

АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДЕТЕЙ»

Региональный этап Всероссийского конкурса
юных исследователей окружающей среды «Открытия 2030»

Номинация: «Обращение с отходами»

Тема: «Умный мусорный контейнер»

Автор: Вязметинов Иван Андреевич

МУ ДО "ДЮЦ "Единство",

МОУ «Лицей №32» 10 б класс

Наставник: Меньшиков Андрей Иванович

МУ ДО "ДЮЦ "Единство"

Г. Вологда

2022 год

Содержание

	Введение	Стр.3
	Цели, задачи проекта	Стр.3
1.	Анализ существующих решений.	Стр.3
2.	Технический состав проекта	Стр.6
	План работы, ресурсное обеспечение проекта.	Стр.6
	Выводы	Стр.9
	Список использованных источников.	Стр. 11
	Приложение 1.	Стр. 12
	Приложение 2.	Стр. 13

Введение

В последние годы во всём мире получила широкое распространение концепция «Умный город», которая подразумевает взаимосвязь информационных технологий и различных устройств, благодаря которым упрощается управление внутренними процессами города и улучшается уровень жизни населения. Управление отходами является неотъемлемой частью «Умного города». Часто мы можем наблюдать такую картину – переполненные мусорные контейнеры, мусор из которых растаскивают птицы, бездомные животные, ветер. В разных местах появляются стихийные свалки. Всё это является источником экологических проблем для нашего города. Нередко возникают две противоположные проблемы — либо контейнеры долгое время стоят переполненными, либо машины перевозчика совершают холостые рейсы. Значит необходимо снабдить мусорные контейнеры устройством, собирающим и передающим информацию о его наполненности для оптимизации процесса вывоза мусора..

Цель работы:

Разработать прототип умного мусорного контейнера, позволяющего оптимизировать вывоз мусора на базе конструктора ТРИК, обладающего следующими характеристиками:

1. Контейнер должен быть безопасным, т.е. выбрасывание мусора должно происходить бесконтактным способом.
2. Контейнер должен быть вместительным, устойчивым, удобным.
3. Контейнер должен препятствовать свободному открытию крышки и распространению мусора.
4. Контейнер должен автоматически передавать информацию о наполненности на сервер оператора по обращению с ТБО.

Потенциальные потребители: предприятия ЖКХ, медицинские организации, образовательные центры, базы отдыха, жилищные комплексы, предприятия с закрытой территорией.

Задачи:

1. Изучить и проанализировать существующие решения в области вывоза мусора.
2. На основе изученных решений разработать свой «Умный мусорный контейнер».
3. Собрать прототип контейнера из конструктора ТРИК и запрограммировать его.
4. Снять демонстрационный видеоролик.

1. Анализ существующих решений.

Среди компаний, занимающихся разработкой систем и платформ для сбора, переработки и логистики мусора, можно выделить следующих: EcubeLabs (Сеул, Южная Корея), IBM (США), Enevo (США), Compology (США), Bigbelly (Германия), OnePlusSystems (Китай) [<https://iot.ru/wiki/umnyy-musor>]. Представительства данных компаний имеются практически во всех странах мира, в том числе и в России.

Технические характеристики мусорных контейнеров.

Умные мусорные контейнеры сегодня включают в себя множество сенсоров, технологических и функциональных возможностей. Их количество и вид определяется исключительно производителями и может включать в себя: датчики, которые контролируют уровень заполнения и другие индикаторы, такие как температура и наклон внутри контейнеров для отходов, узел связи для передачи данных и набор программного обеспечения для доступа, управления и анализа этих данных. Например, в мусорных контейнерах, определяющих необходимость их вывоза, используются различные в зависимости от производителя датчики для определения их наполненности (например, инфракрасные). В среднем время работы таких контейнеров от встроенных аккумуляторов составляет около 10 лет. Далее полученная информация передается на смартфон или планшет в специальное приложение. [<https://iot.ru/wiki/umnyy-musor>].

ИТ-решения на этапе вывоза отходов

Для мониторинга наполненности мусорных контейнеров и управления логистикой вывозящих компаний существуют решения как на зарубежном, так и на российском рынке. ИТ-решение для мусоровывозящих компаний: датчики определяют уровень наполненности контейнеров, прогнозируют время, когда будет необходим вывоз, а специальный софт оптимизирует логистику. Enevo — американская компания с филиалами в Европе, предоставляющая подобные ИТ-решения. Wasteout — российский аналог (предлагает снижение эксплуатационных расходов операторов по обращению с ТБО от 20 до 50%).

В настоящее время в России работает несколько организаций, занимающихся внедрением интеллектуальных программно-аппаратных комплексов, позволяющих в рамках единой информационной платформы осуществлять мониторинг и управление различными сферами ЖКХ, энергетики, безопасности, промышленности и транспорта, объединять полученные данные и создавать алгоритмы адаптивного управления городской и промышленной инфраструктурой. Рассмотрим «умные»

контейнеры и системы оптимизации вывоза твёрдых бытовых отходов, используемых в России: Wasteout [<http://Wasteout.ru/>] и UNILIGHT [<https://unilight.ru/>].

	Wasteout (Россия)	UNILIGHT (Россия)	Разрабатываемый прототип на базе конструктора ТРИК
Используемые сети	2G/GPRS и LoRaWAN	LoRaWAN\NB-IoT\2G	WI-FI
Характеристика датчика	Ультразвуковой датчик-дальномер, датчик температуры и наклона	Ультразвуковой датчик, датчик переворачивания, датчик температуры, датчик вскрытия, наличие GPS\ГЛОНАСС	Ультразвуковой датчик
Температурный режим использования	-40°C до +75°C	-40 до +55°C	+5 до +30°C
Класс датчика (степень защиты оболочки)	водо- и пыленепроницаемый. Соответствует классу IP56	водо- и пыленепроницаемый. Соответствует классу IP66	отсутствует
Энергопотребление	Низкое	Низкое	Низкое
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет
Стоимость	5800 руб.	6000 руб.	3600 руб.

По данным, полученным от клиентов, уже использующих сервисы Wasteout и UNILIGHT, экономия эксплуатационных расходов (ГСМ и моторесурс) может составить от 20% до 50%. Экономические оценки, проведенные на примере одного из предприятий, которое владеет, примерно, тысячью контейнеров, показали, что годовая экономия составит примерно 10% от доходов предприятия. Окупаемость внедрения сервисов составляет от 7 до 9 месяцев [<http://wasteout.ru/>].

Изученные сервисы Wasteout и UNILIGHT позволяют крепить свои датчики, сообщающие о наполненности, к уже имеющимся стандартным

контейнерам различными способами к внутренней стенке и к крышке бака (рис.1):



Рис.1 Способы крепления датчиков к контейнеру.

Но, зачастую в городе мы можем наблюдать неисправные баки с открытыми крышками. Отличительной особенностью моего прототипа является обеспечение контейнера датчиком, открывающим контейнер бесконтактным способом и ультразвуковым датчиком наполненности контейнера. Это приведет к безопасному использованию устройства, т.е. выбрасывание мусора будет происходить бесконтактным способом, а также контейнер будет препятствовать свободному открытию крышки и распространению мусора.

2. Технический состав проекта.

План работы, ресурсное обеспечение проекта.

1 этап. Изучение существующих решений в области сбора и вывоза ТБО.

- Поиск информации в сети интернет.
- Личное наблюдение.

2 этап. Анализ существующих решений.

- Составление таблицы сравнительных характеристик действующих систем.
- Выводы по техническим характеристикам контейнеров.

3 этап. Изготовление прототипа мусорного контейнера.

- Технические характеристики:

- прототип будет использоваться в медицинских и образовательных учреждениях, базах отдыха, жилищных комплексах, на предприятиях с закрытой территорией;

- Разработка функциональных характеристик

Человек подходит к контейнеру. На контейнере находится информация в виде схематического рисунка о том, что для открытия крышки необходимо провести ногой под контейнером. Это сделано для того, чтобы датчик, отвечающий за открытие крышки контейнера мотором, не реагировал на проезжающие машины, прохожих, а также птиц. Крышка открывается - мусор выбрасывается - крышка закрывается. Это повторяется до тех пор, пока ультразвуковой (УЗ) датчик, отвечающий за наполнение контейнера, не среагирует на заполнение контейнера. Как только количество мусора приближается к критическому уровню, УЗ датчик передаёт информацию на

системный блок, расположенный в роботе-мусоровозе. Робот приезжает и забирает мусор на полигон ТБО.

Технические решения создания прототипа мусорного контейнера:

1) Габариты прототипа контейнера-определяются размерами деталей конструкторов.

2) Автоматическое открытие крышки, при проведении «ногой» под контейнером достигается срабатыванием ультразвукового датчика.

3) Автоматическое закрытие крышки через установленное время, происходит в результате истечения времени, отведённого на выбрасывание мусора.

4) Сбор и отправка данных о наполненности контейнера на робота-мусоровоза происходит путём взаимодействия контейнера и робота-мусоровоза по Wi-Fi.

5) В исключительном случае наполненности контейнера голосовое информирование человека об отсутствии свободного места в контейнере. Данная ситуация должна быть исключена при правильной организации вывоза и утилизации отходов.

• Выбор конструктора и среды программирования.

Для создания прототипа мусорного контейнера я выбрал конструкторы LEGO Mindstorms EV3 и ТРИК. В процессе сборки опытных образцов из данных конструкторов были выявлены следующие недостатки в модели конструктора LEGO Mindstorms EV3: низкая прочность пластмассовой конструкции, ложное срабатывание датчиков, среда программирования ограничена стандартным набором блоков и команд. Поэтому я остановил свой выбор на конструкторе ТРИК, т.к. он позволяет сделать модель более функциональной, простой в эксплуатации, прочной, а среда программирования даёт возможность подойти к решению задач с разных сторон.

• Сборка контейнера и мусоровоза.

Для сборки каркаса контейнера использовался конструктор ТРИК: балки, гайки, болты, один сервомотор, два ультразвуковых (УЗ) датчика (рис. 2).

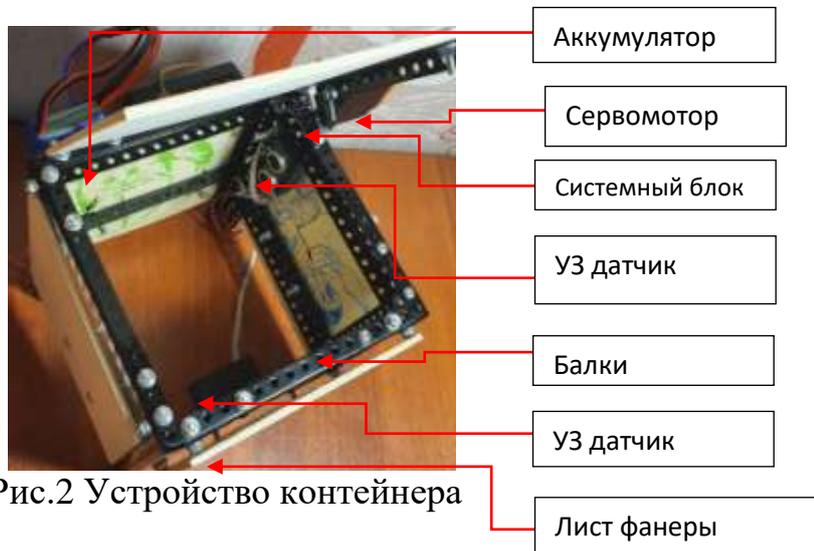
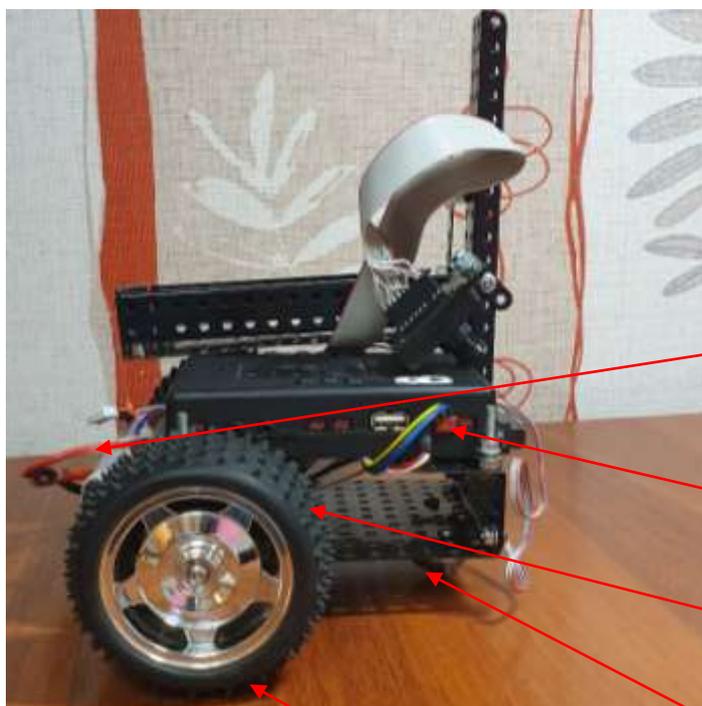


Рис.2 Устройство контейнера

Для сборки робота-мусоровоза также использованы детали конструктора ТРИК: балки, болты, гайки, колёса, 2 мотора для вращения колёс, один системный блок (рис. 3).



Аккумулятор

Системный блок

Моторы

Балки

Колеса

Рис. 3 Устройство робота-мусоровоза

- Программирование.

Для функционирования контейнера и робота-мусоровоза разработана индивидуальная программа.

Программа работы контейнера включает в себя следующие алгоритмы: открытие-закрытие крышки контейнера, определение уровня наполненности, сообщение на робот-мусоровоз о достижении установленного уровня наполненности, автоматическое открытие крышки при подъезде робота-мусоровоза, автоматическое закрытие крышки при отъезде робота-мусоровоза. Код программного обеспечения представлен в Приложении 1.

Программа робота-мусоровоза выполняет следующие задачи: принятие информации о достижении установленного уровня наполненности контейнера, после этого включаются моторы и робот-мусоровоз едет к контейнеру. Код программного обеспечения робота-мусоровоза представлен в Приложении 2.

- Экспериментальный запуск и отладка систем.

В ходе первого экспериментального запуска ИК датчик, отвечающий за открытие крышки был заменён на УЗ датчик, по причине фиксации неточных значений об открытии крышки. Далее происходило усовершенствование и отладка программы: изменение установленных значений открытия/закрытия крышки контейнера, изменение мощности сервомотора, отвечающего за управление крышкой контейнера.

4 этап. Снятие демонстрационного видеоролика.

Демонстрационный ролик длительностью 4 мин. 34 сек. снят на камеру телефона Samsung и смонтирован в программе SONYVegas.pro 13.

Ссылка на демонстрационное видео:

https://disk.yandex.ru/i/SHmJ4cLD_4DCog

5 этап. Оформление проекта и подготовка презентации.

Проект оформлен в MicrosoftWord, презентация оформлена в PowerPoint.

Выводы.

В процессе работы над проектом был разработан прототип умного мусорного контейнера, оснащённого датчиками автоматического открытия/закрытия крышки, а также ультразвуковым датчиком для определения наполненности и системой передачи информации о наполненности, который позволит решить проблемы с вывозом мусора и экологии города.

Решаемая проблема – это своевременный вывоз мусора. Актуальность проекта - ликвидация стихийных свалок, улучшение экологии, оптимизация вывоза мусора. Достигнутая цель – автоматизация процесса сбора и вывоза мусора операторами ТБО, посредством оснащения мусорного контейнера устройством, собирающим и передающим информацию о его наполненности, а также внедрения в процесс вывоза мусора соответствующего программного обеспечения для взаимодействия контейнера и оператора ТБО (робота-мусоровоза).

Заинтересованные потребители: жители городов, предприятия ЖКХ, операторы по обращению с ТБО.

Функциональность разработанного устройства: автоматическое открытие и закрытие крышки контейнера, определение уровня наполняемости контейнера, передача информации о наполненности мусорного контейнера оператору.

На данный момент ведется работа по изготовлению работающего прототипа в корпусе из оцинкованной стали для ЖСК №43 города Вологды:

- габаритные размеры контейнера: 40x40x60 см;
- используемые материалы: корпус из оцинкованной стали (стоимость 1200 руб.), ультразвуковые датчики 2 шт. (стоимость 300 руб.), сервомотор (стоимость 500 руб.), аккумулятор (стоимость 2000 руб.), системная плата

(1000 руб.), крепежи и расходные материалы (230 руб.). Общая стоимость - 5230 рублей.

Рабочий образец умного мусорного контейнера можно снабдить следующим оборудованием:

- датчиками температуры, позволяющими сообщить о пожаре;
- датчиками наклона, которые сообщат об опустошении контейнера;
- датчиками GPS/ГЛОНАСС — которые определяют местоположение контейнера;
- датчики, которые позволяют сопоставить, сколько мусора собрали из контейнеров и сколько довезли до места назначения. Это позволит ликвидировать несанкционированные свалки и выявить нарушителей;
- датчики опасных отходов: батарейки, лампочки, аккумуляторы и др.

Список использованных источников.

1. <http://wasteout.ru/>
2. https://club.cnews.ru/blogs/entry/import_4_istorii_uspeha_interneta_veshchej_369c
3. <https://iot.ru/wiki/umnyy-musor>
4. <https://trikset.com/>
5. <https://unilight.ru/>
6. <https://www.ecubelabs.com/ru/>
7. <https://www.emgrussia.ru/company/>

Код программного обеспечения контейнера.

```
var __interpretation_started_timestamp__;  
var pi = 3.141592653589793;  
var main = function(){  
    __interpretation_started_timestamp__ = Date.now();  
    while(1){  
        if (brick.sensor(D1).read()<3){  
            brick.motor(S1).setPower(45)  
            brick.motor(S1).setPower(0)  
            script.wait(5000)  
            brick.motor(S1).setPower(-75)  
        }  
        if (brick.sensor(D2).read()<15){  
            vari = 1;  
            mailbox.send(02, i);  
            brick.say("Мусорка заполнена")  
            i1 = mailbox.receive(true);  
            brick.motor(S1).setPower(45)  
            script.wait(5000)  
            brick.motor(S1).setPower(-75)  
            var i2 = 3;  
            mailbox.send(02, i2);  
        }  
    }  
  
    return;  
}
```

Код программного обеспечения робота-мусоровоза

```

var __interpretation_started_timestamp__;
var pi = 3.141592653589793;
var __interpretation_started_timestamp__;

var pi = 3.141592653589793;
var kv=1
var u=0
var error=0
var d=7.8
var koleya=15.4
var ml=brick.motor(M4).setPower
var mr=brick.motor(M3).setPower
var E4=brick.encoder(E4)
var E3=brick.encoder(E3)
function run(v,dist){
    E4.reset()
    E3.reset()
    en=dist*205/(pi*d)
    while (Math.abs(E3.read())<en){
        error=(E3.read()-E4.read())
        u=kv*error
        ml(v+u)
        mr(v-u)
        script.wait(30)
    }
    brick.motor(M4).brake()
    brick.motor(M3).brake()
}
var main = function()
{
    __interpretation_started_timestamp__ = Date.now();

    i = mailbox.receive(true);
    run(30,50)
    var i1=2
    mailbox.send(01, i1);
    i2 = mailbox.receive(true);
    run(-30,50)

    return;
}

```