задействовать преобразователи уровней, что позволит ей работать как с 5 В, так и с 3,3 В устройствами.

Порты ввода/вывода: *Цифровые входы/выходы:* пины 0–13

Логический уровень единицы — 5 В, нуля — 0 В. Максимальный ток выхода

— 40 мА. К контактам подключены подтягивающие резисторы, которые по умолчанию выключены, но могут быть включены программно. ШИМ: пины 3, 5, 6, 9, 10 и 11 позволяют выводить 8-битные аналоговые значения в виде ШИМ-сигнала.

АЦП: пины А0–А5 - 6 аналоговых входов, каждый из которых может представить аналоговое напряжение в виде 10-битного числа (1024 значений). Разрядность АЦП — 10 бит.

I²C: пины SDA и SCL. Для общения с периферией по синхронному протоколу, через 2 провода. Для работы используется библиотеку Wire.

SPI: пины 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK). Через эти пины осуществляется связь по интерфейсу SPI. Для работы используется библиотеку SPI.

UART: пины 0(RX) и 1(TX). Эти выводы соединены с соответствующими выводами микроконтроллера ATmega16U2, выполняющей роль преобразователя USB-UART. Используются для коммуникации платы Arduino с компьютером или другими устройствами через класс Serial.

Используемые датчики: датчик влажности почвы FC-28, а также датчик температуры и влажности воздуха DHT-11.

Для реализации программной части проекта используется программная среда Arduino IDE. Код написан на языке программирования Wiring (C++).

Программный код проекта

```
constexpr auto hum = A0;
constexpr auto tmp = A1;
#define photo A2

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(7, OUTPUT);
}

void loop() {
    int humidity = analogRead(hum);
    int temperature = (analogRead(tmp));
    int osv = analogRead(photo);
    Serial.println("Temp + Humd:");
    Serial.println(temperature / 1000);
    Serial.println(humidity);
    Serial.println(osv);
    if (osv < 300) {
        digitalWrite(12, LOW);
        digitalWrite(11, LOW);
        digitalWrite(10, LOW);
    } else {
        digitalWrite(12, HIGH);
        digitalWrite(11, HIGH);
        digitalWrite(10, HIGH);
    }
    delay(1000);
    if (hum > 300) {
        digitalWrite(16, HIGH);
    }
}
```

```
    } else {  
        digitalWrite(16, LOW);  
    }  
    delay(100);  
}
```

Описание функций и возможностей прототипа

“VermiGreen Smart 2.0” — это вермикомпостер, обладающий “умными” функциями. Изобретение представляет собой двухуровневую установку, позволяющую вырабатывать органическое удобрение - биогумус.

Суть домашней вермифермы - это закрытая установка из нескольких контейнеров, в которой живут компостные черви. Без шума и запаха черви поедают пищевые отходы и превращают их в удобрение — биогумус. То же самое происходит в природе: компостные черви живут в верхнем слое почвы, поедают опавшую листву, травинки и другие отжившие части растений, превращая их в плодородный слой земли.

В верхнем контейнере сделаны небольшие отверстия на дне и один контейнер вставлен в другой. Лучше брать пластик темного цвета, ведь в природе черви живут в темноте, но опытный образец сделан из прозрачного пластика для того, чтобы наблюдать за переработкой отходов и за жизнью «производителей биогумуса».

В крышку верхнего контейнера вставлен угольный фильтр, чтобы он абсорбировал летучие органические соединения и неприятные запахи. Первый ярус — это контейнер без дырок, он нужен для сбора биогумуса, а его слив производится через механический шаровой краник.

Размещать вермикомпостер лучше на кухне, чтобы сразу же отправлять в него пищевые отходы. В тёплое время года компостер может стоять на балконе.

Масса червей полностью зависит от объёма пищевых отходов. Лучше начинать с небольшого количества червей, освоиться и затем расширять популяцию.

Для домашнего компостирования подходят специально выведенные калифорнийские черви, отечественные «старатели», компостные черви и так называемые черви для рыбалки.

Для запуска вермифермы необходимо подготовить базовый субстрат — он нужен для поддержания стабильных условий в компостере. Субстрат удерживает влагу и обеспечивает воздухообмен. В “VermiGreen Smart 2.0” в качестве субстрата используется макулатура, яичные лотки и коробки. После этого необходимо складывать в контейнер все пищевые отходы, ведь черви поедают любые растительные отходы. В приложение № 2 указано, что можно положить в вермикомпостер, а что нельзя. На опыте данного вермикомпостера это были: чайная заварка, кофейная гуща, очистки и семечки овощей и фруктов, а также все остатки еды, и путем червяного перерабатывания, производилось органическое удобрение – биогумус. Я использую полученный биогумус в вертикальных фермах, для выращивания в домашних условиях зелени и салата. У “VermiGreen Smart 2.0” есть функция передачи данных о температуре и влажности воздуха на планшетный компьютер или смартфон.

У “VermiGreen Smart 2.0” есть функция передачи данных о температуре и влажности субстрата и воздуха, а также уровня освещенности в контейнере, где живут черви. Передача данных осуществляется на мобильное устройство при помощи модуля ESP32. Для поддержания микроклимата в субстрате осуществляется функция увлажнения, которая срабатывает автоматически в зависимости от показаний датчика или 1 раз в сутки.

На фото № 1 представлен второй прототип вермикомпостера «VermiGreen Smart 2.0». Данный образец является опытным и предназначен для переработки мокрых (пищевых) отходов в семье из двух-трех человек.

На основании данного прототипа мы предлагаем изготавливать вермикомпостеры с умными функциями промышленного масштаба на объем более 200 литров.



*Фото № 1 «Макет вермикомпостера “VermiGreen Smart 2.0”
(прототип № 2)*



Преимущества червя старатель

- Большой рабочий диапазон температур
- Неприхотливость к корму и прожорливость
- Рекордная годовая плодовитость
- Высокая жизнеспособность

*Рисунок № 6 «Применение удобрения биогумус и преимущества червя
старатель»*

*Анализ существующих решений, экономическая и маркетинговая
часть проекта*

Преимущества “VermiGreen Smart 2.0” - это не высокая цена по сравнению с аналогами, экологичность и простота использования, возможность расширения объема за счет дополнительных лотков, умные функции (автоматизация рутинных процессов) и поддерживаемый климат-контроль в субстрате, за счет наличия угольного фильтра в крышке изделия, отсутствует распространение неприятного запаха. В таблице № 1 представлена примерная смета второго прототипа вермикомпостера “VermiGreen Smart 2.0”.

Наименование	Место покупки	Количество	Цена	Сумма
Белый акрил	РА “Солнечный круг”	1 шт	1000 руб	1 000 руб
Микроконтроллер «Arduino UNO»	Магазин «Амперка»	1 шт	750 руб	750 руб
Датчик температуры и влажности DHT11	Магазин «Умная Электроника»	1 шт	200 руб	200 руб
Контроллер ESP-32	Магазин «Амперка»	1 шт	200 руб	200 руб
Электромагнитное реле	Магазин «Амперка»	1 шт	200 руб	200 руб
Погружная помпа	Магазин «Ветна»	1 шт	300 руб	300 руб
Ткань и уголь для изготовления вентиляционной прокладки	Магазин «Швейная Фурнитура»	1 метр	50 руб/метр	50 руб

Провода для подключения	Магазин «Амперка»	1 упаковка/ 200шт	100 руб	100 руб
			ИТОГО:	2 800 руб

Таблица № 1 «Смета проекта»

Аналоги на рынке: Worm Cafe (Продукция компании Tumbleweed), Low worm farm (продукция компании UrbaLive), WormFeast, но все они иностранного производства, обладают достаточно высокой закупочной стоимостью и не имеют умных функций. В таблице № 2 представлен сводный анализ существующих решений.

	Вермикомпостер Tumbleweed Worm Cafe	Вермикомпостер Low Worm Farm	Wormfeast - подземный вермикомпостер	“VermiGreen Smart 2.0” (Прототип № 2)
Фото				
Преимущества	Большой объем, 100% повторно	Оригинальный стильный дизайн	Вкапывается в землю и используется как	Возможность расширения объема за счет дополнительных лотков, российское

	используе мый переработа нный пластик черного цвета		компостная яма с крышкой	производство, невысокая цена по сравнению с аналогами, безопасный пластик, умные функции и поддерживаемый климат-контроль в субстрате, за счет угольного фильтра отсутствует неприятный запах в субстрате
Недостатки	Высокая цена, иностранн ое производс тво, нет умных функций	Высокая цена, иностран ное произво дство, нет умных функций	Можно использовать только на улице, иностранное производство , нет умных функций	У прототипа № 2 не продумана эргономика изделия, контроллер поставляется отдельно
Цена, руб	10 891	20 000	10 000	2 800 (Прототип №2)

Таблица № 2 «Сводный анализ существующих решений.»

Подведение итогов, планирование дальнейшей работы

В результате работы над проектом гипотеза подтверждена и сделаны следующие выводы: развивается культура раздельного сбора мусора, рационально используются пищевые отходы на потребительском уровне, за счет вырабатываемого биогуруса повышается качество и количество урожая в моих умных вертикальных фермах.

Итоги исследования:

- Разработан прототип вермикомпостера;
- Протестирована система вырабатывания биогуруса;
- Разработана система передачи данных на цифровое устройство (мобильный телефон);
- Проведено тестирование системы передачи показаний температуры и влажности воздуха в вермикомпостер;
- Создана автоматизированная система увлажнения места обитания червей, поддерживается климат-контроль в субстрате.

Планирование дальнейшего развития проекта:

- Добавление функции вакуумирования биогуруса в упаковку;
- Разработка рекламной кампании для продвижения “VermiGreen Smart 2.0” среди потребителей, чтобы повышать популярность концепции: жизнь в стиле «ноль отходов», что снизит попадание пищевых отходов на свалки;
- Одним из направлений развития данного проекта будет – «Гумусмобиль». Два раза в месяц по определенному маршруту будет ездить грузовая машина, куда люди будут сдавать пищевые мокрые отходы. Собранные органические отходы отправлять на большую вермиферму, где черви-старатели будут перерабатывать пищевые отходы в биогурус, который ферма будет отправлять на продажу в садовые магазины.

Список источников

1. Экологический проект wormcafe.ru URL: <http://wormcafe.ru/> (дата обращения: 22.11.2021)
2. База знаний Амперки URL: <http://wiki.amperka.ru/> (дата обращения: 22.11.2021)
3. Интернет-магазин "Амперка" URL: <https://amperka.ru/> (дата обращения: 22.11.2021)
4. Черви гумус URL: <http://chervigumus.ru/> (дата обращения: 22.11.2021)
5. Ганичкина О., Ганичкин А. Сад и огород без сорняков, вредителей и болезней. Справочное издание для садоводов и огородников. - Оникс, 2017 г. - 256 с.
6. Горбунов В. Дождевые черви для повышения урожая. - М: Аст, 2013 г. - 192 с.

Программное обеспечение:

1. Arduino IDE
2. Blynk.Io

Приложение № 1 «Результаты опроса потенциальных пользователей»



Приложение № 2 «Пищевые отходы для вермикомпостера»

Можно:



Нельзя:

