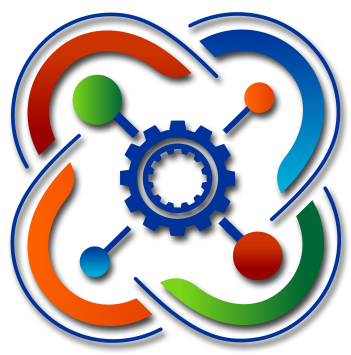
## ОГАУДО «Детский технопарк Кванториум «Дружба»



Пояснительная записка к проекту

«Автоматизированная система сбора свёклы»

Выполнил:

Зыков Александр, 9Б класс

МБОУ «Школа №72»

Педагог - наставник:

ПДО Петаева Виктория Александровна,

ОГАУДО "ДТКД"

Рязань 2020 год

## Оглавление

[Введение 3](#_Toc50305434)

[1. Цель и задачи проекта 4](#_Toc50305435)

[2. Анализ существующих решений и методов 5](#_Toc50305436)

[3. Планирование и ход работы 7](#_Toc50305437)

[4. Бизнес-план и этапы реализации проекта 14](#_Toc50305438)

[Заключение 15](#_Toc50305439)

# Введение

Для сбора урожая свёклы обычно применяют ряд техники, которая последовательно обрабатывает поле. Сначала у свёклы срезают ботву ботвоуборочной машиной, затем собирают её с помощью корнеуборочной машины и только потом отвозят на склад.

Мой робот нужен для автоматизации, упрощения и ускорения этого процесса.

Проблема состоит в том, что в сезон уборки затраты на заработные платы работникам агрофирм сильно возрастают из-за ненормированного рабочего дня.

Я решил подойти к решению проблемы кардинально и предложить систему уборки урожая, которая может выполнять все необходимые операции в автоматическом режиме без участия человека.

Таким образом, я представляю вашему вниманию (прототип автоматизированной системы сбора свеклы.

# Цель и задачи проекта

Цель моего проекта - создать прототип автоматизированной системы сбора свёклы, способный в автономном режиме без участия человека собирать урожай с макета поля.

Задачи​ проекта:

1. Спроектировать, изготовить и собрать раму робота;
2. Спроектировать, изготовить и собрать конвейерный механизм;
3. Разработать систему машинного зрения для определения клубней свёклы;
4. Подключить микроконтроллер Arduino к моторам и системе машинного зрения;
5. Разработать программу для передачи данных с модуля машинного зрения на Arduino и отладить систему автоматического регулирования моторов.

# Анализ существующих решений и методов

Я начал анализировать проект и вычислил причины его актуальности, а также потенциальных заказчиков.

**Актуальность.** Как уже было сказано выше, уборка свёклы – трудоёмкий и долгий процесс. Мой робот ускоряет и упрощает этот процесс, тем самым становясь более привлекательным для покупки, чем целый ряд уборочной техники. Много времени теряется при подготовке оборудования и сборе свёклы, мой робот ускоряет эти процессы и делает их продуктивнее. Сейчас подобных автоматизированных систем сбора свёклы немного. Вследствие этого мой проект будет актуален из-за неконкурентного рынка.

**Потенциальные заказчики**​. Основным критерием выбора возможных заказчиков для меня стал годовой сбор свёклы. Я выделил для себя следующих приоритетных заказчиков:

1. ООО “Дмитровские овощи”;
2. ЗАО “Агрофирма Бунятино”;
3. Агросоюз Романовский;
4. ООО” Агротек-Сервис”;
5. ООО “Авангард”

Размер площадей сахарной свеклы в областях, где базируются эти компании, представлены на рисунке 1.



**Рис. 1. Размер площадей сахарной свеклы**

**Обзор существующих решений и методов.**

Испанская компания Agrobot [(​https://www.agrobot.com/](https://www.agrobot.com/)​) реализовала идею автоматической уборки хрупких ягод садовой земляники. Устройство SW6010 работает полностью в автономном режиме и способно самостоятельно ориентироваться в пространстве. Машина в режиме реального времени использует технологии искусственного интеллекта для оценки зрелости ягод. Робот также оснащен сенсорами для оценки цвета плода и его товарного вида. Сенсоры проводят анализ ягод и записывают информацию о каждом плоде.

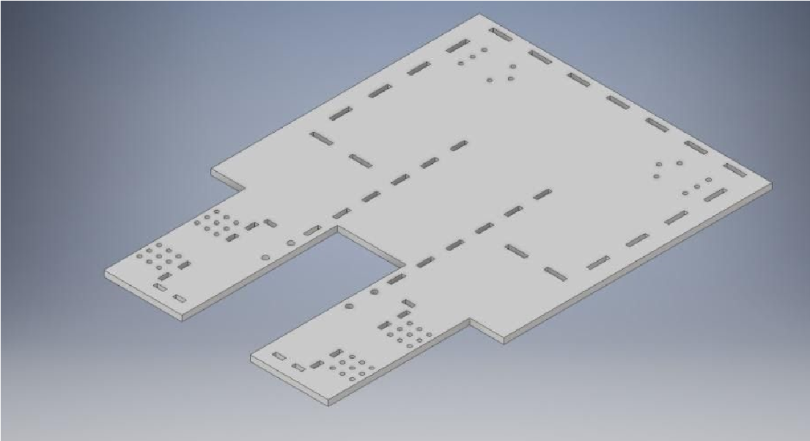
Массачусетская Компания Energid разработала роботизированную систему сбора цитрусовых, использующую машинное зрение и управляемую оператором. Человек управляет ей с помощью рычага, та в свою очередь опознает цитрусовые в поле зрения камер и автоматически собирает их. Первые испытания были проведены во Флоридской апельсиновой, тогда систему установили на дизельном грузовике.

# Планирование и ход работы

Прежде чем стать полноценным прототипом, мой проект прошел несколько стадий развития. Коротко о том, как развивался мой проект:

1. Проектирование, изготовление и сборка рамы робота.

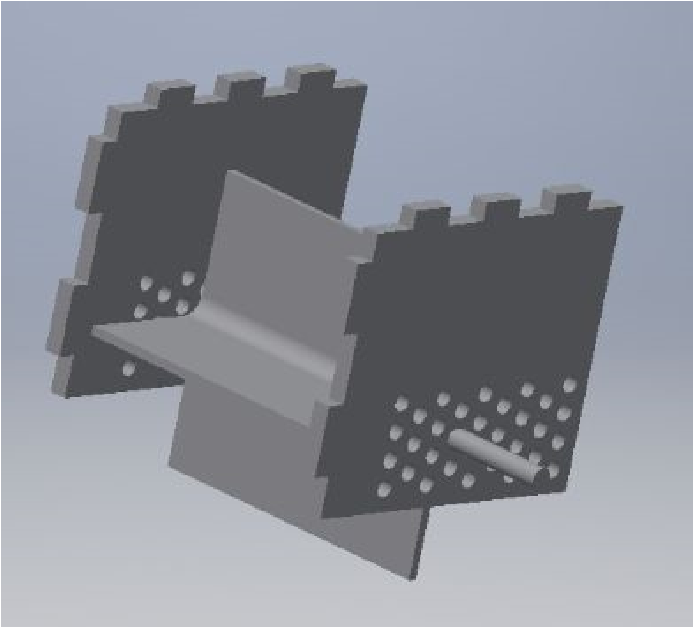
Детали для робота были спроектированы в программе Autodesk Inventor: часть их была изготовлена из пластика на 3D принтере, а все остальное - вырезано на лазере из фанеры. После этого я начал собирать раму робота (рис.2), крепить на ней рабочие органы, подсоединять их к моторам, а те в свою очередь к платам.



## Рис. 2. Рама робота

2. Проектирование, изготовление и сборка конвейерного механизма.

Я сделал чертёж конвейерного механизма и подобрал материалы для его сборки: фанерные детали, вырезные лазером, металлические оси, полосы тканевой изоленты, и закрепил её на основании. На рис. 3 показан готовый механизм.



## Рис. 3. Конвейерный механизм

3. Разработка системы машинного зрения для определения клубней свеклы.

Проект выполнялся на контроллере OpenMV Cam M4 – OV7725 (Рис.4). Ниже приведены его характеристики:

Процессор STM32F427VG Cortex 4M 180 МГц,256 КБ ОЗУ, 1 МБ;

12 – разрядный АЦП;

12 – разрядный ЦАП;

Датчик изображения OV7725.



## Рис. 4. Модуль машинного зрения

Листинг программы:

# Sidngle Color RGB565 Blob Tracking Example import sensor, image, time import time from pyb import UART

uart = UART(3,9600, timeout\_char = 1000) threshold\_index = 0 # 0 for red, 1 for green, 2 for blue

thresholds = [(30, 100, 15, 127, 15, 127), # generic\_red\_thresholds

(30, 100, -64, -8, -32, 32), # generic\_green\_thresholds (0, 30, 0, 64, -128, 0)] # generic\_blue\_thresholds sensor.reset() sensor.set\_pixformat(sensor.RGB565) sensor.set\_framesize(sensor.QVGA) sensor.skip\_frames(time = 2000) sensor.set\_auto\_gain(False) # must be turned off for color tracking sensor.set\_auto\_whitebal(False) # must be turned off for color tracking clock = time.clock() while(True): clock.tick() img = sensor.snapshot()

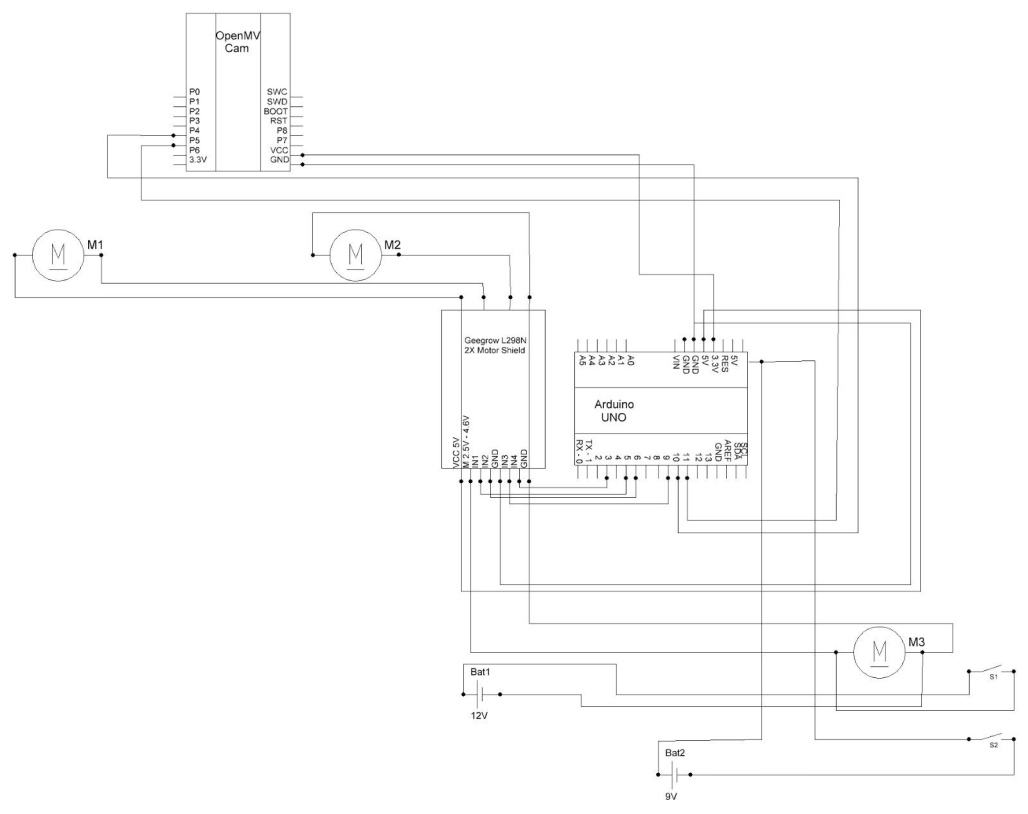
for blob in img.find\_blobs([thresholds[threshold\_index]], pixels\_threshold=200, area\_threshold=200, merge=True): img.draw\_rectangle(blob.rect()) img.draw\_cross(blob.cx(), blob.cy()) uart.write("%d\n"%blob.cx()) print("%d\n"%blob.cx(), end='')

Пример распознавания красного объекта представлен на рисунке 5.



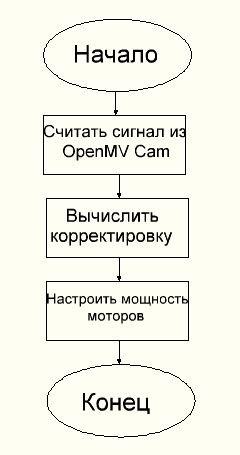
## Рис. 5. Распознавание красного объекта

4. Подключение микроконтроллера Arduino к моторам и системе машинного зрения. Принципиальная схема представлена на рис. 6:



## Рис.6. Принципиальная электрическая схема робота

5. Разработка программы для передачи данных с модуля машинного зрения на Arduino и отладить систему автоматического регулирования моторов. Блок-схема программы представлена на рис. 7.



**Рис.7. Блок-схема программы Arduino**

Листинг программы:

#include <SoftwareSerial.h>

#define LEFT\_MOTOR\_PIN\_1 5

#define LEFT\_MOTOR\_PIN\_2 6

#define RIGHT\_MOTOR\_PIN\_1 3

#define RIGHT\_MOTOR\_PIN\_2 9

SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX void

getline(char \*buffer, int max\_len)

{ uint8\_t idx = 0;

char c; do

{ if(idx >= max\_len) return; while (mySerial.available() == 0) ; // wait for a char this causes the blocking c = mySerial.read(); buffer[idx++] = c;

} while (c != '\n' && c != '\r'); if(idx >= max\_len) return; buffer[idx] = 0;

} void setup() {

Serial.begin(9600);

mySerial.begin(9600);

pinMode(LEFT\_MOTOR\_PIN\_1, OUTPUT); pinMode(LEFT\_MOTOR\_PIN\_2, OUTPUT); pinMode(RIGHT\_MOTOR\_PIN\_1, OUTPUT); pinMode(RIGHT\_MOTOR\_PIN\_2, OUTPUT);

} void

loop(){

char buffer [63+1];

int max\_len = 63;

getline(buffer, max\_len); Serial.print(buffer); int m = atoi(buffer); //Serial.println(m); int const\_speed = 90; int null\_error = 150; int error = null\_error - m;

Serial.println(error);

float K = 0.48; float correct = K \* error;

//Serial.println(correct);

//int speed\_correct = const\_speed+correct;

//Serial.println(speed\_correct); goMotors(const\_speed, const\_speed, correct);

} int goMotors (int right, int left, int correct)

{ analogWrite(LEFT\_MOTOR\_PIN\_1, left+correct); analogWrite(LEFT\_MOTOR\_PIN\_2, 0); analogWrite(RIGHT\_MOTOR\_PIN\_2, right-correct); analogWrite(RIGHT\_MOTOR\_PIN\_1, 0);

}

**Описание пропорционального регулятора:**

Примем нулевую ошибку за 150. С OpenMV приходят числа в диапазоне от 0 до 300. Например, пришло число 200. Тогда ​**ошибка регулирования**​:

ошибка = нулевая ошибка − данные = 150−200 = −50

Получилась ошибка -50. Далее высчитывается ​**корректировка**​:

### корректировка = К • ошибка = 0,48 • (−50) = −24

Получилось -24. Теперь высчитываем мощность моторов:

**Мощность левого мотора:**

### Мощность левого мотора = левый мотор + корректировка = левый мотор − 24

**Мощность правого мотора:**

Мощность правого мотора = правый мотор−корректировка = правый мотор−(−24)

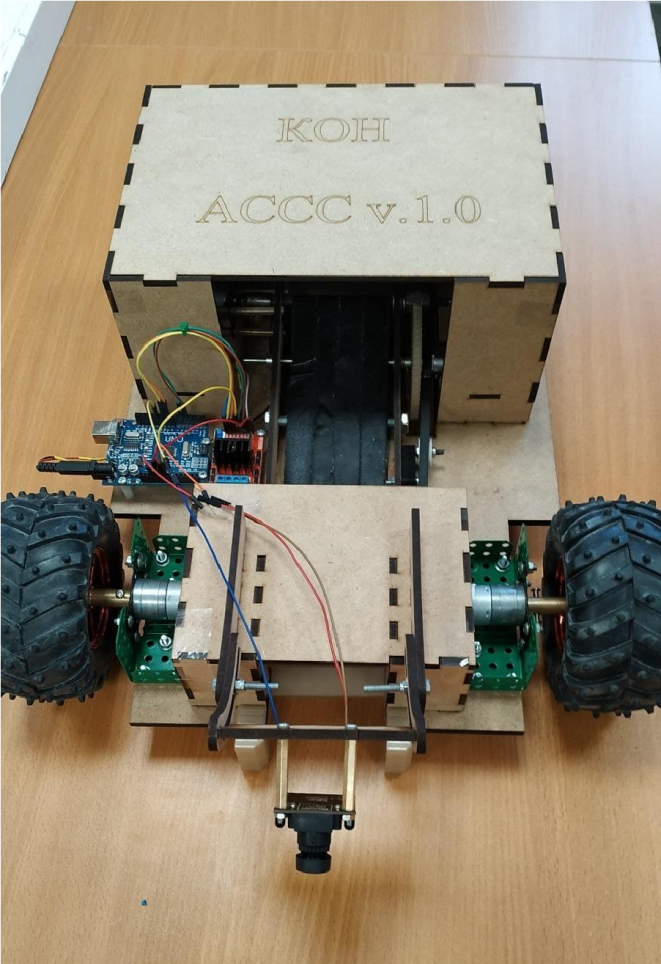
Теперь по полученным данным сравним показатели моторов:

### Мощность левого мотора < Мощность правого мотора

Из полученного неравенства можно понять, что робот повернёт налево.

**Итог работы.** ​Прототип выполняет поставленные задачи. Красный объект (свекла) распознается модулем машинного зрения, его координата по оси X передается как переменная в микроконтроллер Arduino, который с помощью пропорционального регулятора управляет направлением движения робота. Таким образом, робот следует точно по ряду свеклы и при необходимости может поворачивать в нужную сторону.

Итоговый вид нашего робота вы можете видеть на рис.8.



## Рис. 8. Прототип робота

# Бизнес-план и этапы реализации проекта

* Финансы.

Покупка нового комбайна в среднем обойдётся компании в 800000-1200000 рублей.

Также стоит учесть затраты на заработную плату водителя комбайна. При покупке моего готового проекта цена снижается в порядке на 15-20 процентов и также вычитается оплата водителя порядка 360000 рублей в год.

* Поддержка компаний.

Как была сказано выше моим проектом могут заинтересоваться компании из Краснодарского края, Воронежской области и Московской области. Заинтересовавшись в идеи, они могут помочь в финансовым плане, и я смогу модернизировать мой проект и довести его до продажи.

* Реализации проекта.

В перспективе – участие с данным прототипом в других конкурсах и развитие его до полноценного проекта и привлечение инвесторов.

# Заключение

Текущий прототип (рис. 9) полностью выполняет задачи, поставленные в начале работы. При его модернизации и сборки в натуральную величину, мой проект можно довести до продажи на рынок и в следствие того, что подобных систем не много мой проект будет актуален и востребован.

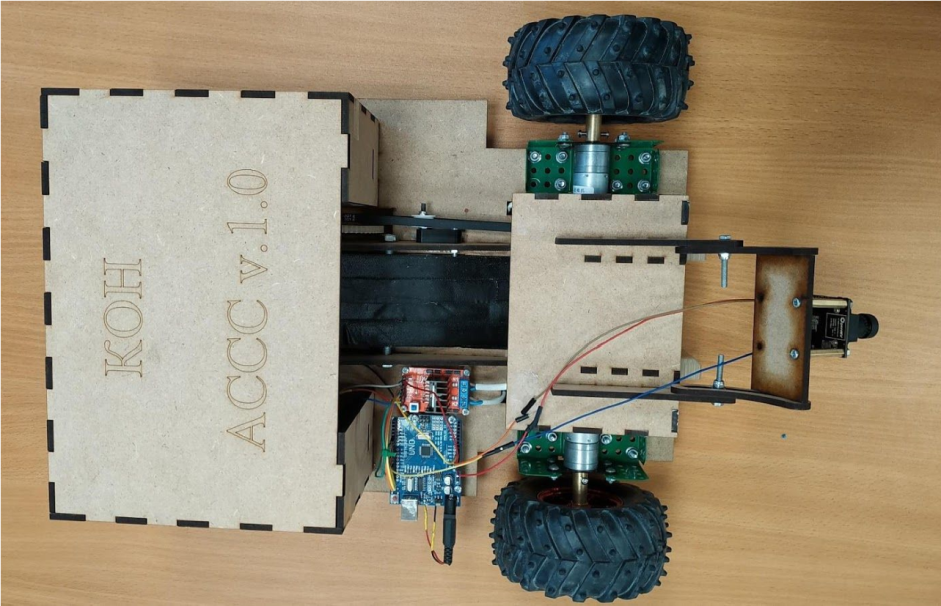
Видео работы робота доступно:

1. по ссылке

https://www.youtube.com/watch?v=cSJnsTZLlUI&feature=youtu.be

1. по QR-коду





**Рис. 9. Готовый прототип робота**