Государственное бюджетное образовательное учреждение

«Школа №1557 им. П. Л. Капицы»

**ТВОРЧЕСКИЙ ПРОЕКТ**

**МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ**

**ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ И РАССТАНОВКИ СТУЛЬЕВ**

**В АКТОВОМ ЗАЛЕ ШКОЛЫ**

Ученик 10 Д класса

ГБОУ школа №1557

Семененко Дмитрий Денисович

Руководитель:

Учитель технологии

Нигматулин Руслан Равильевич

Зеленоград, 2025 г.

[Введение 3](#_Toc189581810)

[Актуальность 3](#_Toc189581811)

[Проблематика 4](#_Toc189581812)

[Цель Создать мобильного автономного школьного робота, который сможет перевозить стулья в актовом зале и расставлять их в соответствии с заданием. 6](#_Toc189581813)

[Задачи работы 6](#_Toc189581814)

[Поисково-исследовательский этап 6](#_Toc189581815)

[Теоретическое исследование 7](#_Toc189581816)

[Сбор и анализ информации по теме проекта 7](#_Toc189581817)

[Выбор вариантов системы управления 8](#_Toc189581818)

[Выбор вариантов шасси робота 9](#_Toc189581819)

[Формулировка технического задания 10](#_Toc189581820)

[Разработка технологического процесса 10](#_Toc189581821)

[Дизайн робота 11](#_Toc189581822)

[Конструкторско-технологический этап 11](#_Toc189581823)

[Требования к изделию 11](#_Toc189581824)

[Описание процесса изготовления деталей рамы и шасси 12](#_Toc189581825)

[Собранная конструкция робота 13](#_Toc189581826)

[Описание процесса разработки системы навигации 13](#_Toc189581827)

[Процесс подъёма и опускания стула 14](#_Toc189581828)

[Разработка в 3D САПР 15](#_Toc189581829)

[Разработка электроники 17](#_Toc189581830)

[Структурная схема 17](#_Toc189581831)

[Принципиальная схема 18](#_Toc189581832)

[Общий алгоритм работы 19](#_Toc189581833)

[Алгоритм управления движением робота 19](#_Toc189581834)

[Примеры команд для взаимодействия энкодеров моторов 20](#_Toc189581835)

[Пример функции для взаимодействия с драйвером моторов по I2C шине 20](#_Toc189581836)

[Технологическая карта 20](#_Toc189581837)

[Выводы 21](#_Toc189581838)

[Результаты текущего этапа 21](#_Toc189581839)

[Задачи для следующего этапа 21](#_Toc189581840)

[Экологическая оценка 21](#_Toc189581841)

# Введение

В школе есть много работ, которые можно роботизировать. Своего робота я сделал для школы. У нас в школе есть актовый зал, в нем проходят уроки, концерты, совещания и другие мероприятия. Для всех этих мероприятий нужна разная расстановка стульев. Также стулья нужно передвигать для уборки помещений. Робот, которого я разрабатываю, будет передвигать стулья и расставлять их в соответствии с заданным алгоритмом.

**Рисунок 1 Актовый зал школы**



## Актуальность

Роботы-перевозчики – это одна из самых распространённых задач автономной робототехники. Робот-перевозчик выполняет все важные стандартные задачи робототехники: ориентируется в пространстве помещения, определяет объекты с помощью машинного зрения, имеет специальную механику для погрузки объектов, выполняет навигационные задачи.

Поэтому мой проект имеет очень важную актуальность – обучиться всем типовым задачам автономной робототехники на опыте выполнения реальной практической задачи.

**Таблица 1 Примеры сервисных роботов**

|  |  |
| --- | --- |
| Робот-пылесос  Во время уборки робот самостоятельно движется по заданной поверхности, убирая с неё мусор. Встретив на пути препятствие, робот принимает решение о способе его преодоления на основе специальных алгоритмов. |  |
| Робот-газонокосилка  Робот-газонокосилка – самый удобный способ ухаживать за садом или дачным участком. При этом робот умеет самостоятельно укрываться от дождя и обходить грядки и клумбы. |  |
| Роботы для очистки бассейнов  Обеспечивают возможность профессиональной очистки, представляют собой многофункциональные,  регулируемые по времени,  высокофункциональные машины |  |

## Проблематика

Основная проблематика, почему может понадобиться подобный робот – это замена ежедневного рутинного труда человека. Подобных рутинных задач в быту и на предприятиях очень много, часто мы их не замечаем, они нам кажутся не существенными. Тем не менее, даже простая ежедневная задача в течение всего года суммарно требует много времени для выполнения. Мой проект нацелен на решение подобных задач.

**Таблица 2 Некоторые ежедневные бытовые задачи, до сих пор не роботизированные**

|  |  |
| --- | --- |
| Мытье полов. Существуют многие решения для автоматизации уборки (например, робот-пылесос), однако по факту мы видим, что на предприятиях очень часто уборкой занимаются люди. То есть роботизировать этот труд – пока что трудная и дорогостоящая задача. |  |
| Многие работы, которые на первый взгляд кажутся простыми, но не роботизированы, требуют достаточно сложной механики и алгоритмов. Роботы шагающей конструкции всё ещё дороги и не доступны. |  |
| Есть ответственные работы, которые вообще не имеют сложной механики, но с точки зрения принятия решений их пока ещё нельзя доверить искусственному интеллекту. |  |

На основе изучения опыта различных проектов, в которых создаются мобильные роботы для различных целей, мне понятно, что требуется решить много задач в конструкции и в программном обеспечении.

Для получения опыта разработки робота, который поможет выполнять рутинные задачи, я решил сделать робота-грузчика-перевозчика; выбрать оптимальную систему навигации для этого робота, алгоритмы и т. п.

Поэтому цель проекта я сформулировал так:

## Цель Создать мобильного автономного школьного робота, который сможет перевозить стулья в актовом зале и расставлять их в соответствии с заданием.

## Задачи работы

Для достижения цели работы необходимо решить следующие задачи:

1. изучить имеющиеся источники информации по механическим, электронным узлам и алгоритмам для построения мобильных роботов;
2. выбрать технологию изготовления и материалы для шасси;
3. разработать механизм подъёма и опускания стула;
4. разработать алгоритм и написать программу для навигации и позиционирования робота;
5. сделать выводы, предложить перспективы дальнейшего развития проекта;

# Поисково-исследовательский этап

На поисково-исследовательском этапе я выполнял теоретическое исследование, собирал и анализировал информацию по созданию мобильных роботов подобного типа, разрабатывал идею и концепцию робота, в итоге сформулировал техническое задание. Конструирование таких изделий имеет очень большое количество нюансов, мобильный робот включает в себя несколько составляющих (раму, силовую электрику, блок управления и др.).

**Рисунок 2 Пример промышленного робота погрузчика Амазон**



## Теоретическое исследование

В теоретическом исследовании я прорабатывал общий сценарий работы робота; необходимо было рассмотреть варианты и преимущества различных вариантов шасси, варианты используемых моторов, варианты микроконтроллеров для управления движением, варианты бортового компьютера, средства машинного зрения.

М

икроконтроллер на

нижнем уровне

управления

М

икрокомпьютер на верхнем

уровне управления

Ш

асси на

омни

-

колёсах

Р

еечный механизм подъёма

опускания

П

редпола

гаемые характеристики

робота

## Сбор и анализ информации по теме проекта

Необходимо было собрать и проанализировать информацию:

* по характеристикам различных видов шасси роботов,
* способов навигации робота,
* средств машинного зрения и др.

**Таблица 3 Анализ инструментов для мобильных роботов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды инструментов | Преимущества | Недостатки |
| Различные датчики:  ультразвуковой, инфракрасный, лазерный, гироскоп, акселерометр и др. | Относительно недорогие, доступные в школе, имеют множество библиотек и примеров использования. | Применение одних только датчиков может быть недостаточно для полноценной навигации мобильного робота. |
| Лидар | Даёт полноценную картину окружения (цифровую карту) | Требует использования компьютера. |
| Навигация по машинному зрению | Распознаёт множество объектов в сложной окружающей обстановке. | Требует более сложной разработки, и как следствие, времени и опыта. |

### Выбор вариантов системы управления

**Таблица 4 Варианты систем управления роботом**

|  |  |
| --- | --- |
| Вариант системы | Характеристики |
| Управление микроконтроллером | Относительная простота в разработке, доступность, но: меньшая гибкость в алгоритмах, недостаточная производительность, сложность реализации машинного зрения.  **Выбран для первого этапа** |
| Компьютер и  ROS | Производительность, машинное зрение, но больше сложность, стоимость.  **Выбран для следующего этапа** |

### Выбор вариантов шасси робота

**Таблица 5 Варианты шасси**

|  |  |
| --- | --- |
| Шасси с поворотной рулевой рейкой.  Относительно простая конструкция, но недостаточно манёвренная. |  |
| Шагающий робот. Слишком сложная конструкция, чтобы выбрать её в качестве первого варианта. |  |
| Гусеничный робот. Большая сложность по сравнению с колёсным вариантом, избыточная проходимость |  |
| Шасси на  всенаправленных колёсах. Достаточно простое в управлении, обладает необходимой манёвренностью. |  |

### Формулировка технического задания

Ниже в таблице представлены основные пункты технического задания, в соответствии с которым я делаю первый вариант робота.

**Таблица 6 Технические задания**

|  |  |
| --- | --- |
| Пункт технического задания | Выбранный вариант исполнения |
| Функционал робота на  данном этапе проекта | Подъёмный реечный механизм с четырьмя моторами и граничными кнопками. |
| Система навигации | На первом этапе предполагается управление джойстиком и использование датчиков. |
| Система управления | Использование микроконтроллера ATMega или ESP32. |
| Шасси робота | Четырёх осевое, на омни-колёсах, на коллекторных двигателях с редуктором и энкодером. |

## Разработка технологического процесса

**Таблица 7 Варианты материалов**

|  |  |
| --- | --- |
| Материал | Характеристики |
| МДФ | Дешевый и простой в использовании материал. МДФ обладает хорошими прочностными характеристиками. Удобен для работы в школе. Не удобен для создания сложных 3D моделей |
| Алюминиевый сплав | Прочный материал, доступен в школьных наборах конструкторов. |
| пластик | Дешевый, достаточно прочный. В школьных условиях широко используется, когда деталь возможно изготовить на 3D принципе. |

**Результат выбора материала.** В итоге, после изучения теории, для модели был выбран вариант сборки рамы из основного материала – алюминиевого сплава, с некоторыми деталями из МДФ и пластика.

## Дизайн робота

На данном этапе существенная работа с дизайном не проводилась, приоритет был отдан конструкции. На следующих этапах проекта дизайну будет уделено большее внимание.

# Конструкторско-технологический этап

На конструкторско-технологическом этапе я использовал ручные и электроинструменты, материалы, программное обеспечение Arduino IDE.

## Требования к изделию

Сформулированные требования к изделию приведены ниже в таблице.

**Таблица 8. Общие требования к изделию**

| **Требования** | **Разъяснения** |
| --- | --- |
| Функциональность | Обеспечение основной выбранной задачи – передвижение стульев. |
| Безопасность | Изделие должно быть безопасным с точек зрения эксплуатации и используемых материалов. |
| Прочность | Изделие должно обладать достаточными  прочностными характеристиками |
| Технологичность | Все производственные операции и технологии  должны выполняться с учетом возможностей школьных мастерских. |

## Описание процесса изготовления деталей рамы и шасси

Для изготовления деталей рамы и шасси были выбраны следующие материалы и комплектующие представленные ниже в таблице.

**Таблица 9 Материалы и комплектующие**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал | Преимущества | Недостатки |
| Алюминиевые сплавы – профили из конструктора тетрикс. | Прочные, лёгкие, устойчивые атмосферным воздействиям, имеет множество присоединительных  отверстий, имеются в достаточном количестве в школе. | Для создания итоговой конструкции недостаточно удобны, поэтому будут использоваться только на первом этапе. |
| Реечные передачи и моторы из конструктора векс. | Удачно соответствуют задачам моего робота, имеются в достаточном количестве в школе. | Возможно, недостаточно надёжные, что выяснится в процессе испытания. |
| Коллекторные мотор редукторы TorqueNADO. | Имеет встроенный энкодер, имеет удобное передаточное отношение 60:1, удобное подключение к драйверам. | Относительно габаритные. |
| Омни-колёса из конструктора тетрикс. | Удобно устанавливаются на мотор редукторы  TorqueNADO. | Явных недостатков на данном этапе проекта не выявлено. |

## Собранная конструкция робота

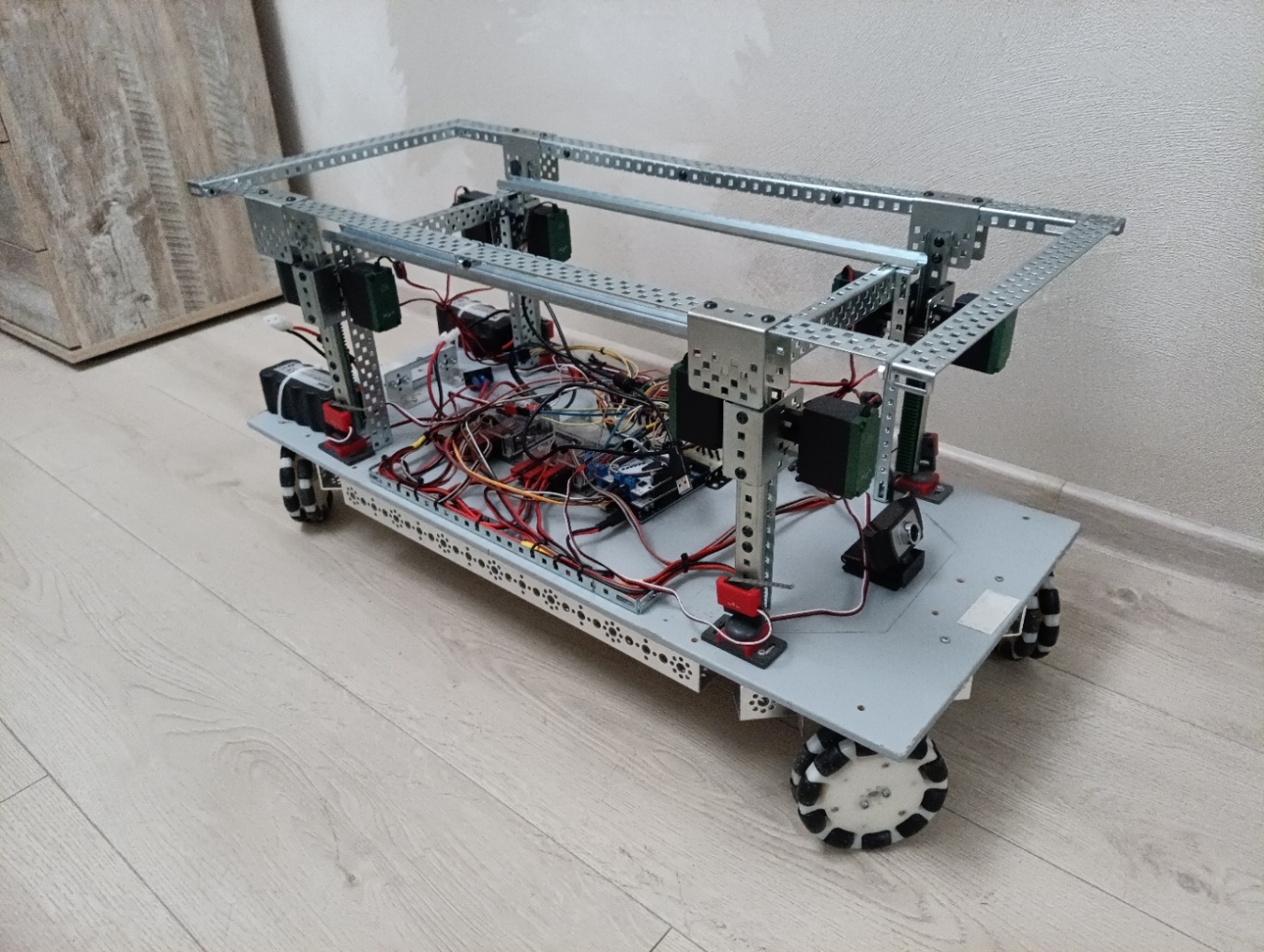
Ниже показана фотографии собранного робота с установленной системой подъёма.

**Рисунок 2 Общий вид робота**

Платформа из МДФ

Выдвижные штанги

Рама



## Описание процесса разработки системы навигации

### Процесс подъёма и опускания стула

Робот подъезжает под стул, на данном этапе проекта управляемый джойстиком, в дальнейшем автономно. Платформа с реечной передачей, управляемая микроконтроллером, поднимается, примерно, на 5 см.

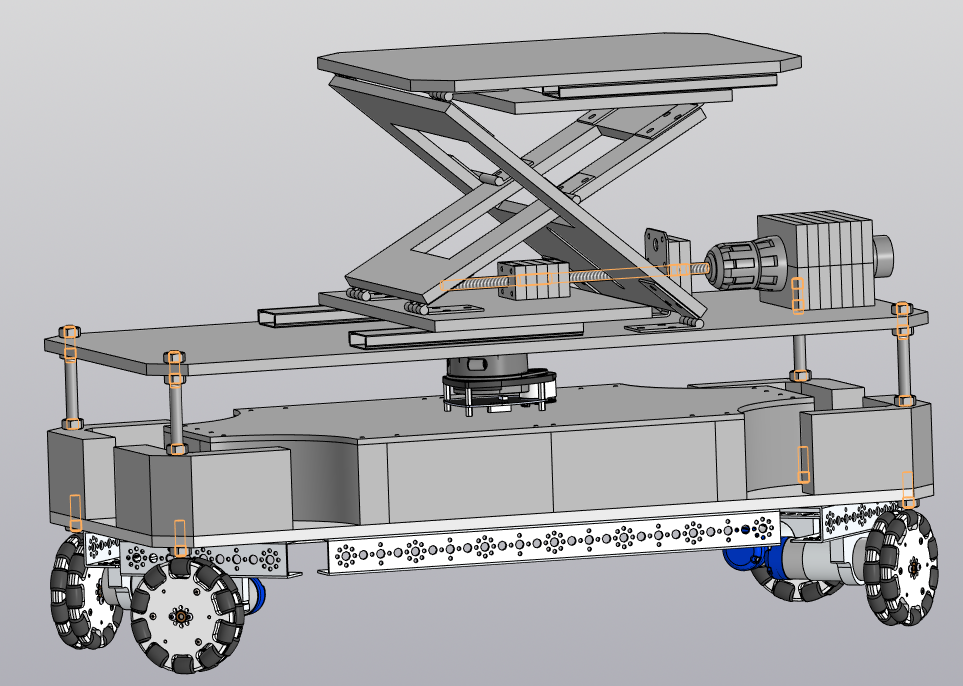
**Рисунок 3 Общий вид робота в процессе подъёма**



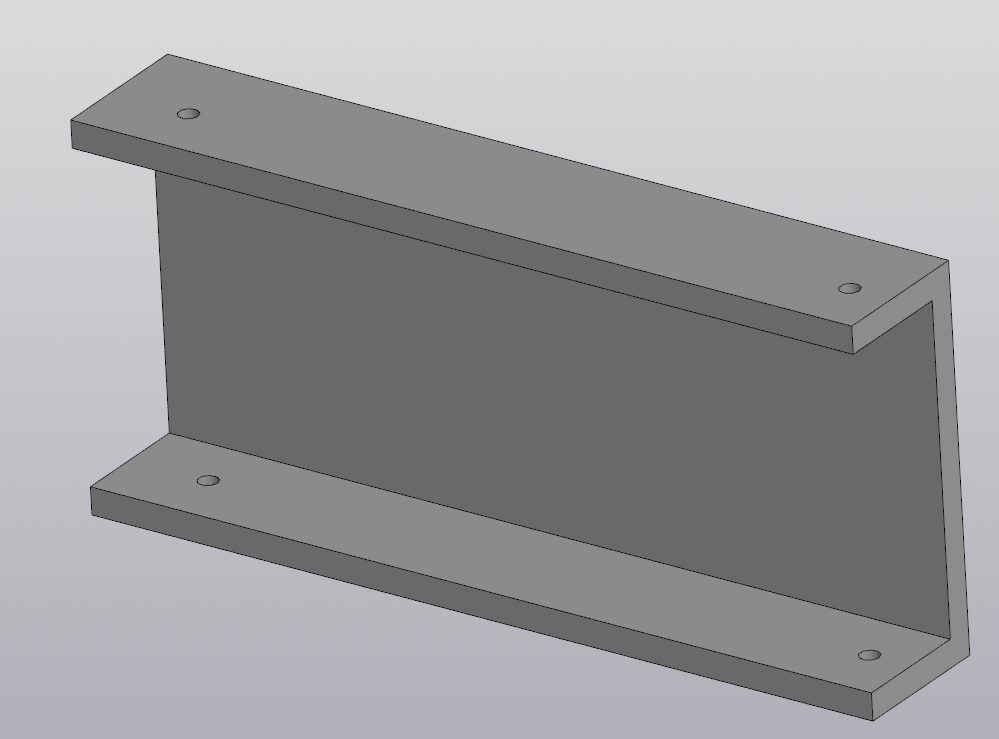
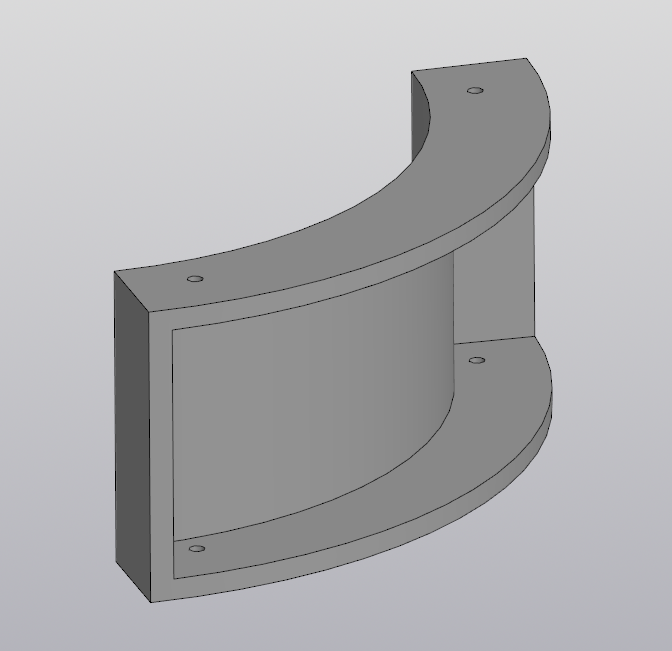
# Разработка в 3D САПР

Разработка велась в САПР Компас 3Д. Ниже показаны некоторые детали и общий вид.

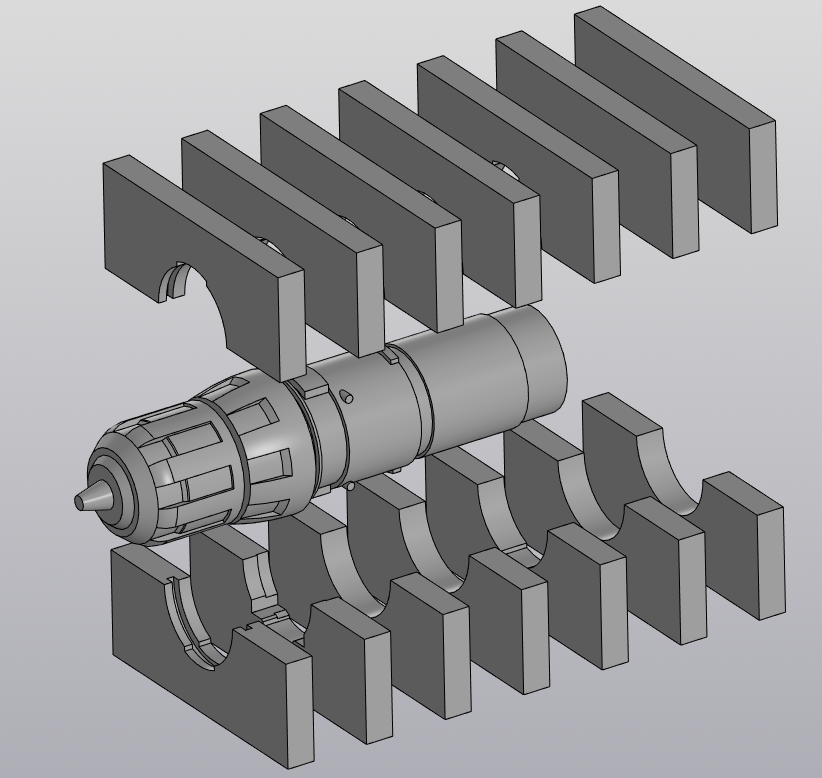
**Рисунок 4 Общий вид**



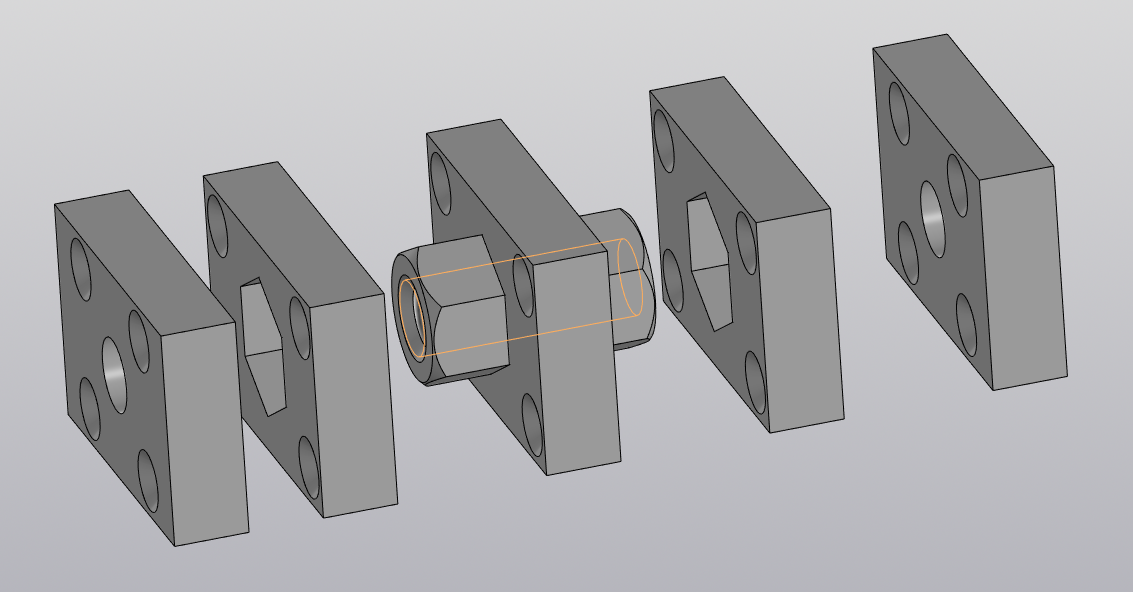
**Рисунок 5 Боковые детали**

** **

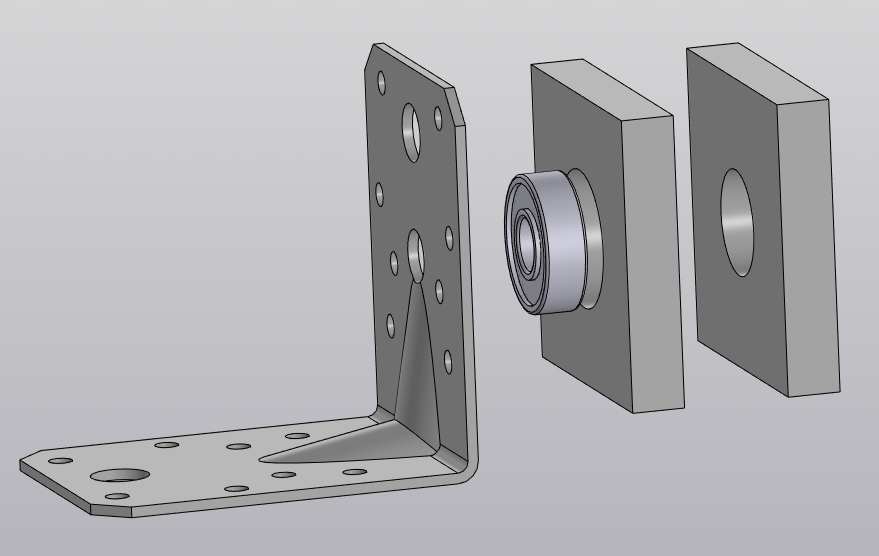
**Рисунок 6 Крепление мотора**



**Рисунок 7 Крепление гайки**



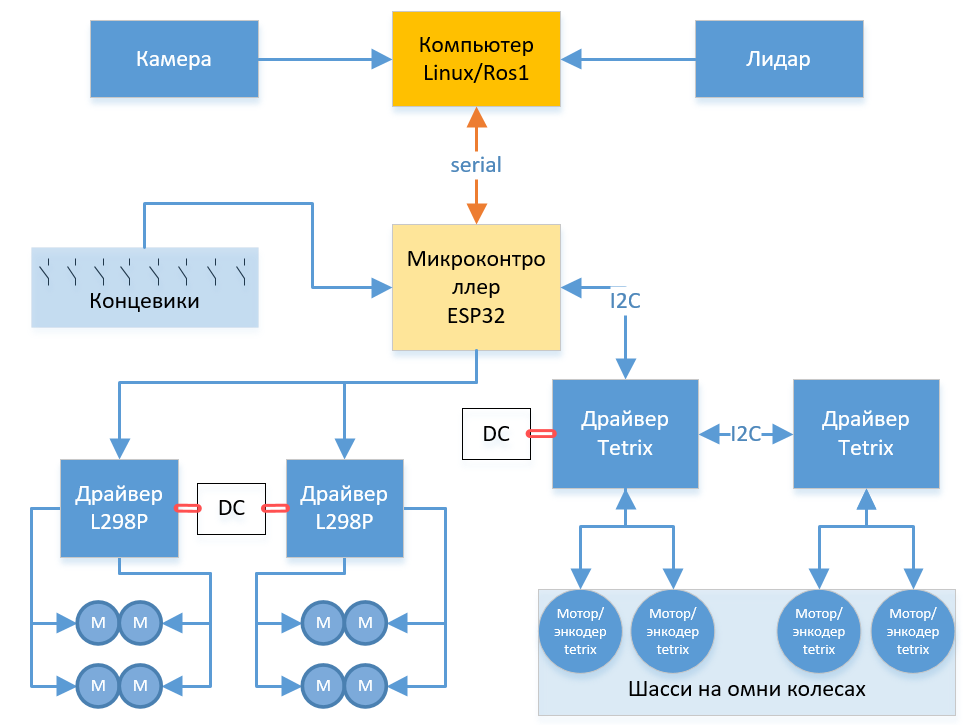
**Рисунок 8 Опора шпильки**



# Разработка электроники

## Структурная схема

**Рисунок 9 Структурная схема**

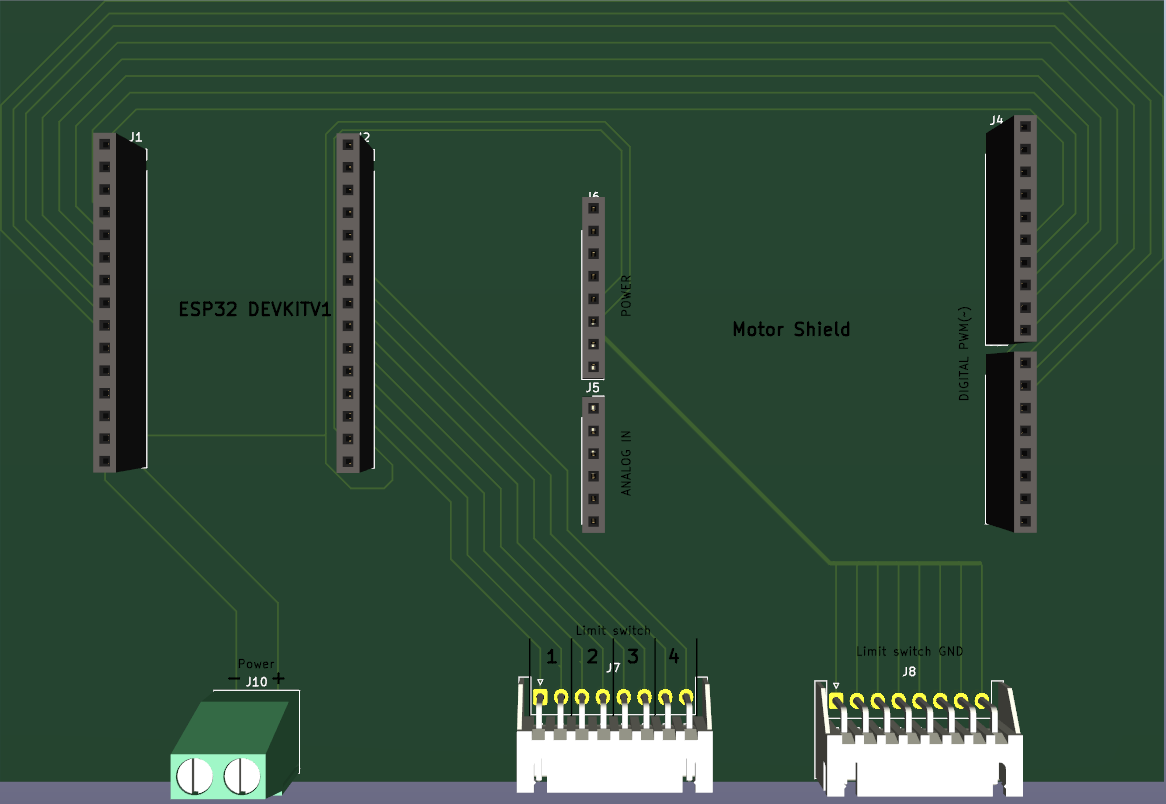


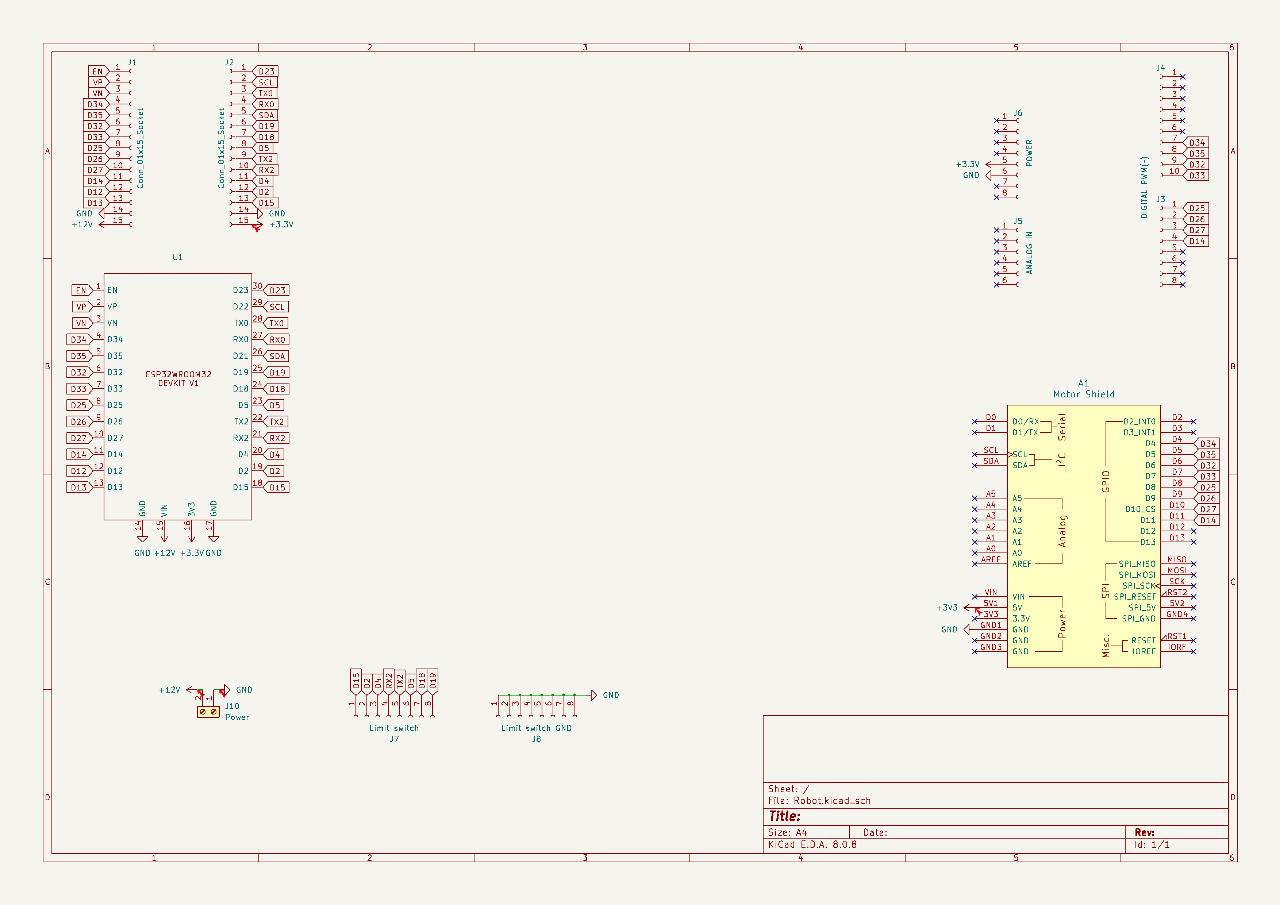
## Принципиальная схема

Разработка платы ведётся в KiCAD. Для повышения надёжности соединений решено разработать специальную коммутационную плату, а не использовать макетную плату.

На данный момент разработка платы на начальном этапе.

**Рисунок 10 Трассировка печатной платы**





# Общий алгоритм работы

Данный алгоритм должен быть реализован после нескольких этапов проекта.

## Алгоритм управления движением робота

Для управления драйверами моторов используется микроконтроллер ATMega или ESP, в качестве драйверов используется драйвера робототехнических наборов TETRIX.

I

2

C

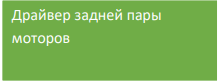
шина

Драйвер передней пары

моторов

М

икроконтроллер



моторов

### Примеры команд для взаимодействия энкодеров моторов

* 0x24 – установка id мотора.
* 0x25 – включение драйвера.
* 0x45 – Установка скорости моторов.

### Пример функции для взаимодействия с драйвером моторов по I2C шине

void sendCommandFourByte(byte id, int command, byte byte1, byte byte2, byte byte3, byte byte4) { Wire.beginTransmission(id);

Wire.write(commnad);

Wire.write(byte1);

Wire.write(byte2);

Wire.write(byte3);

Wire.write(byte4);

Wire.endTransmission();

}

# Технологическая карта

Ниже, в технологической карте указаны используемое оборудование, программное обеспечение, выполняемые технологические операции, затраченное время.

**Таблица 11 Технологическая карта**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Описание технологических операций** | **Используемое оборудование** | **Время**  **(часы)** |
| Подготовка материалов и комплектующих | Ручной инструмент,  электроинструмент | Около 10 |
| Сборка каркаса | Ручной инструмент,  электроинструмент | Около 12 |
| Соединение электрических компонентов | Провода | Около 1 |
| Настройка плат управления | Компьютер, программное  обеспечение | 30 |

# Выводы

## Результаты текущего этапа

* Конструкция первого этапа собрана
* На роботе установлена система подъёма
* Робот на омни-колёсах имеет достаточную манёвренность
* Используется машинное зрение для позиционирования робота относительно стула
* Отлаживается процесс взаимодействия между микроконтроллером и драйверами

## Задачи для следующего этапа

* Разработка системы навигации
* Разработка системы машинного зрения
* Выполнение дизайна корпуса робота

## Экологическая оценка

При производстве модели были использованы доступные материалы общего назначения. Не было использовано ядовитых, радиоактивных и других подобных веществ, требующих специальных экологических мероприятий. Технологические процессы при производстве также проводились с соблюдением экологических норм, без негативного влияния на окружающую среду. Электронные компоненты и аккумуляторы после завершения срока годности подлежат утилизации в соответствии с современными требованиями.