

Международный фестиваль робототехники «РобоФинист»

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 и загрязненности 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 2A;

Объем загружаемой воды: 600 мл

Используемые компоненты:

- Микрокомпьютер Raspberry Pi
- Микроконтроллер Arduino Uno
- USB – Камера
- Насос
- Датчик широкого спектра газов
- Датчик влажности и температуры почвы
- Датчик влажности и температуры воздуха

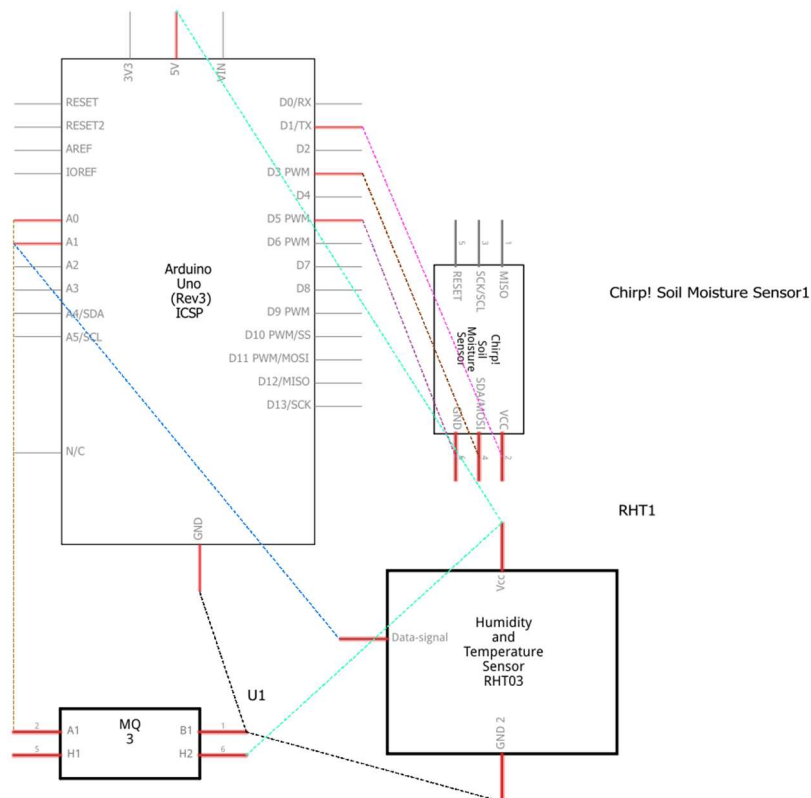


Рисунок № 2 «Принципиальная схема»

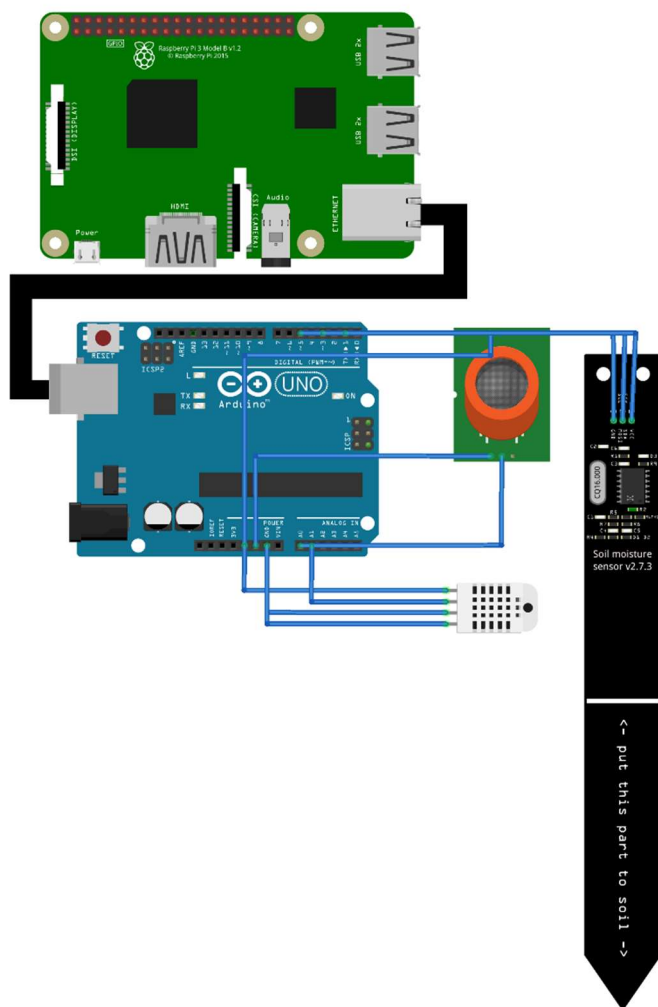


Рисунок № 3 «Схема на макетной плате»

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 ATmega328.

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, датчик широкого спектра газов MQ - 2 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++). Передача данных на мобильное устройство реализована с помощью Raspberry Pi и стандарта передачи данных VncViewer.

Программный код проекта

```
#include <microDS18B20.h>

MicroDS18B20<2> temp;
const int metanPin = A1;
const int humPin = A0;
int sensorValue = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  metanValue = analogRead(metanPin);
  if (metanValue >= 750)
    Serial.println("High gas content");
  else
    Serial.println("Low gas content");

  humValue = analogRead(humPin);
  Serial.print("Humdity: ");
  Serial.println(humValue);

  temp.requestTemp();
  delay(1000);
  Serial.println(temp.getTemp());
  delay(1000);
}
```

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, температуре, влажности и количестве метана воздуха, а также уровня освещенности в контейнере, где живут черви. Помимо того, на телефон передаются показания с камеры. Передача данных осуществляется на мобильное устройство при помощи микрокомпьютера Raspberry Pi. 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)*



Удобрение
неплодородных почв



Стимуляция роста
любых растений



Посадка семян,
выращивание
рассады



Выращивание эко
овощей и фруктов



Повышение
устойчивости растений
к болезням



Выращивание
урожая в теплицах и
парниках

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
Печать деталей на 3D принтере	Проект “Полигон.Онлайн” компании Picaso 3D	4 шт	0 руб	0 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	Магазин «Швейная Фурнитура»	1 метр	50 руб/метр	50 руб

вентиляционной прокладки				
Провода для подключения	Магазин «Амперка»	1 упаковка / 200 шт	100 руб	100 руб
Датчик широкого спектра газов MQ-2	Магазин «Амперка»	1 шт	500 руб	500 руб
Микрокомпьютер Raspberry Pi	Магазин «Амперка»	1 шт	3 000 руб	3000 руб
USB – Камера	Магазин «Амперка»	1 шт	300 руб	300 руб
			ИТОГО:	5 400 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 Warm Farm	Wormfeast - подземный вермикомпостер	“VermiGreen Smart 2.0” (Прототип № 2)
--	--	-------------------------------------	---	--

<p>Фото</p>				
<p>Преимущества</p>	<p>Большой объем, 100% повторно используемый переработанный пластик черного цвета</p>	<p>Оригинальный и стильный дизайн</p>	<p>Вкапывается в землю и используется как компостная яма с крышкой</p>	<p>Возможность расширения объема за счет дополнительных лотков, российское 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</p>

Недостатки	Высокая цена, иностранное производство, нет умных функций	Высокая цена, иностранное производство, нет умных функций	Можно использовать только на улице, иностранное производство, нет умных функций	Контроллер поставляется отдельно
Цена, руб	11 000	20 000	10 000	5 400 (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 биогумуса повышается качество и количество урожая в моих умных вертикальных фермах.

Итоги исследования:

- Разработан прототип вермикомпостера;
- Протестирована система вырабатывания биогумуса;
- 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 биогумуса 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 биогумус, 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:

