

**Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение**  
**города Москвы “Школа №1363”**  
**ДЕПАРТАМЕНТА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ**

**РОБОТИЗИРОВАННЫЙ СБОРЩИК ЗАКАЗОВ**

Выполнили учащиеся ГБОУ города Москвы «Школа №1363»

Команда «Тележка с пончиком»

Сиворонова Екатерина Михайловна

Костионова Ксения Ивановна

Крылов Роман Антонович

Руководитель работы:

учитель информатики ГБОУ школы №1363

Черкасова Элла Владиславовна

**г. Москва, 2024 г.**

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Введение.....                           | 3  |
| Обзор и анализ предметной области.....  | 5  |
| Инструменты реализации проекта.....     | 7  |
| Описание разработанного устройства..... | 7  |
| Экспериментальные исследования.....     | 16 |
| Заключение.....                         | 18 |
| Список литературы.....                  | 19 |
| Приложения.....                         | 20 |

## **Введение**

### **Актуальность работы**

Робот-сборщик – машина, состоящая из двух подсистем. Первая отвечает за распознавание, а вторая – за физический отбор.

Для обеспечения непрерывности работы в складских системах необходимо обеспечить подачу, хранение грузов и формирование заказов по требованию. В складах применяют погрузчики, конвейеры, ручной труд. На некоторых производствах используют промышленные роботы для паллетирования/депаллетирования грузов.

Роботы-сборщики помогают освободить людей от тяжелого и монотонного труда, который требует большой концентрации. Их сенсоры готовы круглосуточно анализировать вид деталей и элементов, лежащих на стеллажах складов. Бывают различные виды автоматических помощников:

- Роботы-тележки отбирают товары с конвейерной ленты, сканируют и распределяют по лоткам, ориентируясь на определенные штрих/QR-коды. Оборудованные механизмом рольганга могут разгружаться сами, раскладывать груз по полкам или собирать в контейнер.
- Паллетайзеры, роботы-штабелёры – это манипуляторы для автоматического захвата и размещения товаров на паллеты на складах с интенсивным движением людей и транспортных средств. Оптимальны для мест, где многократно повторяются одни и те же действия. Преимущество этих машин – возможность работы с большим весом.
- Буксировщики – перевозят крупные тележки, доставляет груз на большие расстояния.

Проектирование и разработка автоматических помощников (робот-сборщик) различных типов является одной из популярных задач в образовательном

процессе при формировании инженерных компетенций у учеников учреждений среднего образования.

### **Цель работы:**

Спроектировать и реализовать конструкцию и программное обеспечение роботизированного сборщика заказов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи (этапы реализации проекта)**:

1. Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
2. Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.
3. Проектирование устройства (эскиз устройства, проектирование кинематической системы, UML-диаграммы).
4. Проектирование 3D-модели устройства, его составных частей и корпуса.
5. Проектирование электротехнической системы устройства.
6. Проектирование алгоритмов работы программного обеспечения.
7. Разработка кинематической, электротехнической систем устройства.
8. Разработка программного обеспечения.
9. Прототипирование, изготовление и сборка устройства.
10. Тестирование и отладка устройства.
11. Подготовка документации.

**Методы исследования.** В работе используются методы теоретического исследования (имитационного моделирования в системе fritzing).

### **Научная новизна работы:**

1. Разработана и интегрирована подсистема управления камерой, с помощью которой программа распознаёт тип груза.
2. Разработана и интегрирована подсистема управления перемещением каретки с помощью приложения, которое позволяет включить и выключить систему, а также выбирать типы грузов.

3. Разработана и интегрирована подсистема управления манипулятором с помощью сервопривода и шагового мотора, позволяющая переместить груз в накопитель.

**Достоверность и обоснованность полученных результатов** доказываемся посредством выявления зависимости полученных результатов от известных теоретических и эмпирических данных, опубликованных в литературных источниках, а также посредством получения положительных результатов по итогам внедрения результатов проекта.

**Личный вклад авторов.** Результаты работы получены лично авторами.

Проектная команда состоит из 3-х учеников 11 класса ГБОУ школы №1363.

Распределение ролей в проектной команде:

1. Сиворонова Екатерина Михайловна — разработка 3D-моделей устройства, прототипирование и 3D-печать, работа с электроникой, сборка устройства, разработка монтажной и электрической принципиальной схемы, разработка технической документации.
2. Костионова Ксения Ивановна — разработка мобильного приложения, разработка программного обеспечения.
3. Крылов Роман Антонович — разработка 3D-моделей устройства, прототипирование и 3D-печать, создание UML диаграмм, сборка устройства, создание чертежей.

**Руководитель проектной команды:** учитель информатики ГБОУ школы №1363 Черкасова Элла Владиславовна.

Работа проектной команды осуществлялась с использованием программного обеспечения Zoom, GitHub.

### **Обзор и анализ предметной области**

Обзор и анализ предметной области позволил классифицировать основные подходы к разработке программно-аппаратных устройств, позволяющих изучать механику работы роботизированного сборщика заказов. В основном

кратко описывается разработка системы распознавания QR кода и перемещения грузов. Также дополнительно описывается интеграция подсистемы остановки устройства на определённом расстоянии от ячейки с грузом в автоматическом режиме. Описывается использование подсистемы управления устройством при помощи мобильного приложения. Описывается использование подсистемы распознавания типа груза (QR кода) с помощью камеры. Рассмотренные источники позволяют сделать вывод о том, что в данный момент отсутствуют методические указания по разработке робота-сортировщика с подсистемой управления из мобильного приложения, подсистемой автоматической остановки каретки на определенном расстоянии для распознавания QR кода, подсистемой перемещения груза в накопитель. Роботизированный сборщик заказов позволяет изучить механику работы устройства и сформировать межпредметные комплексные профессиональные навыки в области механики, конструирования, электроники и схемотехники, 3D-моделирования и прототипирования, программирования.

Обзор и анализ предметной области позволил сформировать требования к разрабатываемому устройству, формирующие его функциональные особенности по сравнению с аналогами:

- При разработке использованы готовые электротехнические модули (Arduino Uno, Raspberry Pi), произведен монтаж электронных компонентов.
- Конструкция роботизированного сборщика заказов является стационарной и обеспечивает устойчивость на ровной поверхности при работе.
- Разработано программное обеспечение для моторов и сервопривода, с помощью которых осуществляется перемещение грузов в накопитель.
- Разработано приложение, с помощью которого в систему подаются сигналы о составе заказа.
- Конструкция устройства содержит в себе подсистему автоматической остановки при достижении каретки области напротив каждого груза.
- Разработаны 3D модель устройства и его составных частей. Элементы устройства выполнены из PLA-пластика (3D-печать составных частей).

## Инструменты реализации проекта

Для реализации работы перемещения устройства используется микроконтроллер Arduino Uno. Это обычная плата, которая является «посредником» между пользователем и микроконтроллером, позволяя загружать в него прошивку прямо из среды программирования.

Для взаимодействия приложения и системы, осуществления сканирования был выбран микрокомпьютер Raspberry PI версии Model 3B+. Такой выбор обусловлен тем, что контроллер оснащен отдельным микропроцессором на архитектуре ARM, что сильно повышает производительность и позволяет нормально взаимодействовать с библиотеками, вроде BaseHTTPRequestHandler, HTTPServer, cv2. Еще сильным аргументом при выборе стало то, что он управляется в том числе и при помощи языка программирования Python, что значительно сокращает время, требуемое для разработки. Его преимущество заключается также в его маленьких размерах, он запросто помещается внутри конструкции сборщика.

Благодаря мощной модели сервопривода FS5113R грузы без особого труда удерживаются лапками и перемещаются в накопитель.

В устройстве используются 4-х фазные шаговые моторы 28BYJ-48 и драйверы, мотор питается от 5В постоянного напряжения. Вся эта конструкция не потребляет больших токов, и имеет достаточный момент для вращения зубчатых колес. Благодаря драйверам работа моторов может задаваться программным кодом.

Для точного перемещения каретки и ее остановки напротив каждой ячейки и накопителя было решено применить ультразвуковые датчики HS-SR04.

Устройство способно выводить распознанный груз на дисплей OLED 0.96. Хочется выделить, что дисплей потребляет мало энергии, отличается высокой контрастностью, имеет всего 2 выхода на микроконтроллер.

На устройство подается напряжение от батареи 5В. Используется светодиодная лента, благодаря которой QR-коды распознаются лучше. На ленту подается питание 12В от отдельного аккумулятора.

### **Описание разработанного устройства**

Пользователь в мобильном приложении формирует заказ (выбирает определенное количество типов грузов), который по окончании работы устройства будет собран в накопителе. Затем механическая подсистема начинает процесс сканирования грузов в стеллаже. После этого идет этап распознавания типа детали. При распознавании типа детали происходит захват груза и перемещение его в накопитель. Накопитель необходим для сбора грузов из заказа. При этом предусмотрен вывод информации о распознанном грузе на внешний дисплей и в мобильном приложении.

При подключении энергопитания на устройствах (микроконтроллер и одноплатный компьютер) запускается разработанное программное обеспечение.

После начала работы программа на Raspberry ожидает получения сигнала с приложения о формировании заказа и запуске устройства.

Пользователь в мобильном приложении формирует заказ, выбирая определенные типы грузов посредством нажатия соответствующих кнопок. По окончании формирования пользователь нажимает на кнопку "Сформировать заказ", данные передаются на Raspberry. Далее пользователь нажимает на кнопку включения, сигнал передается на Raspberry. Как только заказ будет сформирован, а сигнал о включении получен, с Raspberry будет отправлен сигнал на Arduino о готовности начать работу. Будет запущена подсистема перемещения устройства. Для того, чтобы устройство начало перемещаться, срабатывает внутренний шаговый мотор, вращается зубчатое колесо, устройство передвигается по зубчатой рейке. При помощи датчика расстояния устройство останавливается напротив каждой ячейки с грузами и запускает процесс сканирования. Сканирование происходит на одноплатном



компьютере - камера делает снимок и при помощи программного кода декодирует QR-код. Если распознанный груз есть в заказе, то информация о нем будет выведена на внешний дисплей и в мобильном приложении. Далее происходит захват груза: на внешний шаговой мотор передается сигнал, вращается зубчатое колесо, выдвигается захватное устройство; по тому же сигналу на второй Arduino запускается сервопривод, работает и приводит в движение зубчатые элементы лапки, тем самым захватывая груз; захватное устройство возвращается в исходное положение. При помощи датчика расстояния система запоминает расположение ячейки для того, чтобы после сброса груза в накопитель, вернуться на место последнего сканирования. После происходит перемещение груза в накопитель: начинает работать внутренний шаговый мотор, перемещаясь к накопителю до того момента, пока датчик на первой Arduino не получит нужное значение; захватное устройство выдвигается; на второй Arduino также работает датчик расстояния, и после получения нужного значения подается сигнал на сервопривод, с помощью сервопривода лапки разжимаются, отдавая груз во власть земного притяжения. Каретка возвращается на место последнего распознавания и продолжает сканирование. Устройство будет перемещаться и сканировать грузы до тех пор, пока весь заказ не будет собран.

Пользователь может изменить содержимое заказа через мобильное приложение в процессе работы устройства. Данные о новом заказе передаются в систему и устройство сканирует грузы, пока заказ не будет полностью собран.

По завершении работы программы, пользователь в приложении нажимает на кнопку выключения устройства. На Raspberry передается сигнал о выключении, а с Raspberry - на Arduino. Тем самым, завершается работа подсистемы сканирования и подсистемы перемещения каретки.

Для управления сервоприводом используется встроенная библиотека Servo.

Для управления шаговыми моторами был создан класс Stepper с функциями Stepper.step.

Для использования датчика расстояния используется специально разработанная функция `kabanchik` для считывания измерений с УЗД и преобразования их из сигналов в привычное для нас расстояние (в см). Датчик помогает устройству перемещаться и останавливаться точно напротив ячеек с грузами и накопителя.

Для управления внешним дисплеем используется библиотека `OLED_I2C`.

Исходный код проекта можно найти на [GitHub](#). В приложении №2 представлены программные коды.

На рисунке 1 представлена разработанная 3D-модель роботизированного сборщика заказов. В приложении №1 представлены чертежи составных частей физической модели роботизированного сборщика заказов.

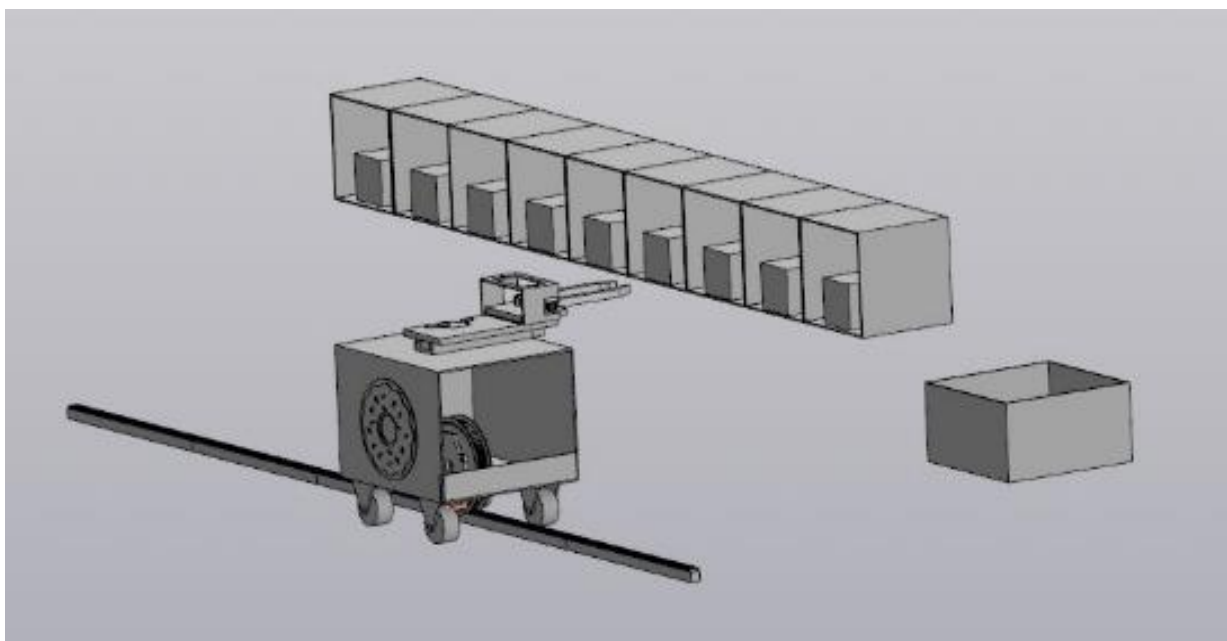


Рисунок 1. 3D модель устройства

На рисунках 2-5 представлены UML диаграммы.

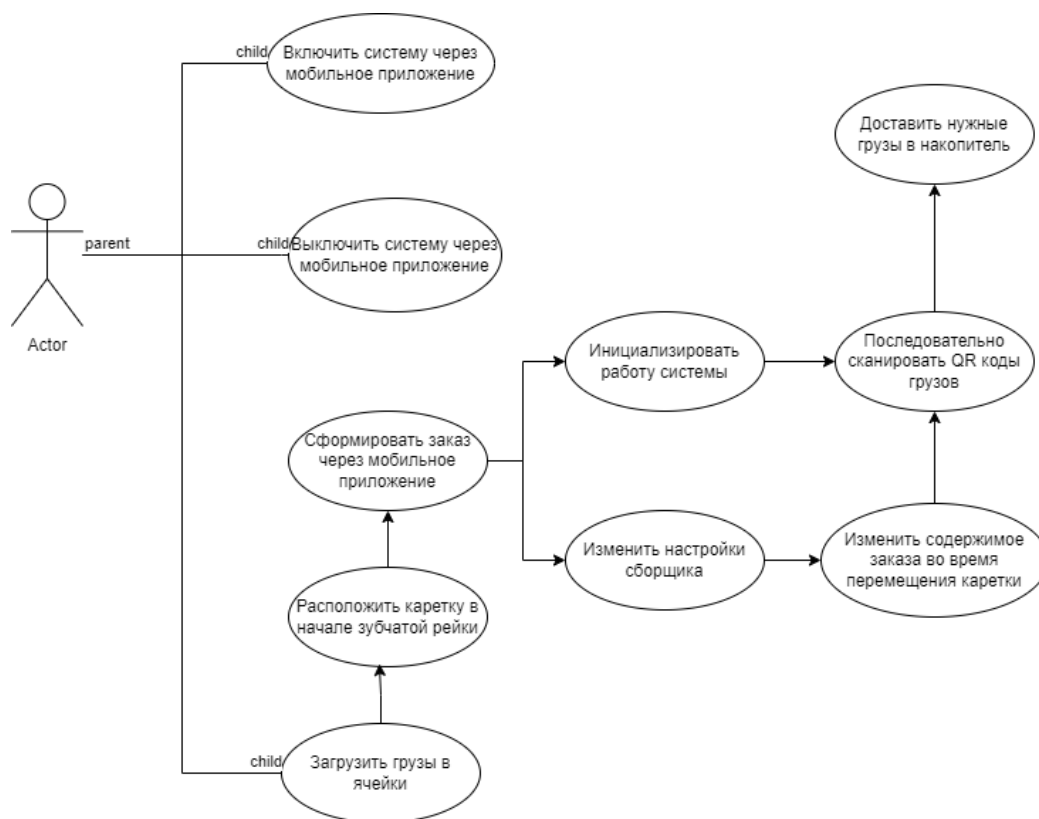


Рисунок 2. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой

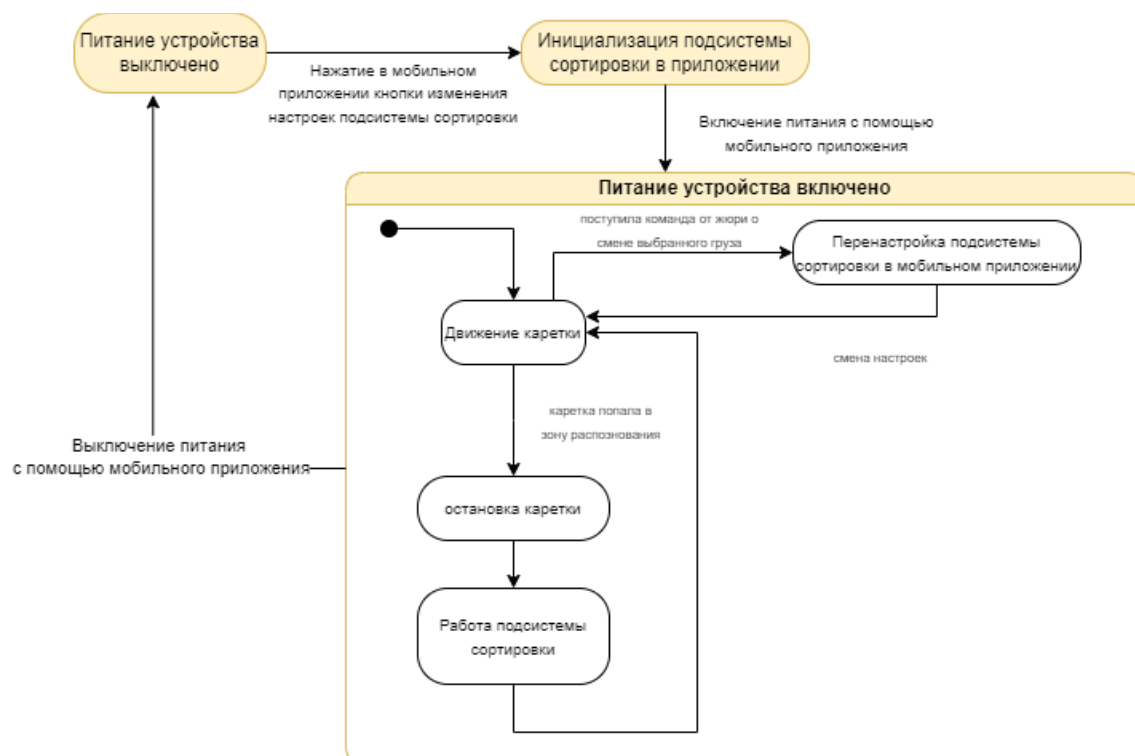


Рисунок 3. Диаграмма автомата

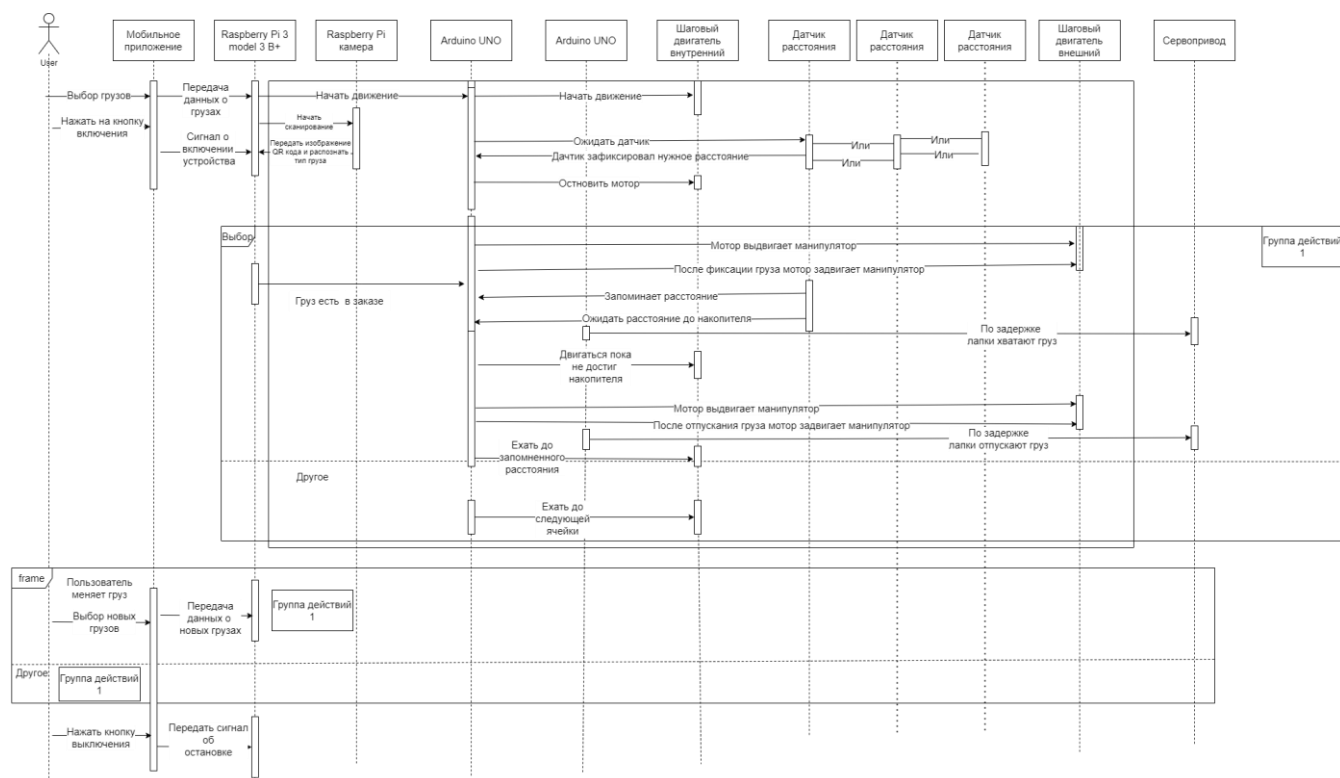


Рисунок 4. Диаграмма последовательности

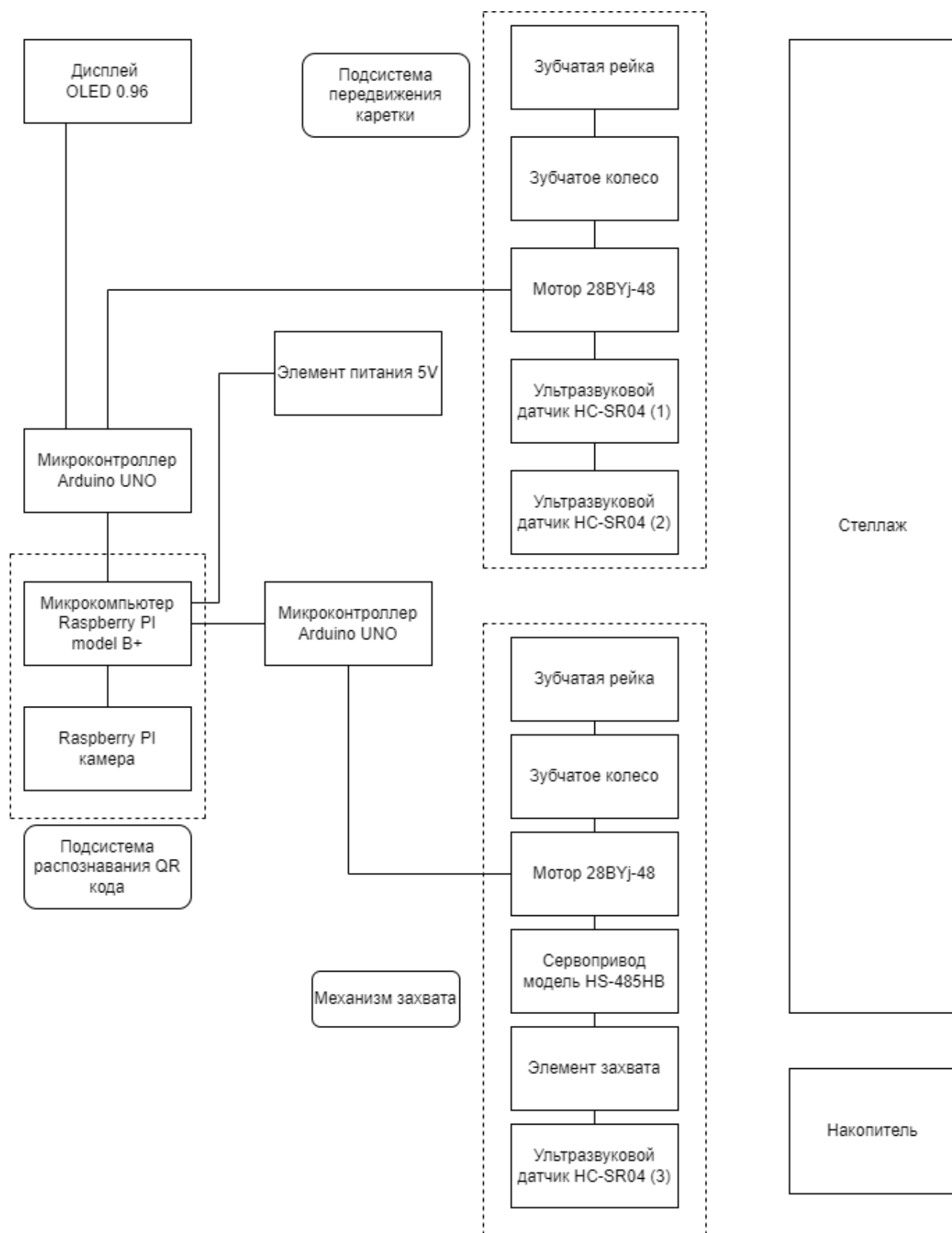


Рисунок 5. Диаграмма компонентов

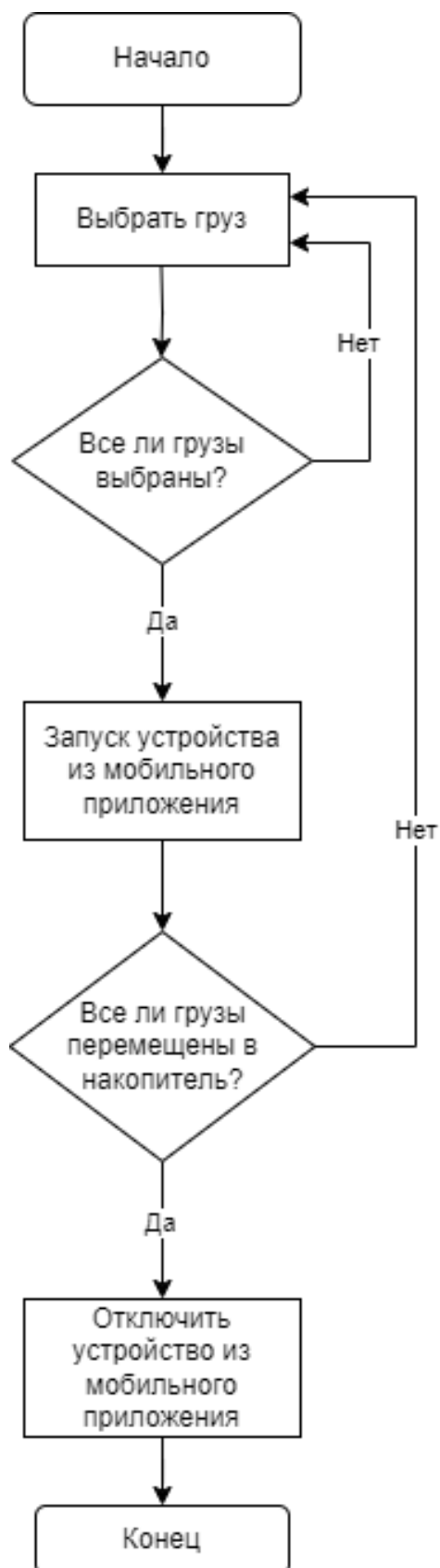


Рисунок 6. Блок-схема программного обеспечения

На рисунке 7 представлена кинематическая система разработанного устройства в виде схемы.

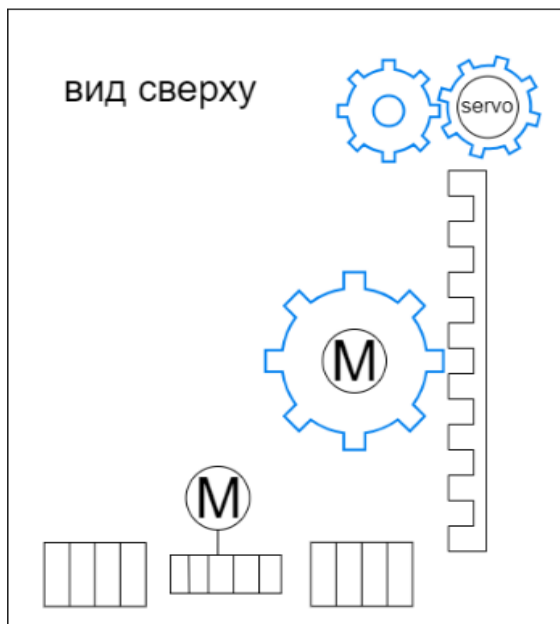
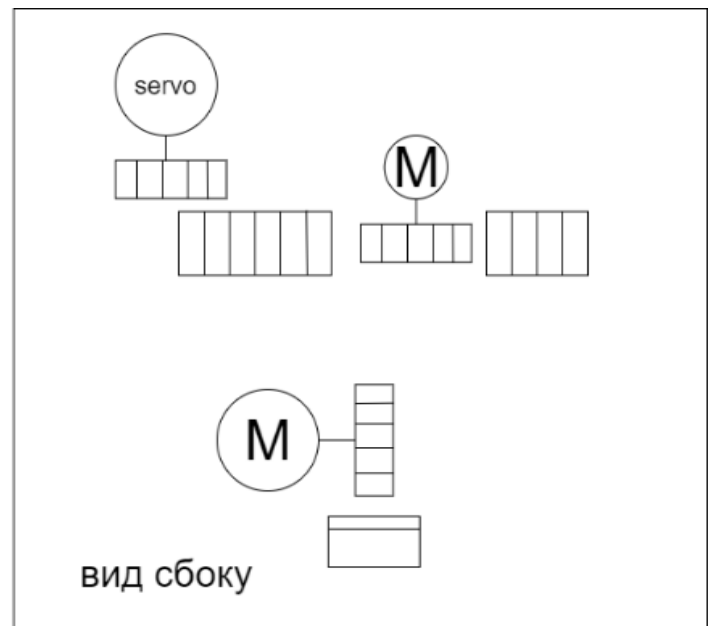
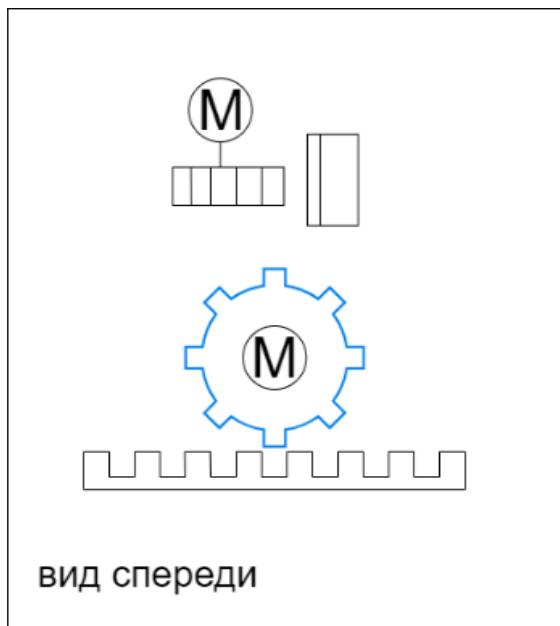


Рисунок 7. Кинематическая схема.

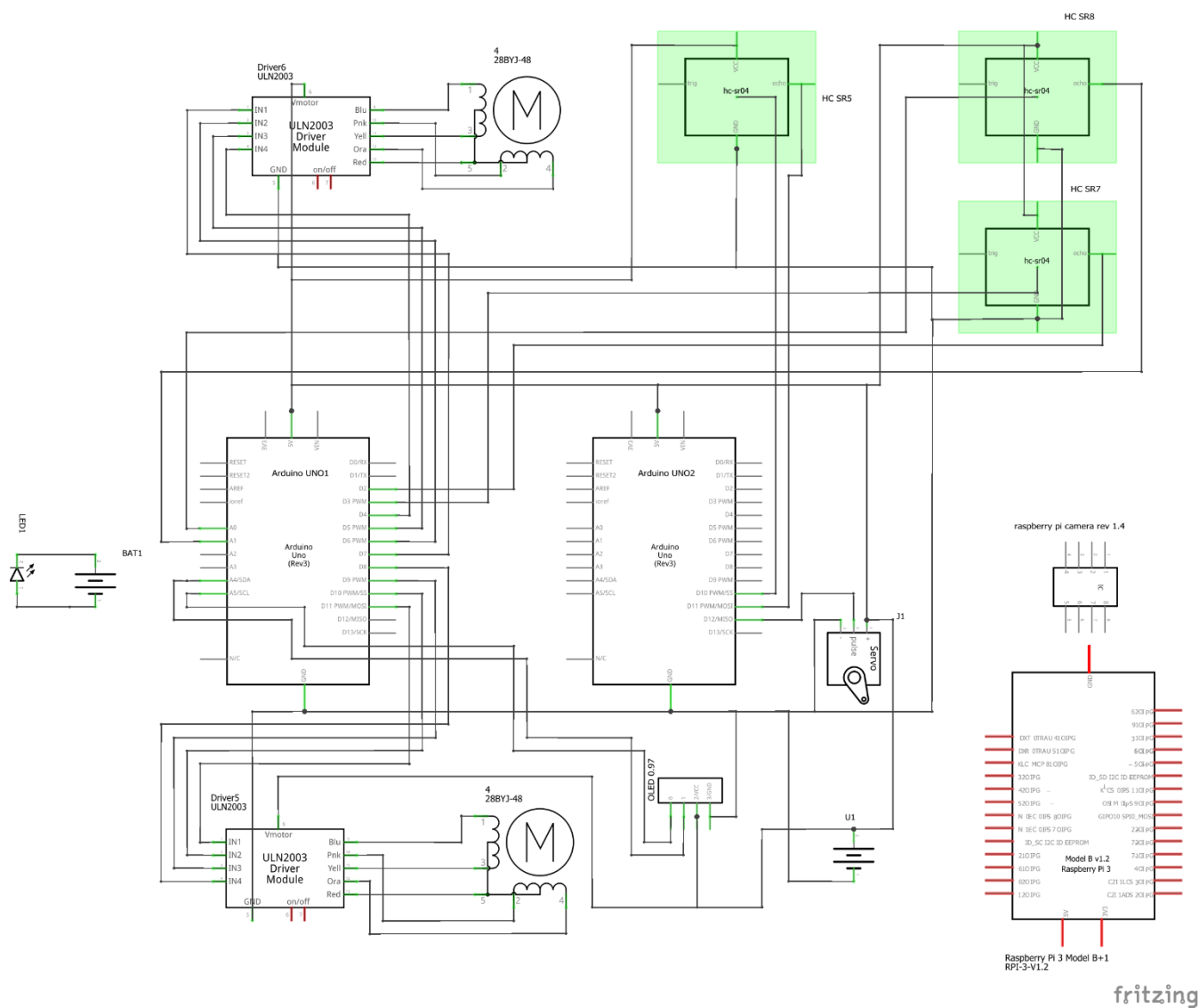


Рисунок 8. Принципиальная электрическая схема.



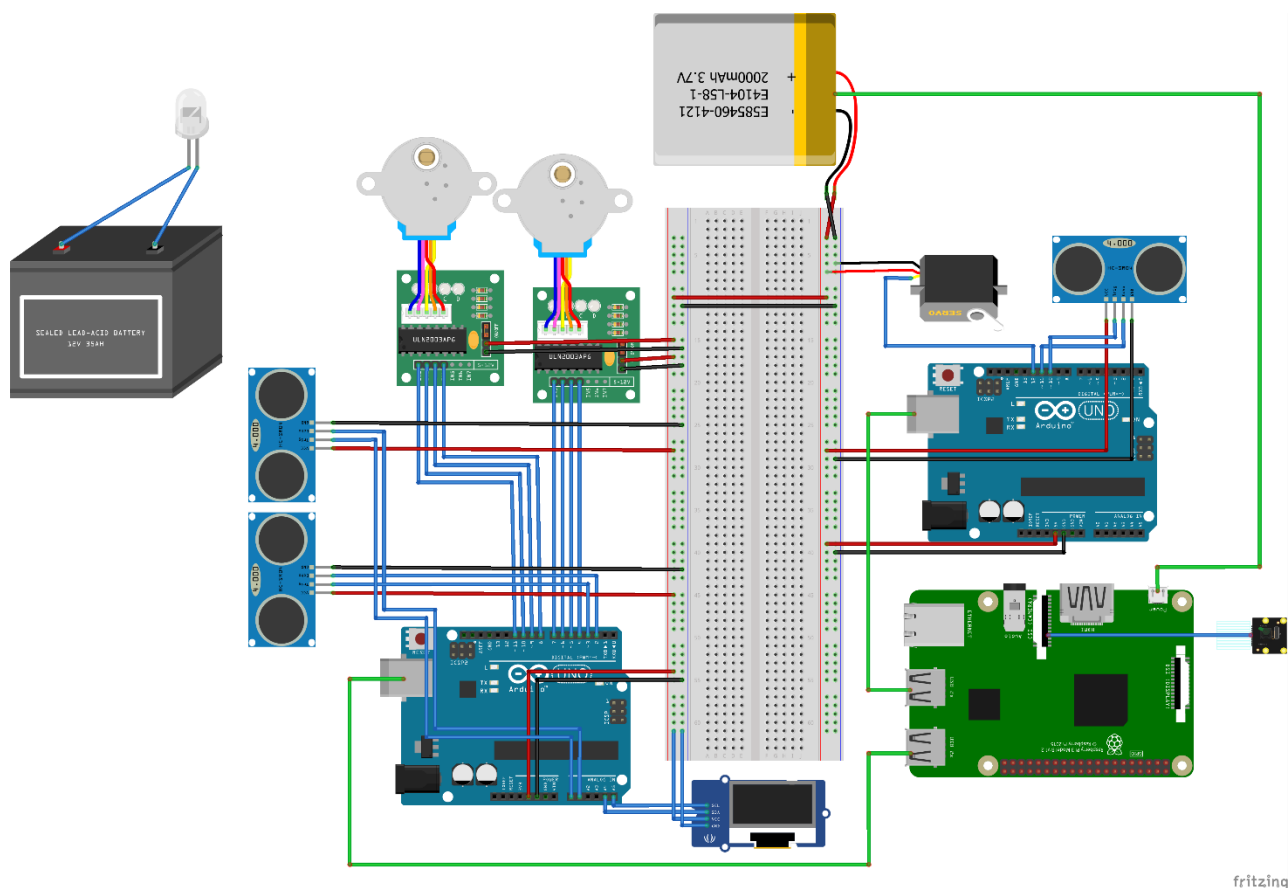


Рисунок 9. Монтажная схема

### Экспериментальные исследования

Разработанный роботизированный сборщик заказов представлен на рисунке 10. В приложении №3 представлены фотографии разработанного устройства и его составных частей.

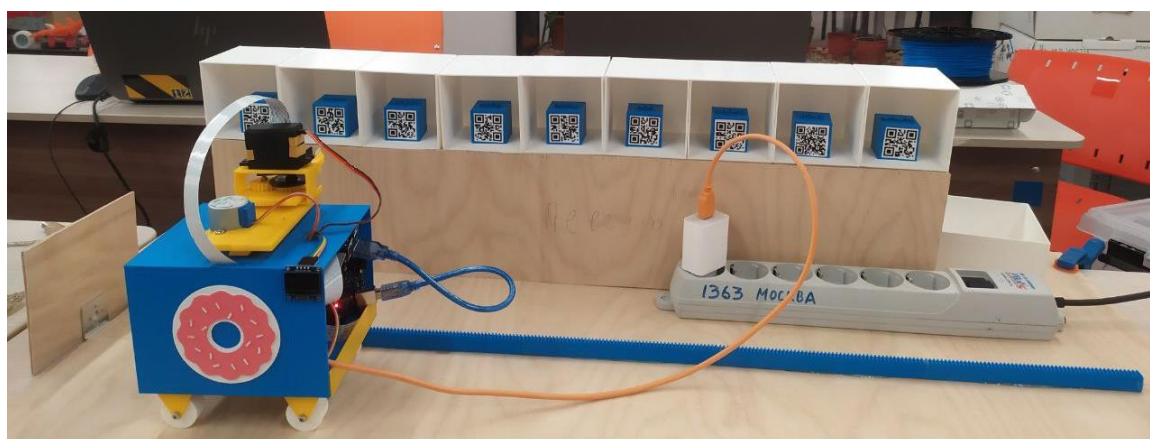


Рисунок 10. Разработанный сборщик заказов.

Экспериментальные исследования разработанного устройства производились по следующему регламенту испытаний:

- Испытание с использованием двух типов грузов. В испытании проверяются базовые функции: запуск, остановка устройства из мобильного приложения, распознавание двух разных грузов, захват грузов и перемещение их в накопитель. До испытания участники вручную закладывают грузы в стеллаж. Далее участник в мобильном приложении формирует заказ (выбирает два типа груза). Затем механическая подсистема начинает процесс сканирования грузов в стеллаже. После этого идет этап распознавания типа детали. При этом предусмотрен вывод информации о распознанном грузе на внешний дисплей и в мобильном приложении. Далее с помощью захватного устройства происходит захват и перемещение грузов в накопитель.
  - Испытание с использованием трех типов грузов. В испытании проверяются основные функции: запуск, остановка устройства из мобильного приложения, распознавание трех разных грузов, захват грузов и перемещение их в накопитель. До испытания участники вручную закладывают грузы в стеллаж. Далее участник в мобильном приложении формирует заказ (выбирает три типа груза). Затем механическая подсистема начинает процесс сканирования грузов в стеллаже. После этого идет этап распознавания типа детали. При этом предусмотрен вывод информации о распознанном грузе на внешний дисплей и в мобильном приложении. Далее с помощью захватного устройства происходит захват и перемещение грузов в накопитель.
  - В испытании проверяется возможность изменения выбора грузов в процессе работы устройства. До испытания участники вручную закладывают грузы в стеллаж. Далее участник в мобильном приложении формирует заказ (выбирает три типа груза). Затем механическая подсистема начинает процесс сканирования грузов в стеллаже.
- Разработанный роботизированный сборщик заказов успешно прошел все испытания по описанному выше регламенту.

С видеозаписью проведения экспериментальных исследований можно ознакомиться по ссылке: [https://vk.com/video487418045\\_456239168](https://vk.com/video487418045_456239168)

## **Заключение**

Выявлена потребность в разработке роботизированного сборщика заказов, позволяющая формировать у обучающихся межпредметные комплексные профессиональные навыки в области механики, конструирования, электроники и схемотехники, 3D-моделирования и прототипирования.

Спроектирована кинематическая система устройства, разработана механика перемещения каретки. Разработаны чертежи составных элементов, произведено 3D-моделирование составных частей, их прототипирование с использованием 3D-принтера, произведены интеграция и сборка физической модели сборщика заказов.

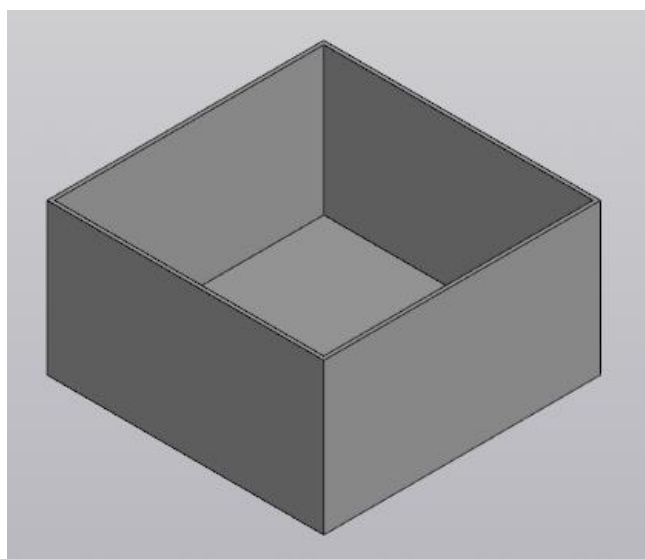
Спроектированы и разработаны электрическая принципиальная и монтажная схемы устройства, произведено имитационное моделирование разработанных схем в системе fritzing. Произведено тестирование аппаратной части разработанного роботизированного сборщика заказов. Спроектированы и разработаны алгоритмы работы системы, разработано программное обеспечение, реализующее сбор заказов, разработана система распознавание грузов по QR коду. Произведено экспериментальное исследование разработанной системы. Результатом работы проектной команды является устройство, полностью соответствующее предъявленным требованиям и функционирующее согласно предлагаемому регламенту испытаний. Разработанная система обладает необходимой функциональностью, готова к бесперебойной эксплуатации.

Видео работы устройства можно найти по ссылке: [https://vk.com/video487418045\\_456239168](https://vk.com/video487418045_456239168)

## Список литературы

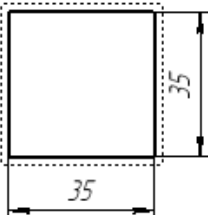
1. Моделирование на UML: сайт. – URL: <http://book.uml3.ru/> (дата обращения: 24.01.2024)
2. Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi: сайт. – URL: <https://lesson.iarduino.ru> (дата обращения: 23.12.2023)
3. Все о прототипировании: сайт. – URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base> (дата обращения: 23.01.2024)
4. КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей: сайт. – URL: <https://kompas.ru/solutions/education/> (дата обращения: 20.12.2023)
5. Система контроля версия GitHub: сайт. – URL: <https://about.gitlab.com/> (дата обращения: 25.01.2024)
6. ПРОГРАММИРУЕМ ARDUINO. ОСНОВЫ РАБОТЫ СО СКЕТЧАМИ - МОНК САЙМОН: сайт. – URL: <https://siteknig.com/books/kompyutery-i-internet/programmirovanie/page-11281336-programmiruem-arduino-osnovy-raboty-so-sketchami-monk.html> (дата обращения: 15.01.2024)
7. Язык программирования C++. Лекции и упражнения: сайт. – URL: <https://lib.sibnet.ru/book/9606/> (дата обращения: 17.01.2024)
8. Яцек Галовиц. C++17 STL. Стандартная библиотека шаблонов: сайт. – URL: <https://litportal.ru/avtory/yacek-galovic-15687687/kniga-s-17-stlstandartnaya-biblioteka-shablonov-802416.html> (дата обращения: 28.12.2023)
9. Документация по GitHub: сайт. – URL: [https://github.com/Emotional-Burnout/Donut\\_cart/tree/main](https://github.com/Emotional-Burnout/Donut_cart/tree/main)

## Приложение №1. Чертежи деталей для устройства и фоторграфии моделей.

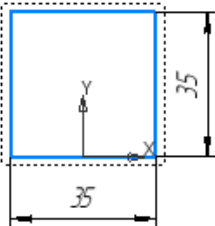


21

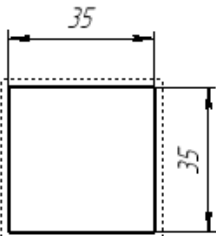
|               |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|
| Перф. притчен |  |  |  |  |
| Сторон. №     |  |  |  |  |
| Лист и дата   |  |  |  |  |
| Взам. инв. №  |  |  |  |  |
| Лист и дата   |  |  |  |  |
| Инв. № подл.  |  |  |  |  |



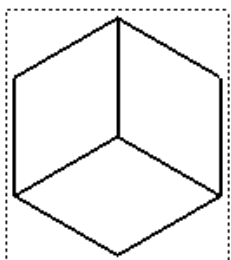
35



35



35



|              |      |          |       |      |             |                  |        |         |
|--------------|------|----------|-------|------|-------------|------------------|--------|---------|
| Изм.         | Лист | № докум. | Подп. | Дата | <b>Груз</b> | Лист             | Масса  | Масштаб |
| Разработ.    |      |          |       |      |             |                  | 0,34   | 1:1     |
| Провер.      |      |          |       |      |             | Лист             | Листов | 1       |
| Техн. контр. |      |          |       |      | <b>PLA</b>  | ГБОУ Школа №1363 |        |         |
| Исполн.      |      |          |       |      | Копировать  |                  |        |         |
| Утв.         |      |          |       |      | Формат А4   |                  |        |         |

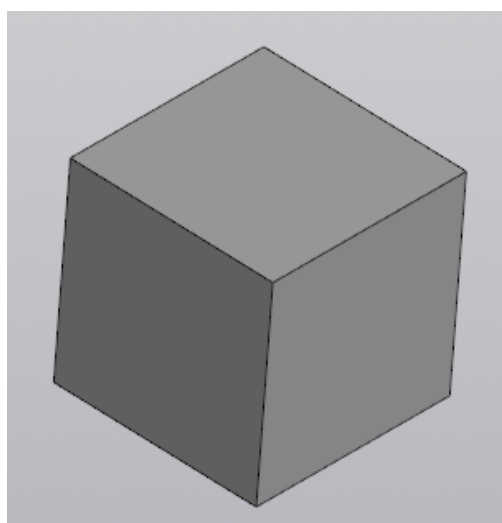


Рисунок 2. Груз

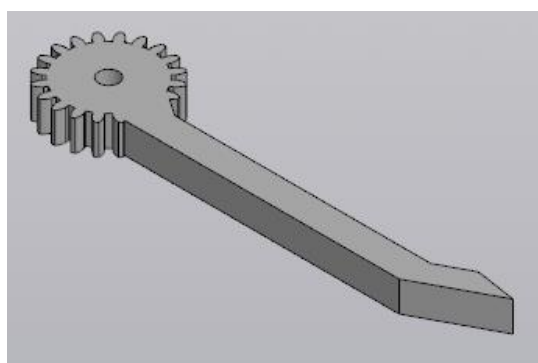
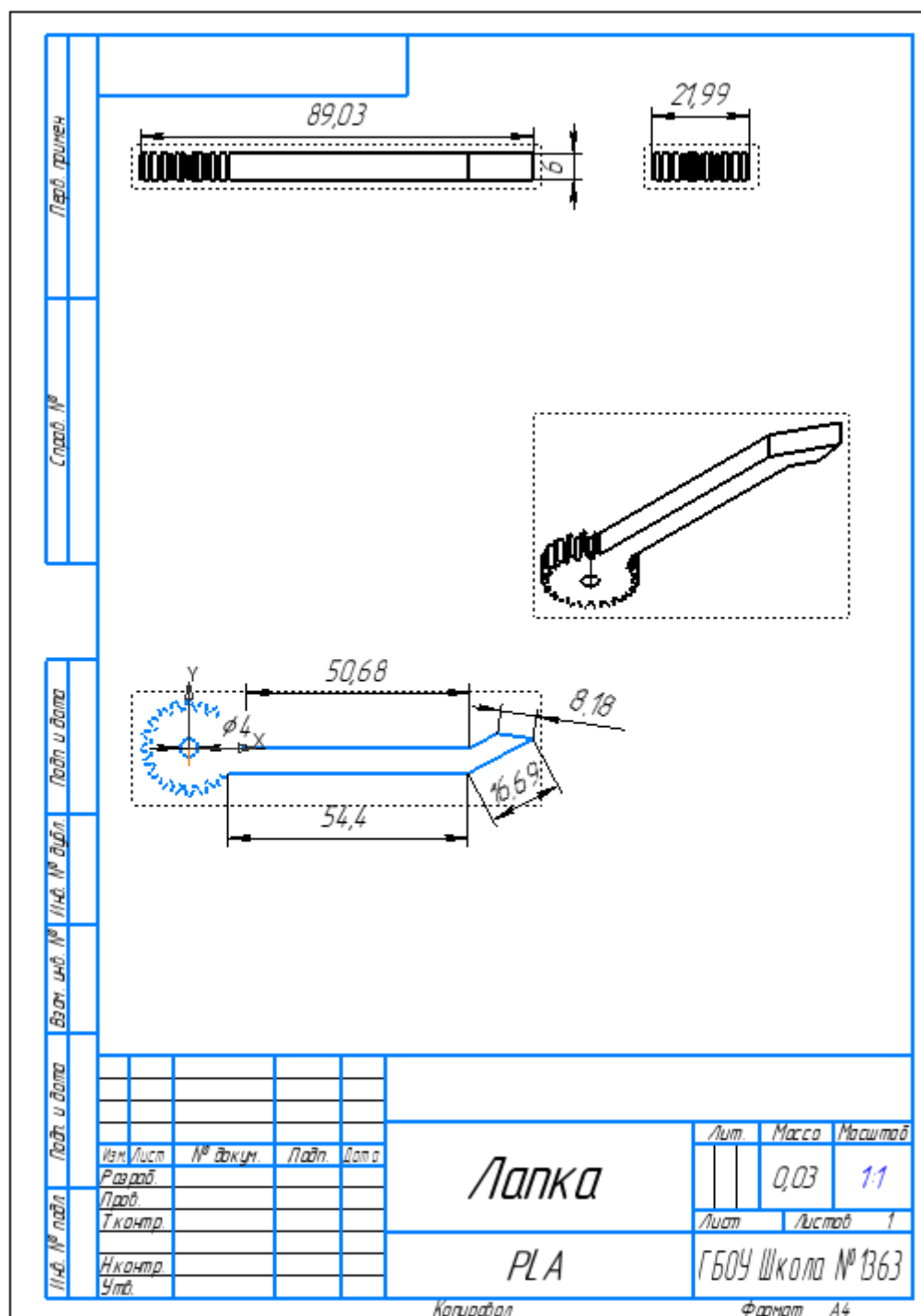
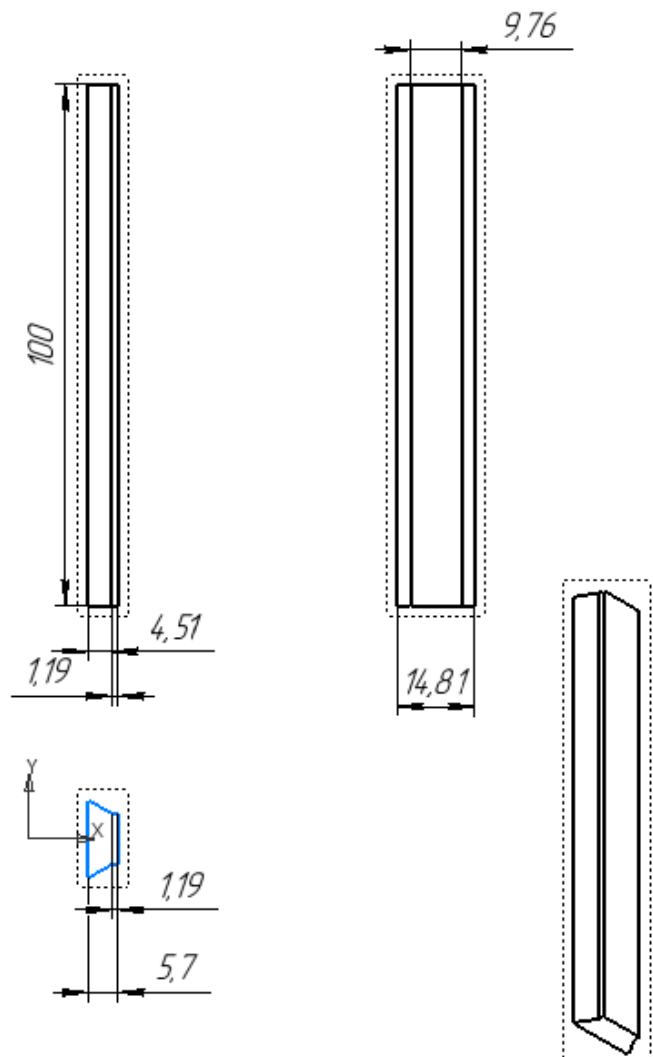


Рисунок 3. Лапка







|               |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
|---------------|--------------|--|---|--|-----------|-------|---------|--|------|-----|-------|----------|----------|-------|------|---------|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|
| Перв. примен. | Стрел. №     |   |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
|               |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Подп. и дата  | Инв. № дубл. | Взам инв. №  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">Изм.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 20%;">№ докум.</td> <td style="width: 10%;">Подп.</td> <td style="width: 10%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |  |           |       |         |  |      |     | Изм.  | Лист     | № докум. | Подп. | Дата | Разраб. |  |  |  |  | Проб. |  |  |  |  | Т.контр. |  |  |  |  | Н.контр. |  |  |  |  | Утв. |  |  |  |  |
| Изм.          | Лист         | № докум.   |   |  |           |       |         |  |      |     | Подп. | Дата     |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Разраб.       |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Проб.         |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Т.контр.      |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Н.контр.      |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Утв.          |              |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Подп. и дата  | Инв. № подл. | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">Рельса</h2> <h2 style="margin: 0;">PLA</h2> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Лит.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Масса</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">   </td> <td style="text-align: center;">0,01</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Лист</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Листов 1</td> </tr> </table> </div> </div> |   |  | Лит.      | Масса | Масштаб |  | 0,01 | 1:1 | Лист  | Листов 1 |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Лит.          | Масса        | Масштаб  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
|               | 0,01         | 1:1  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Лист          | Листов 1     |  |   |  |           |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |
| Копировал     |              |  |   |  | Формат А4 |       |         |  |      |     |       |          |          |       |      |         |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |

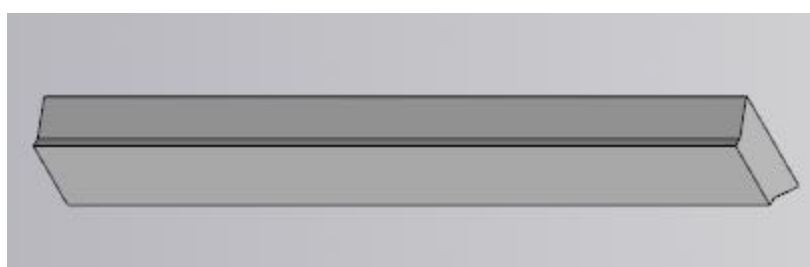
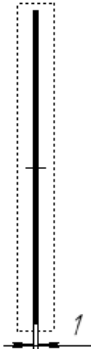
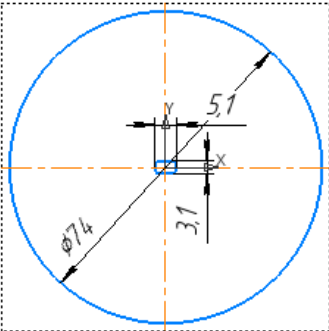
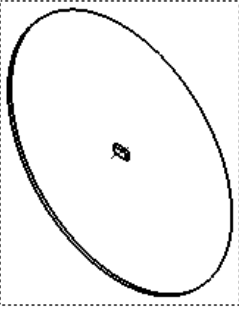


Рисунок 6. Рельса



|   |          |   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
|---|----------|---|--------------|---|--------------|--|------|--------|------|----------|-------|------|---------|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|---|--|------|-------|---------|--|------|-----|------------------|--|--|
| Лист примен.  | Строч. № | Подп. и дата  | Инв. № дудл. | Взам. инв. №  | Подп. и дата | Инв. № подл.   | Лист | Листов | 1    |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
|  |          |  |              |  |              | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Изм.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 10%;">№ докум.</td> <td style="width: 10%;">Подп.</td> <td style="width: 10%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проект.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Исполн.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |      | Изм.   | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Разраб. |  |  |  |  | Проект. |  |  |  |  | Исполн. |  |  |  |  | Утв. |  |  |  |  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Лит.</td> <td style="width: 10%;">Масса</td> <td style="width: 10%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,03</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ГБОУ Школа №1363</td> </tr> </table> |  | Лит. | Масса | Масштаб |  | 0,03 | 1:1 | ГБОУ Школа №1363 |  |  |
| Изм.  | Лист     | № докум.  | Подп.        | Дата  |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Разраб.   |          |   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Проект.   |          |   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Исполн.   |          |   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Утв.  |          |   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Лит.  | Масса    | Масштаб   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
|   | 0,03     | 1:1   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| ГБОУ Школа №1363  |          |   |              |   |              |  |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| <h2 style="margin: 0;">Крышка</h2> <h3 style="margin: 0;">PLA</h3>                |          |   |              |   |              | Копировал<br>Формат A4   |      |        |      |          |       |      |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |   |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |

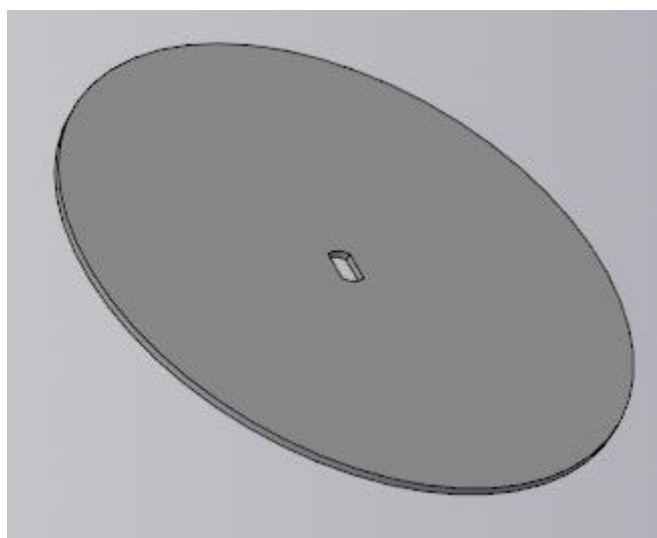


Рисунок 8. Крышка

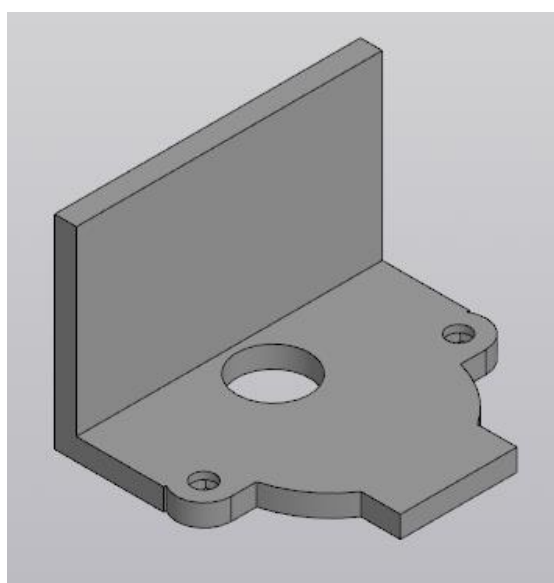
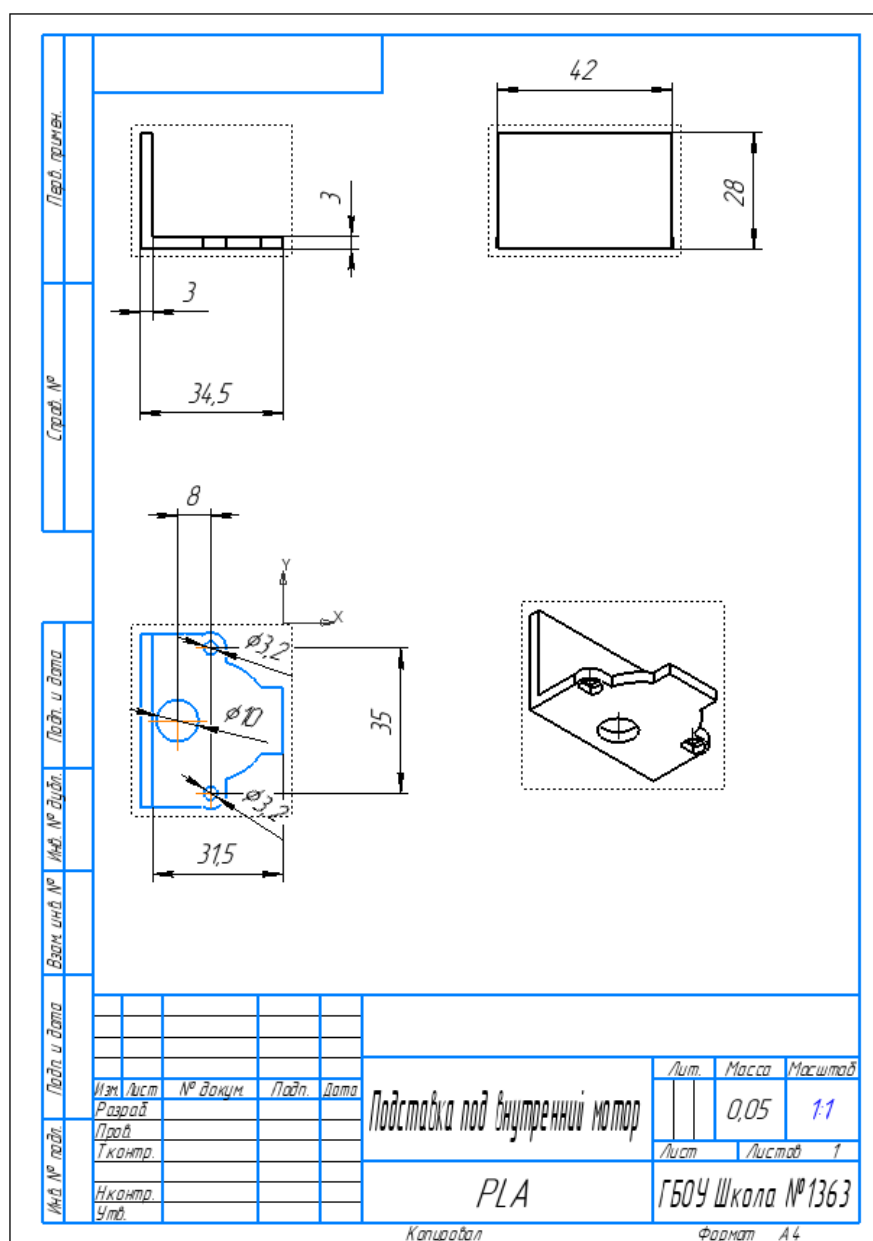
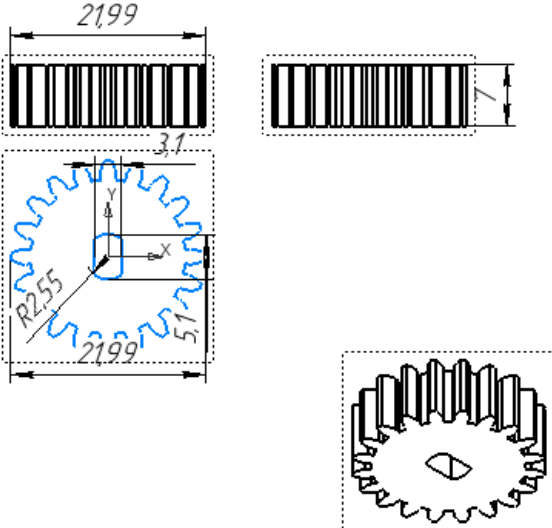


Рисунок 9. Подставка под внутренний мотор



|  |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
|--|--------|----------|-------|---------------|--------------|-------|------|------|--------|---|-----|------|----------|-------|------|----------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|---------|--|--|--|--|------|--|--|--|--|------|-------|---------|--|------|-----|------------------|--|--|
| Лист №   | Листов | Подп.    | Дата  | Имя, № докум. | Взвешивать № | Подп. | Дата | Лист | Листов | 1 |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div>  |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <table border="1" style="width: 40%;"> <tr> <td>Имя</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разработ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Техн. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Исполн.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">Внешнее зубчатое колесо</h2> <h3 style="margin: 0;">PLA</h3> </div> <table border="1" style="width: 40%;"> <tr> <td>Лит.</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,02</td> <td>2:1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ГБОУ Школа №1363</td> </tr> </table> </div> |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   | Имя | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Разработ |  |  |  |  | Проб |  |  |  |  | Техн. контр. |  |  |  |  | Исполн. |  |  |  |  | Утв. |  |  |  |  | Лит. | Масса | Масштаб |  | 0,02 | 2:1 | ГБОУ Школа №1363 |  |  |
| Имя  | Лист   | № докум. | Подп. | Дата          |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Разработ   |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Проб   |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Техн. контр.   |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Исполн.  |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Утв.   |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| Лит.   | Масса  | Масштаб  |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
|  | 0,02   | 2:1      |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| ГБОУ Школа №1363   |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Копировал</span> <span>Формат А4</span> </div>  |        |          |       |               |              |       |      |      |        |   |     |      |          |       |      |          |  |  |  |  |      |  |  |  |  |              |  |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |  |  |  |      |       |         |  |      |     |                  |  |  |

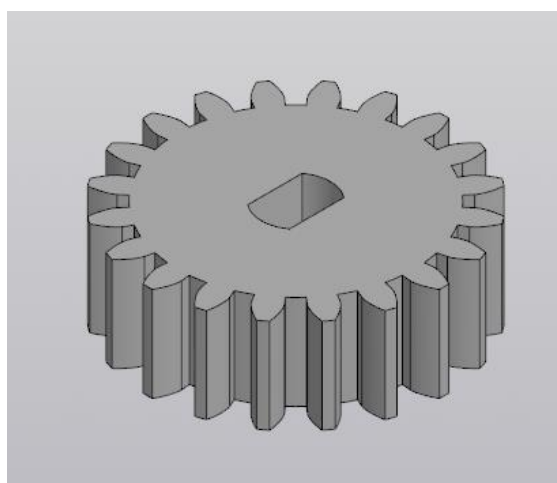


Рисунок 11. Внешнее зубчатое колесо

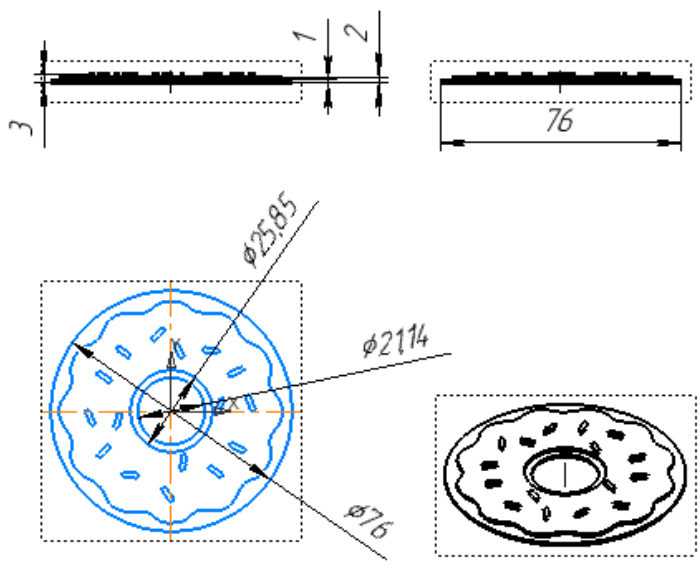








|               |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|
| Перб. примен. |  |  |  |  |
| Спроб. №      |  |  |  |  |
| Подп. и дата  |  |  |  |  |
| Взам. инв. №  |  |  |  |  |
| Инв. № дубл.  |  |  |  |  |
| Подп. и дата  |  |  |  |  |
| Инв. № подл.  |  |  |  |  |



|         |      |          |       |      |  |  |  |          |           |                  |        |         |
|---------|------|----------|-------|------|--|--|--|----------|-----------|------------------|--------|---------|
|         |      |          |       |      |  |  |  |          |           |                  |        |         |
| Изм.    | Лист | № докум. | Подп. | Дата | <h1 style="margin: 0;">ПОНЧИК</h1> <h2 style="margin: 0;">PLA</h2> |  |  |          |           | Лит.             | Масса  | Масштаб |
| Разраб. |      |          |       |      |  |  |  |          |           | 0,06             | 1:15   |         |
| Проб.   |      |          |       |      |  |  |  |          |           | Лист             | Листов | 1       |
| Текст.  |      |          |       |      |  |  |  |          |           | ГБОУ Школа №1363 |        |         |
| Нконтр. |      |          |       |      |  |  |  |          |           |                  |        |         |
| Утв.    |      |          |       |      |  |  |  | Копирова | Формат А4 |                  |        |         |

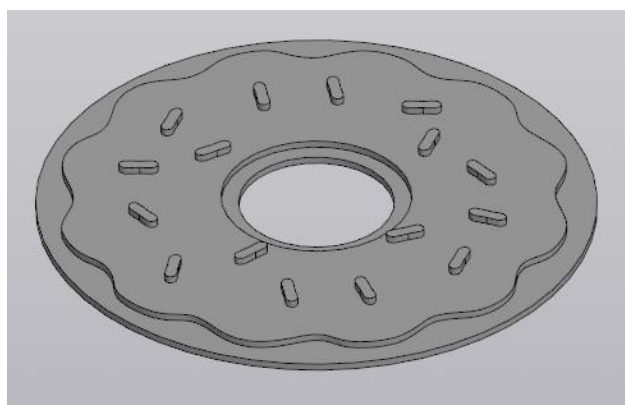


Рисунок 15. Пончик





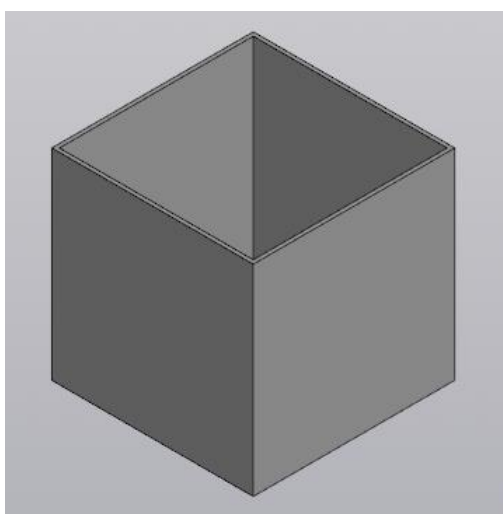
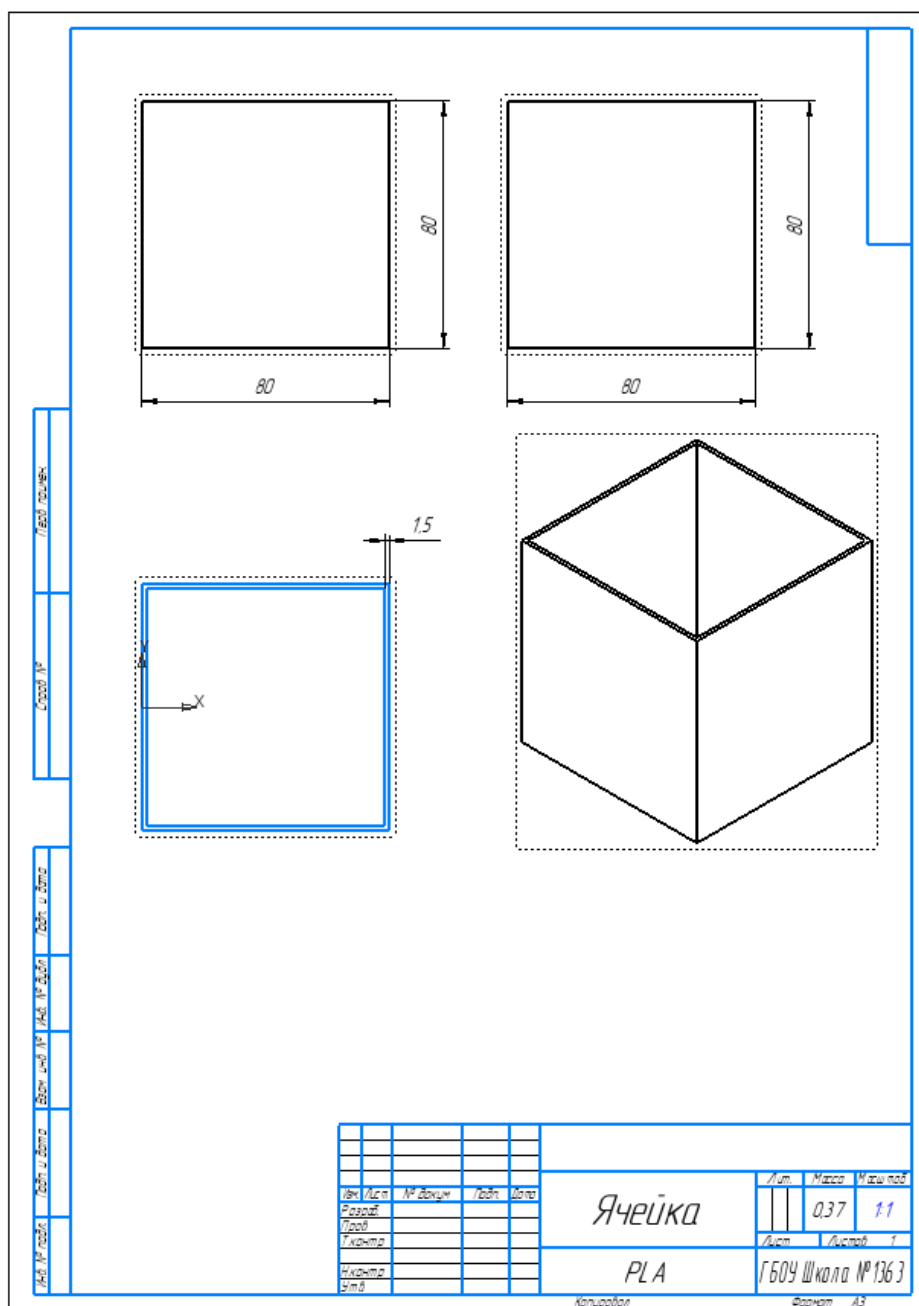


Рисунок 18. Ячейка







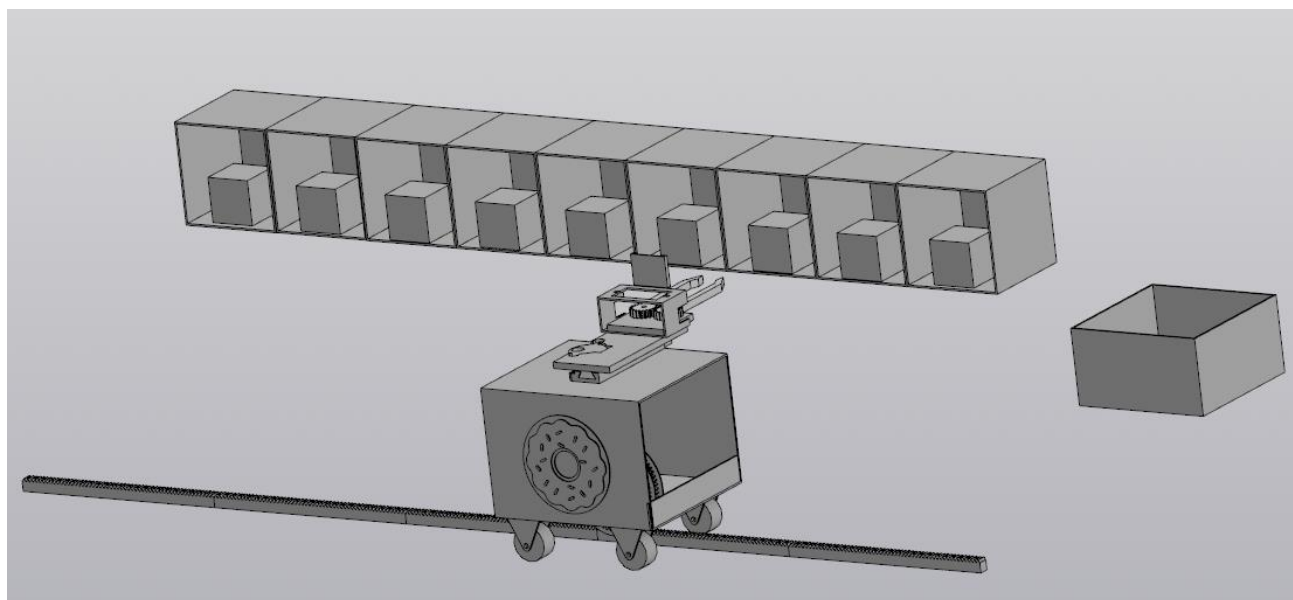
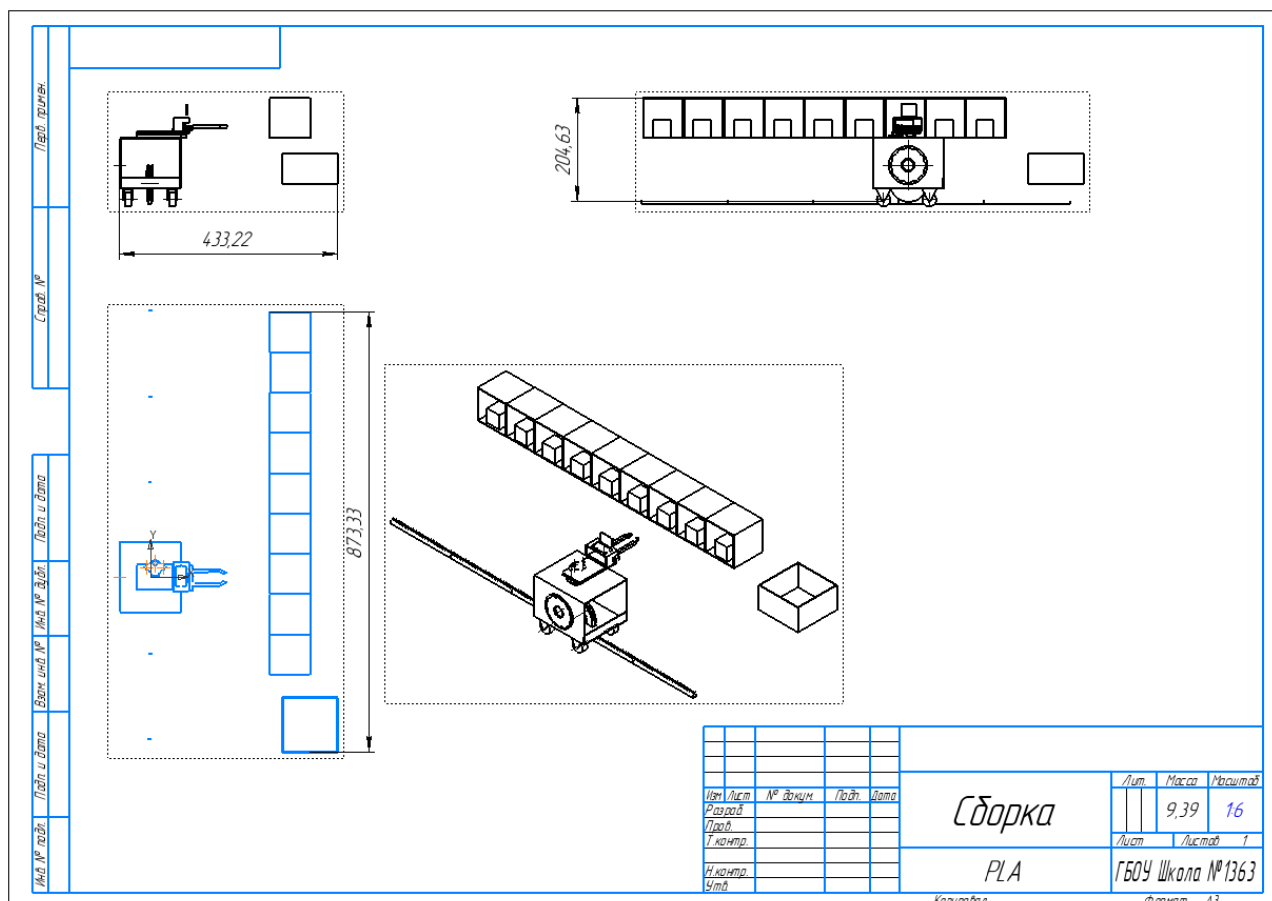


Рисунок 21. Сборка устройства

## Приложение №2. Листинг разработанного программного кода.

```
1 // be happy
2
3 // инициализация для дисплея
4 #include <OLEDD_I2C.h>
5 extern uint8_t SmallFont[];
6 OLED myOLED(SDA, SCL, 8);
7 String del = " ";
8 String scan = "SCANNING... ";
9 String fnsh = "FINISH! ";
10 String gruz = " ";
11 int flagol;
12
13 // инициализация для шаговых моторов
14 #include <Stepper_28BYJ_48.h>
15 Stepper_28BYJ_48 stepperin (11, 10, 9, 8);
16 Stepper_28BYJ_48 stepperup (7, 6, 5, 4);
17 int flagin;
18 int flagup;
19 int back;
20
21 // инициализация для узд
22 #define PIN_TRIG 3
23 #define PIN_ECHO 2
24 #define PIN_TRIG2 14 // 16
25 #define PIN_ECHO2 15
26 int penki[] = {7, 15, 23, 31, 39, 46, 54, 61}; // пеньки - расположение ячеек для остановки по датчику расстояния точно напротив каждой
27 long duration, cm;
28 long duration2, cm2;
29 int cmp, cmb;
30 byte i = 0;
31 int cell;
32
33 // инициализация для икд
34 #define sensor A0
35 int vl, kop;
36 int n = 11; // расположение накопителя
37
38 // инициализация переменных для дальнейшего получения информации о грузах (распознавание)
39 String data = "";
40 int take;
41 int drop;
42 int flagrcv = 1;
43 int finish = -1;
44 int count; // подсчет распознанных грузов
45 int flag; // количество грузов в заказе
```

Рисунок 1. Код программного обеспечения (Arduino)

```

46
47 void setup()
48 {
49     Serial.begin(9600);
50
51     myOLED.begin();
52     myOLED.setFont(SmallFont);
53
54     pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
55     pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
56
57     pinMode(PIN_TRIG2, OUTPUT);
58     pinMode(PIN_ECHO2, INPUT);
59 }
60
61 void loop()
62 {
63     delay(100); // start yield
64
65     // принимаем данные с raspberry (начало, конец, распознавание)
66     if (flagrcv == 1)
67     { data = receive();}
68
69     // начинаем работу устройства
70     if (data == "2" or data == "3")
71     {
72         if (data == "2") // два груза в заказе
73         { flag = 2;}
74         if (data == "3") // три груза в заказе
75         { flag = 3;}
76         finish = 0;
77         cell = penki[i];
78         vl = 0;
79         flagin = 1;
80         flagol = 2;
81         delay(100);
82         flagol = 0;
83         flagrcv = 1;
84         data = "";
85     }
86     // завершаем работу устройства
87     if (data == "0")
88     {
89         int y = 25;
90         int x = CENTER;

```

Рисунок 2. Код программного обеспечения (Arduino)

```

91     myOLED.print(del, x, y);
92     myOLED.update();
93     flagol = 0;
94     flagin = 0;
95     flagup = 0;
96     flagrcv = 0;
97 }
98
99 // груз распознан
100 if (data.length() > 1)
101 {
102     груз = data;
103     flagol = 1;
104     delay(100);
105     flagrcv = 0;
106     flagol = 0;
107     data = "";
108     vl = 0;
109     take = 1;
110 }
111
112 cm = kabanchik(); // считываем показания узд
113 if (kop == 1)
114 { vl = katusha(); } // считываем показания узд 2 (для перемещения к накопителю)
115
116 // перемещаемся от ячейки до ячейки
117 if (cm >= cell-1 and cm <= cell+1 and back == 0 and kop == 0 and take == 0 and finish == 0)
118 {
119     if (i < 9)
120     {
121         flagin = 0;
122         flagrcv = 1;
123         delay(2000);
124         i++;
125         cell = penki[i];
126         flagin = 1;
127     }
128     if (i == 8)
129     {
130         delay(100);
131         flagin = 0;
132         back = 1;
133         i = 0;
134         flagrcv = 0;
135         flagin = 2;

```

Рисунок 3. Код программного обеспечения (Arduino)

```

136     }
137 }
138
139 // приехали к накопителю
140 if (vl <= n+1 and vl >= n-1 and kop == 1 and back == 0)
141 {
142     delay(1800);
143     flagin = 0;
144     delay(100);
145     kop = 0;
146     vl = 0;
147     delay(100);
148     drop = 1;
149 }
150
151 // приехали на (базу) к месту, где остановились/распознали последний груз
152 if ((cm > 100 or (cmb-2 <= cm and cm <= cmb+2)) and back == 1)
153 {
154     flagin = 0;
155     back = 0;
156     cmb = 0;
157     delay(2000);
158     cell = penki[i];
159     flagrcv = 1;
160     flagin = 1;
161 }
162
163 if (take == 1) // захват груза
164 {
165     flagin = 0;
166     flagin = 2;
167     delay(600);
168     flagin = 0;
169     cmb = kabanchik();
170     // forward paw
171     flagup = 1;
172     delay(4000);
173     flagup = 0;
174     delay(1000);
175     // back paw
176     flagup = 2;
177     delay(3850);
178     flagup = 0;
179     flagrcv = 0;
180     take = 0;

```

Рисунок 4. Код программного обеспечения (Arduino)

```

181     data = "";
182     flagin = 1;
183     kop = 1;
184     delay(100);
185 }
186
187 if (drop == 1) // скидываем груз
188 {
189     flagup = 1;
190     delay(3500);
191     flagup = 0;
192     delay(1000);
193     flagup = 2;
194     delay(3500);
195     flagup = 0;
196     drop = 0;
197     kop = 0;
198     count++;
199     if (count == flag)
200     {
201         flagol = 3;
202         delay(100);
203         flagol = 0;
204         flagin = 0;
205         back = 0;
206     }
207     else
208     {
209         flagin = 2;
210         back = 1;
211     }
212 }
213 }
214
215 void yield() // выполнение функций независимо от loop
216 {
217     oleg();
218     stepin();
219     stepup();
220 }
221
222 void oleg() // display
223 {
224     int y = 25;
225     int x = CENTER;

```

Рисунок 5. Код программного обеспечения (Arduino)

```

226   if (flagol == 1)
227   {
228       myOLED.print(del, x, y);
229       myOLED.update();
230       myOLED.print(gruz, x, y);
231       myOLED.update();
232   }
233   if (flagol == 2)
234   {
235       myOLED.print(del, x, y);
236       myOLED.update();
237       myOLED.print(scan, x, y);
238       myOLED.update();
239   }
240   if (flagol == 3)
241   {
242       myOLED.print(del, x, y);
243       myOLED.update();
244       myOLED.print(fnsh, x, y);
245       myOLED.update();
246   }
247 }
248
249 void stepin() // step motor in cart
250 {
251     if (flagin == 1)
252     { stepperin.step(1);}
253     if (flagin == 2)
254     { stepperin.step(-1);}
255 }
256
257 void stepup() // step motor on top of cart
258 {
259     if (flagup == 1)
260     { stepperup.step(1);}
261     if (flagup == 2)
262     { stepperup.step(-1);}
263 }
264
265 int kabanchik() // ultrasonic distance sensor
266 {
267     digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
268     delayMicroseconds(5);
269     digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
270     // Выставив высокий уровень сигнала, ждем около 10 микросекунд. В этот момент датчик будет посылать сигналы с частотой 40 КГц

```

Рисунок 6. Код программного обеспечения (Arduino)

```

263 }
264
265 int kabanchik() // ultrasonic distance sensor
266 {
267     digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
268     delayMicroseconds(5);
269     digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
270     // Выставив высокий уровень сигнала, ждем около 10 микросекунд. В этот момент датчик будет посылать сигналы с частотой 40 КГц
271     delayMicroseconds(10);
272     digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
273     // Время задержки акустического сигнала на эхолотаторе
274     duration = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH);
275     // Преобразование времени в расстояние
276     cm = (duration / 2) / 29.1;
277     delay(300); // Задержка между измерениями для корректной работы скетча
278     return cm;
279 }
280
281 int katusha() // ultrasonic distance sensor 2
282 {
283     digitalWrite(PIN_TRIG2, LOW);
284     delayMicroseconds(5);
285     digitalWrite(PIN_TRIG2, HIGH);
286     // Выставив высокий уровень сигнала, ждем около 10 микросекунд. В этот момент датчик будет посылать сигналы с частотой 40 КГц
287     delayMicroseconds(10);
288     digitalWrite(PIN_TRIG2, LOW);
289     // Время задержки акустического сигнала на эхолотаторе
290     duration2 = pulseIn(PIN_ECHO2, HIGH);
291     // Преобразование времени в расстояние
292     cm2 = (duration2 / 2) / 29.1;
293     delay(300); // Задержка между измерениями для корректной работы скетча
294     return cm2;
295 }
296
297 String receive() // получение сигнала о заказе или распознавшихся грузах
298 {
299     if (Serial.available())
300     {
301         String data = Serial.readString();
302         return data;
303     }
304     else
305     { return ""; }
306 }
307

```

Рисунок 7. Код программного обеспечения (Arduino)



```

1  // инициализация для узд
2  #define PIN_TRIG 10 //10 - 16
3  #define PIN_ECHO 11 //11
4  int vl;
5  int kop;
6  long duration, cm;
7  int n = 15; // расположение накопителя
8
9  // инициализация для сервопривода
10 #include <Servo.h>
11 Servo servo; // create servo object to control a servo
12 int pos; // variable to store the servo position
13
14 // инициализация переменных для дальнейшего получения информации о грузах (распознавание)
15 String data = "";
16
17 void setup()
18 {
19   Serial.begin(9600);
20   servo.attach(12);
21   servo.write(110);
22
23   pinMode(PIN_TRIG, OUTPUT);
24   pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
25 }
26
27 void loop()
28 {
29   data = receive();
30   if (data == "1")
31   {
32     kop = 1;
33     delay(5500);
34     delay(1500);
35     servo.write(95);
36     delay(100);
37     data = "";
38   }
39
40   if (kop==1)
41   { vl = katusha();}
42
43   if (vl <= n+2 and vl >= n-2 and kop == 1)
44   {
45     delay(4000);

```

Рисунок 8. Код программного обеспечения (Arduino 2)

```

35     servo.write(95);
36     delay(100);
37     data = "";
38 }
39
40 if (kop==1)
41 { v1 = katusha();}
42
43 if (v1 <= n+2 and v1 >= n-2 and kop == 1)
44 {
45     delay(4000);
46     servo.write(110);
47     delay(200);
48     kop = 0;
49     v1 = 0;
50 }
51 }
52
53 int katusha() // ultrasonic distance sensor
54 {
55     digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
56     delayMicroseconds(5);
57     digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);
58     // Выставив высокий уровень сигнала, ждем около 10 микросекунд. В этот момент датчик будет посылать сигналы с частотой 40 КГц
59     delayMicroseconds(10);
60     digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
61     // Время задержки акустического сигнала на эхолотаторе
62     duration = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH);
63     // Преобразование времени в расстояние
64     cm = (duration / 2) / 29.1;
65     delay(300); // Задержка между измерениями для корректной работы скетча
66     return cm;
67 }
68
69 String receive() // получение сигнала о заказе или распознанных грузах
70 {
71     if (Serial.available())
72     {
73         String data = Serial.readString();
74         return data;
75     }
76     else
77     { return "";}
78 }
79

```

Рисунок 9. Код программного обеспечения (Arduino 2)

```

1  # подключение библиотек
2  import os
3  import cv2
4  import time
5  from serial import Serial
6  from http.server import BaseHTTPRequestHandler, HTTPServer
7
8  # инициализация переменных
9  flag = 0
10 photo = 1
11 data = ''
12 груз = ''
13 грузы = {
14     'a': 'винт',
15     'b': 'гайка',
16     'c': 'шайба',
17     'd': 'шпилька',
18     'e': 'подшипник',
19     'f': 'направл',
20     'g': 'вал',
21     'h': 'двигатель',
22     'i': 'датчик'
23 }
24 bgrузы = {
25     'a': b'VINT ',
26     'b': b'GAIKA ',
27     'c': b'SHAIBA ',
28     'd': b'SHPILKA ',
29     'e': b'PODSHIPNIK ',
30     'f': b'NAPRAVLYAUSHAYA ',
31     'g': b'VAL ',
32     'h': b'DVIGATEL ',
33     'i': b'DATCHIK '
34 }
35 zakaz = {}
36 finish = 0
37 take = ''
38 option = []
39 line = ''
40
41 # инициализация последовательного интерфейса
42 path1 = '/dev/ttyACM1'

```

Рисунок 10. Код программного обеспечения (Raspberry)

```

43 path2 = '/dev/ttyACM0'
44 ser = Serial(path1, 9600, timeout=1)
45 ser.flush()
46 serr = Serial(path2, 9600, timeout=1)
47 serr.flush()
48
49 # функция декодирования qr-кода
50 def decod(cap, detector):
51     _, img = cap.read()
52     data, bbox, _ = detector.detectAndDecode(img)
53     if(bbox is not None):
54         for i in range(len(bbox)):
55             cv2.line(img, tuple(bbox[i][0]), tuple(bbox[(i+1) % len(bbox)][0]), color=(255,
56             0, 255), thickness=2)
57             cv2.putText(img, data, (int(bbox[0][0][0]), int(bbox[0][0][1]) - 10), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
58             0.5, (0, 255, 0), 2)
59             if data: return data
60             else: return ''
61
62 # распознавание
63 def get_data(zakaz):
64     global path1, path2, flag, take, bgрузы, photo
65     ser = Serial(path1, 9600, timeout=1)
66     ser.flush()
67     serr = Serial(path2, 9600, timeout=1)
68     serr.flush()
69     # получаем изображение с камеры
70     cap = cv2.VideoCapture(0)
71     detector = cv2.QRCodeDetector()
72     # декодируем и передаем информацию о распознанном грузе
73     data = decod(cap, detector)
74     # проверяем на наличие груза в заказе
75     if photo:
76         if data in zakaz and data != take:
77             photo = 0
78             груз = zakaz[data]
79             ser.write(bgрузы[груз])
80             serr.write(b'1')
81             take = data
82             print(груз)
83             return груз
84     else:

```

Рисунок 11. Код программного обеспечения (Raspberry)

```

85         return ''
86     else:
87         if data == '1':
88             photo = 1
89             return 'w'
90
91     # взаимодействие с мобильным приложением
92     class ServerHandler(BaseHTTPRequestHandler):
93         def do_GET(self):
94             global Gruzy, zakaz, path1, flag, ser, path1
95             ser = Serial(path1, 9600, timeout=1)
96             ser.flush()
97             message_to_send = ''
98             print("GET request, path:", self.path)
99             Request = self.path
100            Request = Request[1:]
101            print(Request)
102            # формирование заказа
103            if 2 <= len(Request) <= 3:
104                zakaz = {}
105                for request in Request:
106                    if request in Gruzy.keys():
107                        name = Gruzy[request]
108                        zakaz[name] = request
109            if Request == '1' and zakaz:
110                # старт механической подсистемы
111                flag = 1
112                if len(zakaz) == 2:
113                    ser.write(b'2')
114                else:
115                    ser.write(b'3')
116            elif Request == '0':
117                ser.write(b'0')
118                flag = 0
119            elif flag == 1:
120                message_to_send = get_data(zakaz)
121                print(message_to_send)
122                # send from rasp to server
123                bytes_to_send = bytes(message_to_send, "utf")
124                self.send_response(200)
125                self.send_header('Content-Type', 'text/plain')
126                self.send_header('Content-Length', len(bytes_to_send))

```

Рисунок 12. Код программного обеспечения (Raspberry)



```

100     Request = Request[1:]
101     print(Request)
102     # формирование заказа
103     if 2 <= len(Request) <= 3:
104         zakaz = {}
105         for request in Request:
106             if request in Gruzy.keys():
107                 name = Gruzy[request]
108                 zakaz[name] = request
109     if Request == '1' and zakaz:
110         # старт механической подсистемы
111         flag = 1
112         if len(zakaz) == 2:
113             ser.write(b'2')
114         else:
115             ser.write(b'3')
116     elif Request == '0':
117         ser.write(b'0')
118         flag = 0
119     elif flag == 1:
120         message_to_send = get_data(zakaz)
121         print(message_to_send)
122         # send from rasp to server
123         bytes_to_send = bytes(message_to_send, "utf")
124         self.send_response(200)
125         self.send_header('Content-Type', 'text/plain')
126         self.send_header('Content-Length', len(bytes_to_send))
127         self.end_headers()
128         self.wfile.write(bytes_to_send)
129         return
130
131     # открываем сервер
132     server_address = ('192.168.100.125', 8080)
133     httpd = HTTPServer(server_address, ServerHandler)
134     print('Starting server:')
135     httpd.serve_forever()
136

```

Рисунок 13. Код программного обеспечения (Raspberry)

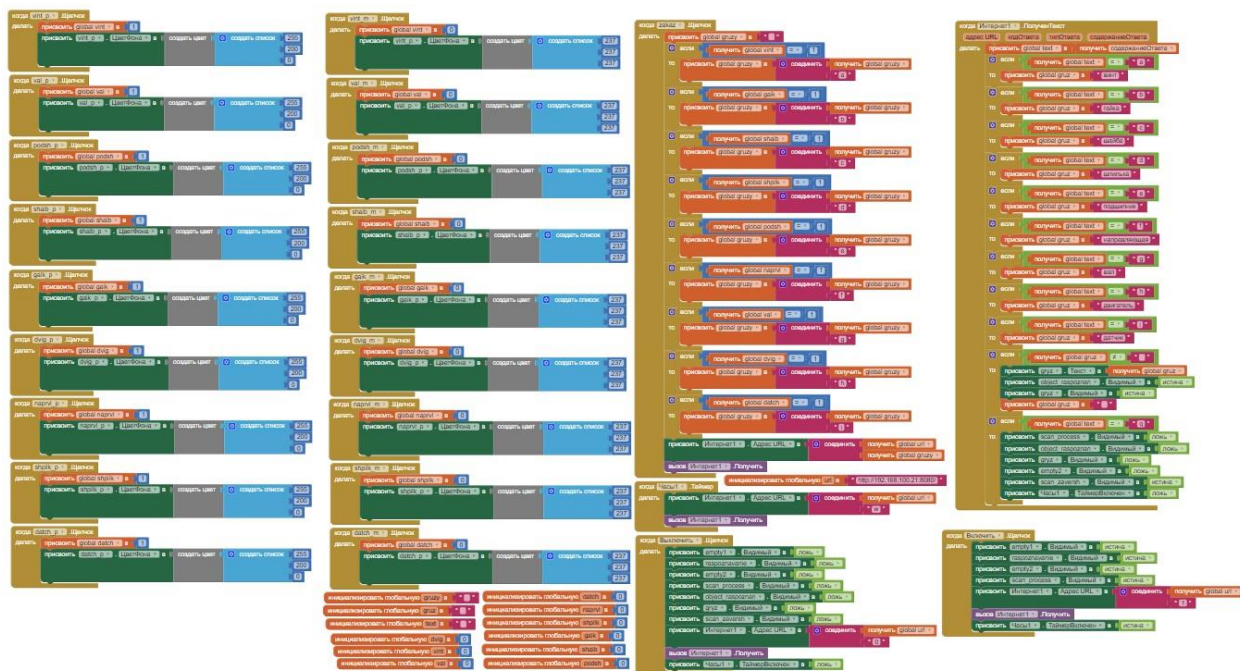


Рисунок 14. Код программного обеспечения (MIT App Inventor)

### Приложение №3. Фоторафии устройства и его составных частей.



Рисунок 1. Накопитель



Рисунок 2. Грузы

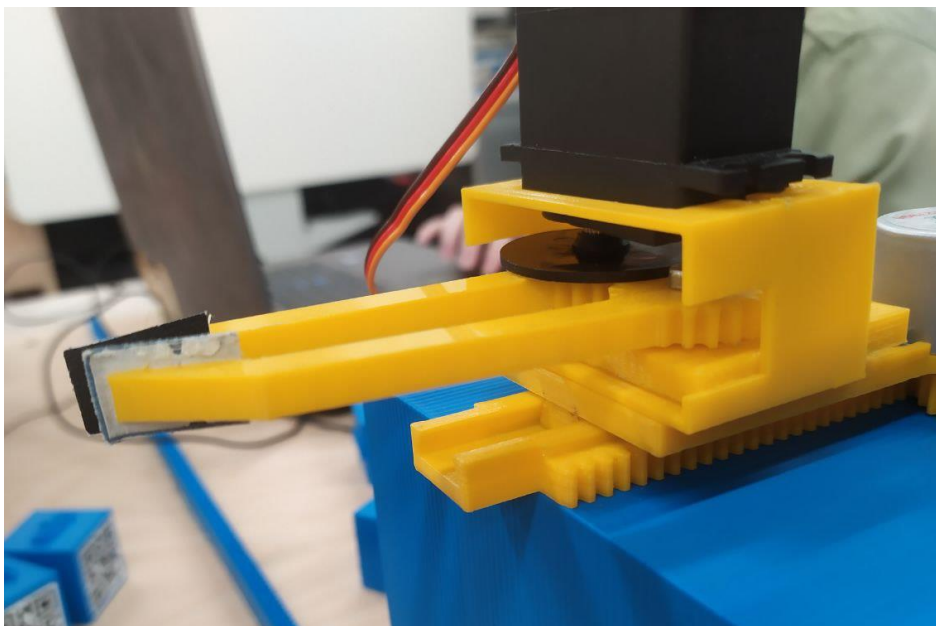


Рисунок 3. Лапки, подставка под лапки, подставка под сервопривод, рельса



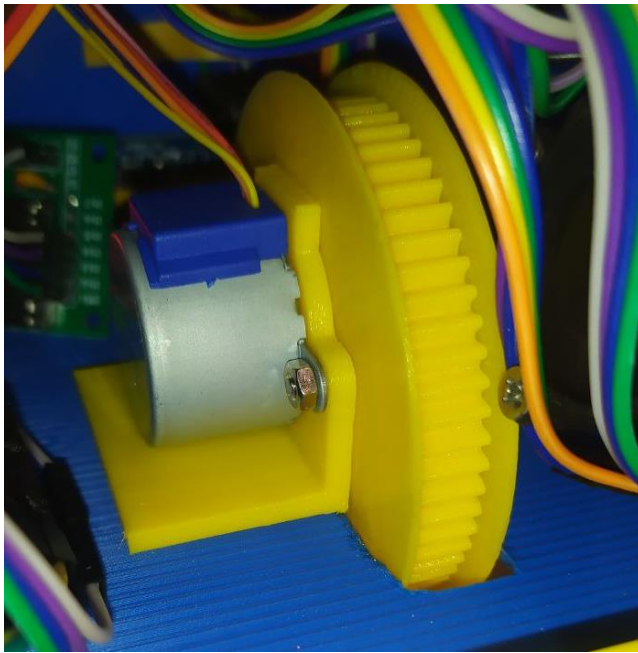


Рисунок 4. Внутреннее зубчатое колесо, крышка, подставка под внутренний мотор

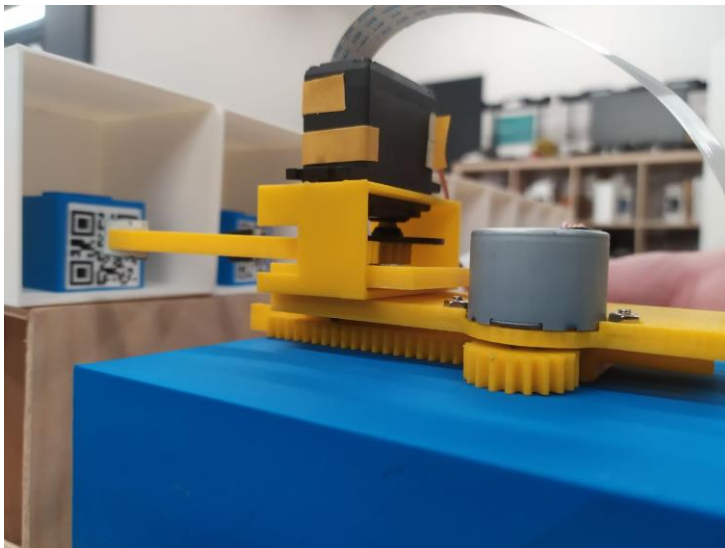


Рисунок 5. Верхняя зубчатая рейка, внешнее зубчатое колесо, подставка под мотор

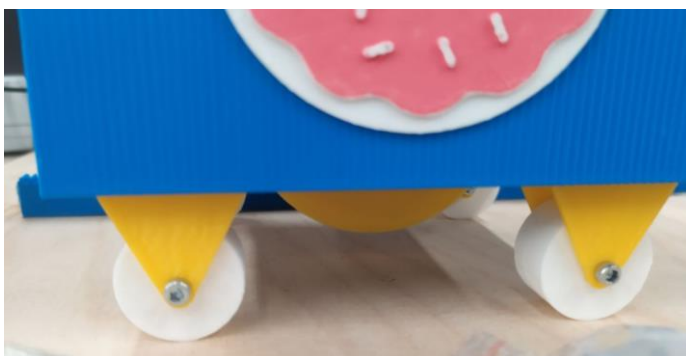


Рисунок 6. Колеса, рамы для колес



Рисунок 7. Пончик

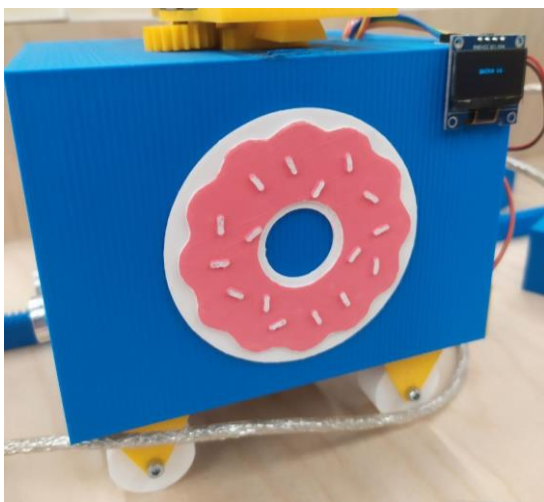


Рисунок 8. Основное тело



Рисунок 9. Нижняя зубчатая рейка



Рисунок 10. Ячейки

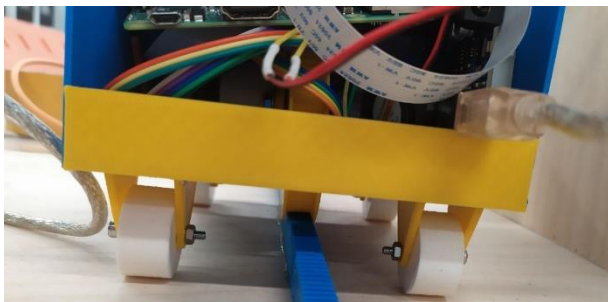


Рисунок 11. Затвор

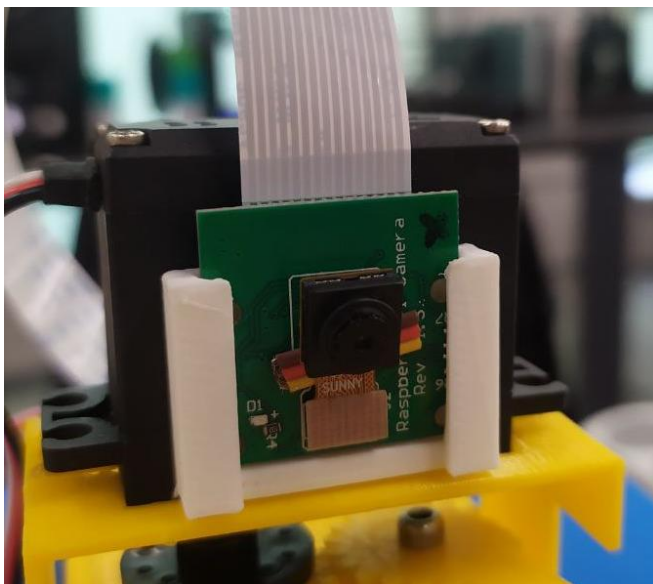


Рисунок 12. Держатель камеры

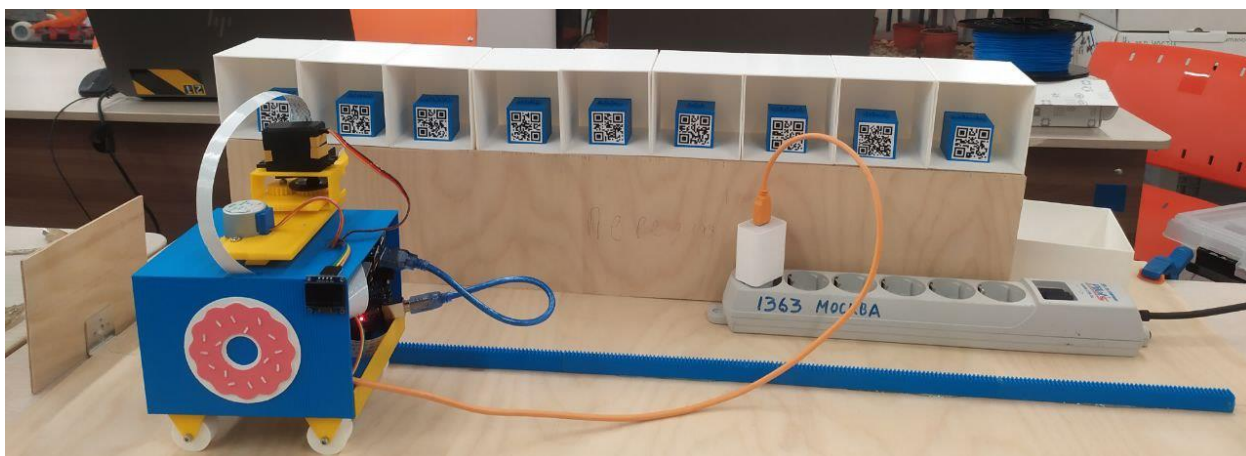


Рисунок 13. Разработанный роботизированный сборщик заказов