

РобоФинист 2022

Team Description Paper

Лига: Rescue Line Junior

Название команды: VOT

Участники команды:

Орлов Михаил Сергеевич,

misha06112004@yandex.ru

Тимофеев Александр Васильевич,

alextimofeev2004@gmail.com

Вчерашний Захар Даниилович,

vcherashny-zahar@yandex.ru

Руководитель:

Романько Павел Николаевич

romanko69@mail.ru

Организация: Президентский ФМЛ №239

Дата: 09.09.2022

Аннотация

Наша команда была создана тремя участниками центра робототехники ФМЛ №239. Мы решили испытать свои навыки, поучаствовав соревновании РобоФинист Rescue Line, так как посчитали данную категорию наиболее интересной.

Мы поставили задачу создать робота для участия в выбранном соревновании и добиться успеха при непосредственном участии.

К сожалению, мы не успели реализовать все задуманные идеи к городским соревнованиям. Из неудачи мы сделали выводы и теперь готовы продемонстрировать вам результат нашей работы.

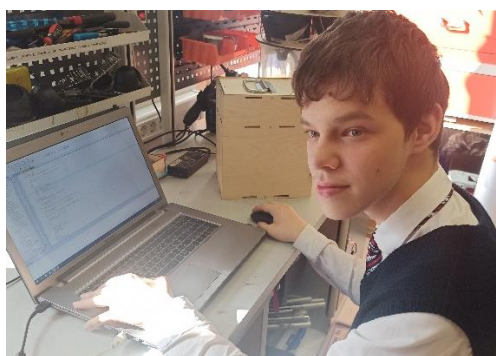
Введение



Орлов Михаил Сергеевич – главный программист, разработчик плат

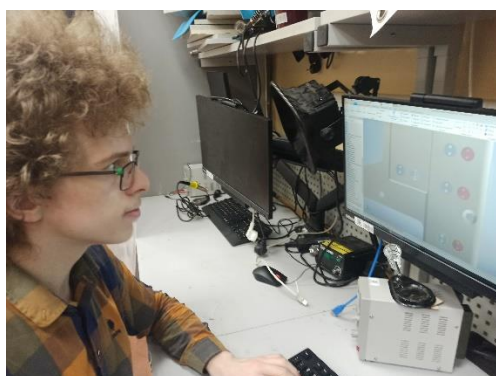
Опыт участия в соревнованиях: Open competitions of St. Petersburg in robotics 2019 (3 место), RoboCup Russia Open 2019 (2 место)

Опыт в робототехнике: 7 лет / Arduino, STM / C++, Python, openCV / Modeling in Autodesk Inventor / Advanced Electrical & Soldering Course, Sports Robotics



Вчерашний Захар Данилович – программист, разработчик 3D моделей

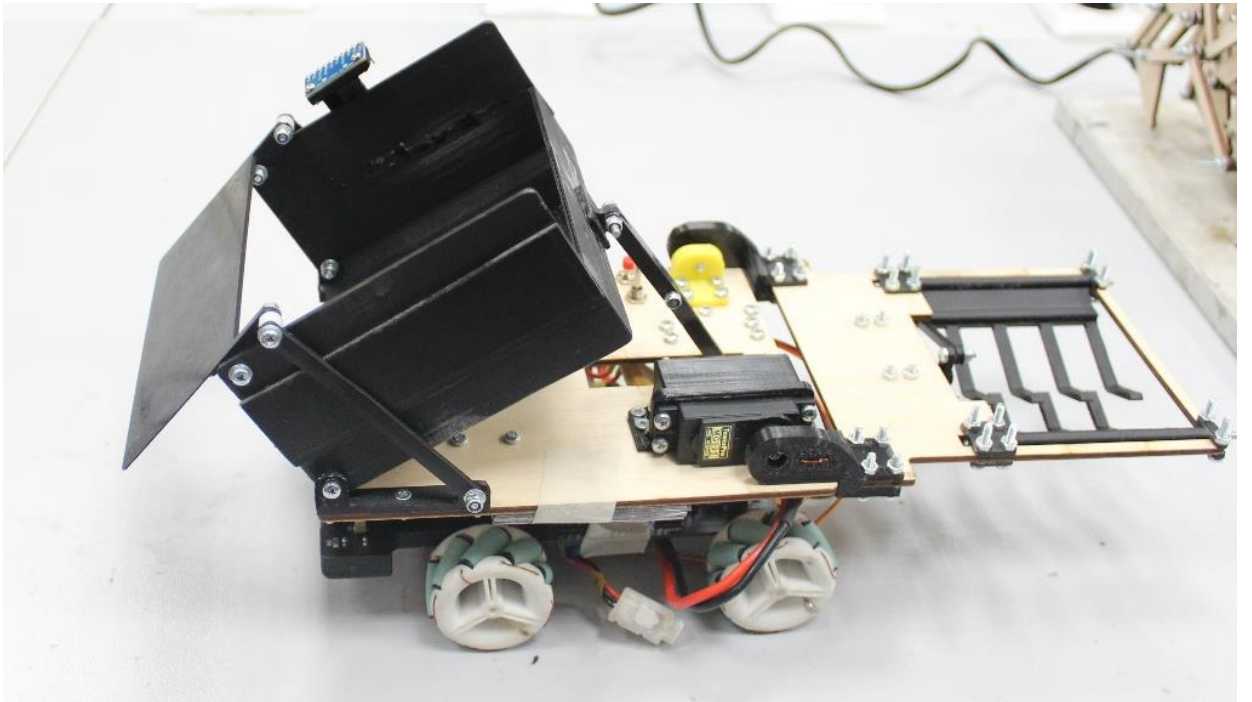
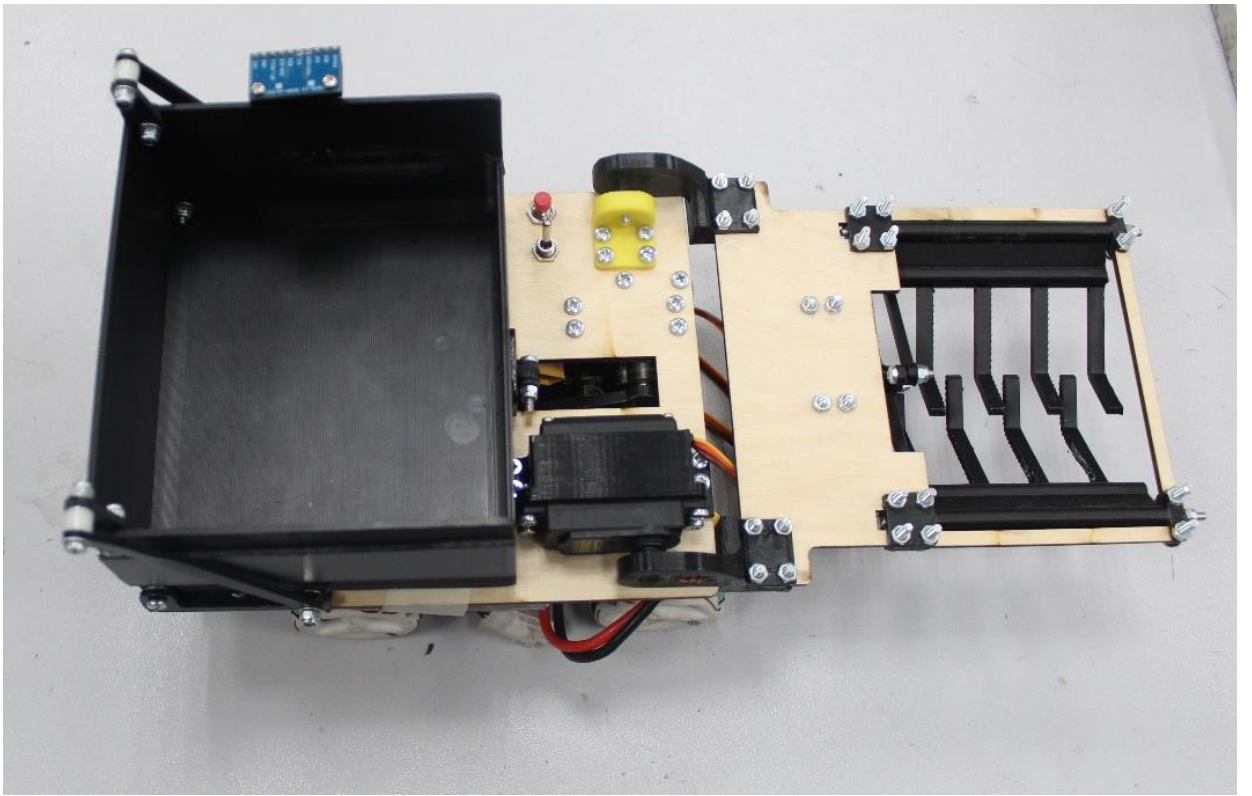
Опыт в робототехнике: 6 лет / Advanced Electrical / Arduino, STM / Modeling in Autodesk Inventor / Sports Robotics



Тимофеев Александр Васильевич – инженер электронщик, механик

Опыт участия в соревнованиях: RoboFinist 2020 (1 место), Open competitions of St. Petersburg in robotics 2021 (2 место), RoboCup Russia Open 2021 (2 место)

Опыт в робототехнике: 6 лет / Arduino, STM / C++, ROS / Modeling in Autodesk Inventor / Advanced Electrical & Soldering Course, Sports Robotics.





Исследование команды

В соревновании RoboCup Rescue Line автономный робот должен следовать за черной линией, преодолевая различные проблемы на модульной арене, образованной плитками с различными узорами. Пол белого цвета, а плитки находятся на разных уровнях, соединенных пандусами. Затем роботу необходимо в зоне эвакуации, найти точку эвакуации, представляющую чёрный треугольник в углу арены, и выгрузить туда спасательные комплекты с собранными на арене жертвами. Жертвы представляют из себя чёрный и серебряный шарики, а комплекты.

Исходя из условий, был сделан вывод, что робот должен обладать кузовом, где будут храниться жертвы и спасательные комплекты, и устройством, захватывающим шарики.

Для поиска жертв и точки эвакуации было принято решение использовать лазерный дальномер для сканирования территории, а после алгоритмы Хафа и одометрии.

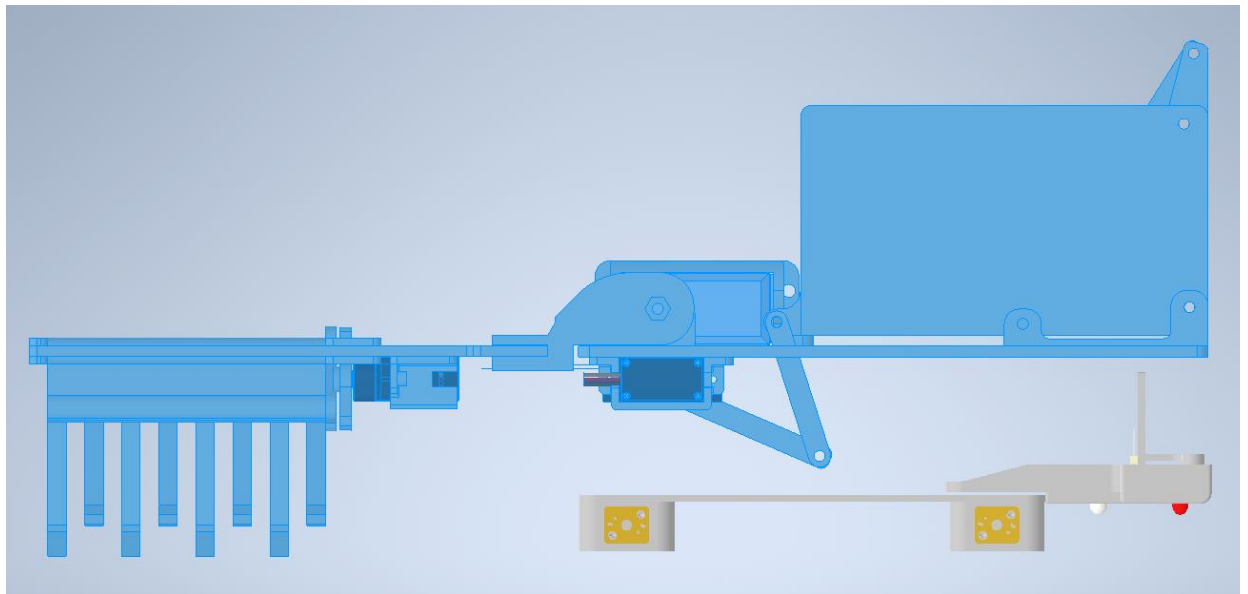
А теперь подробнее о роботе.

Конструкция и структура робота

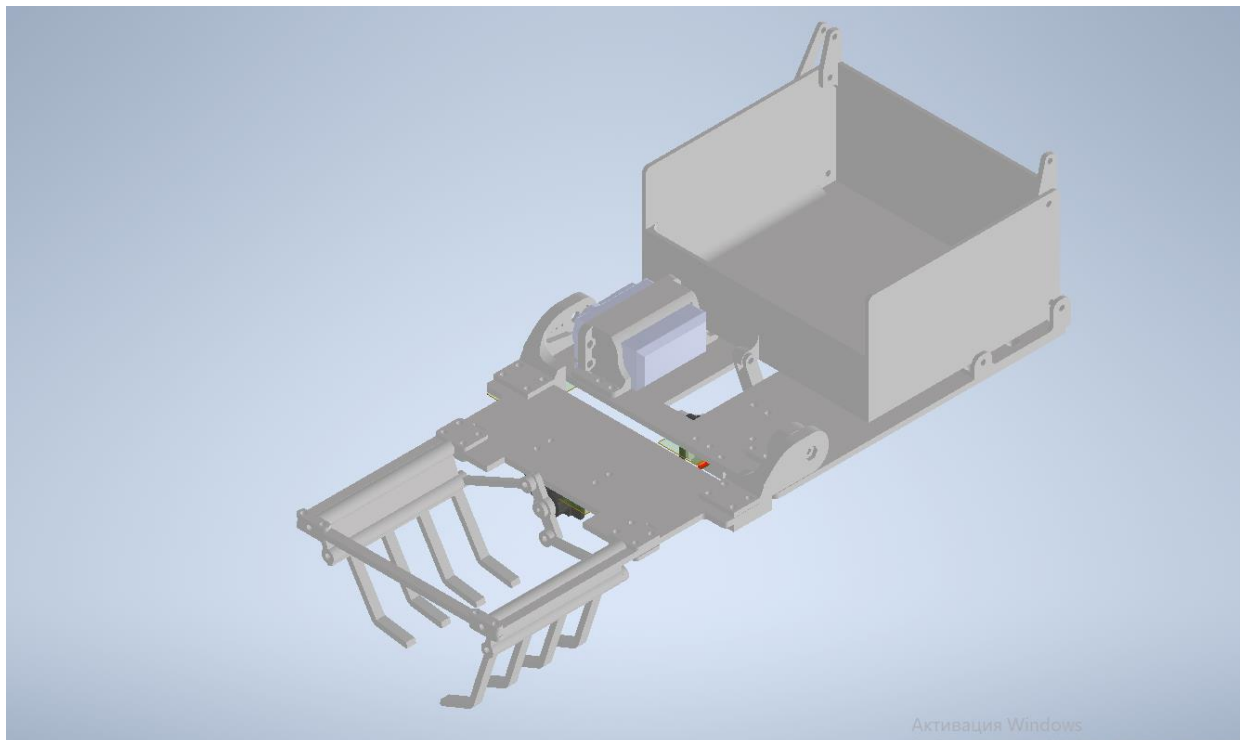
Конструкция разделена на 2 части: 3D модели и платы. Разберём подробнее каждый этап.

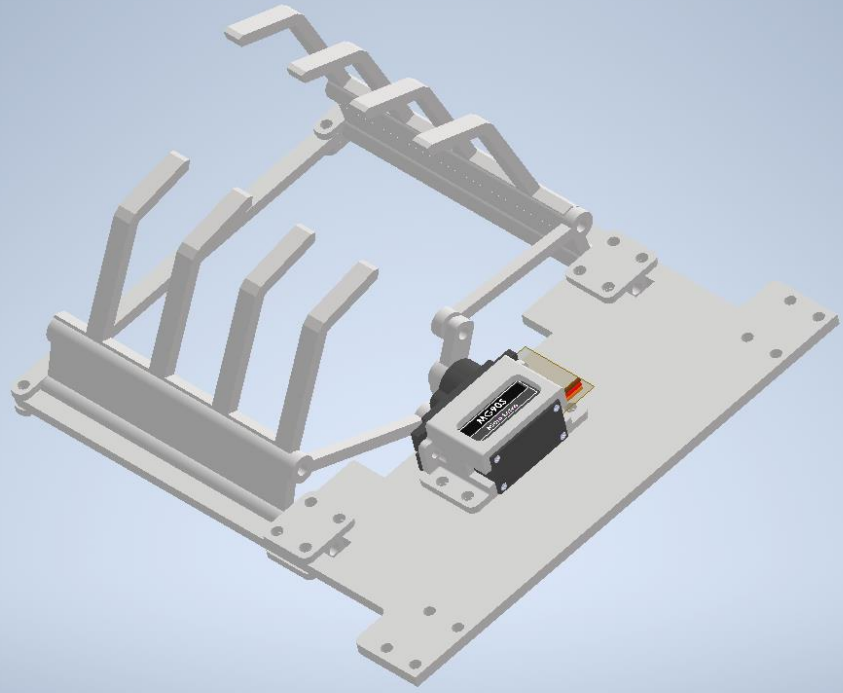
3D модели

Модели создавались в программной среде Autodesk Inventor. Робота можно разделить на 2 части. Верхнюю и нижнюю.

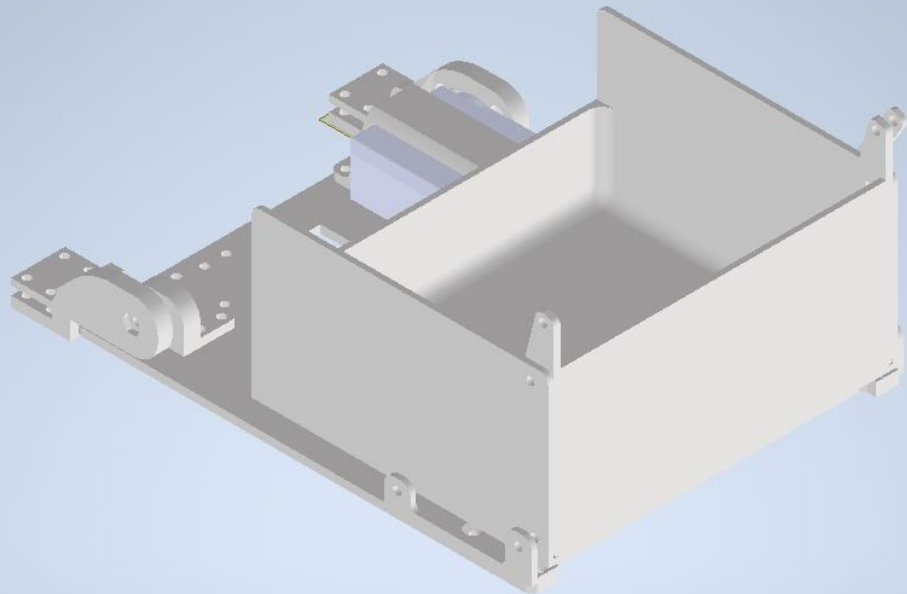


Верхняя часть предназначена для сбора шариков при помощи хваталки и выброса их с помощью специального кузова.

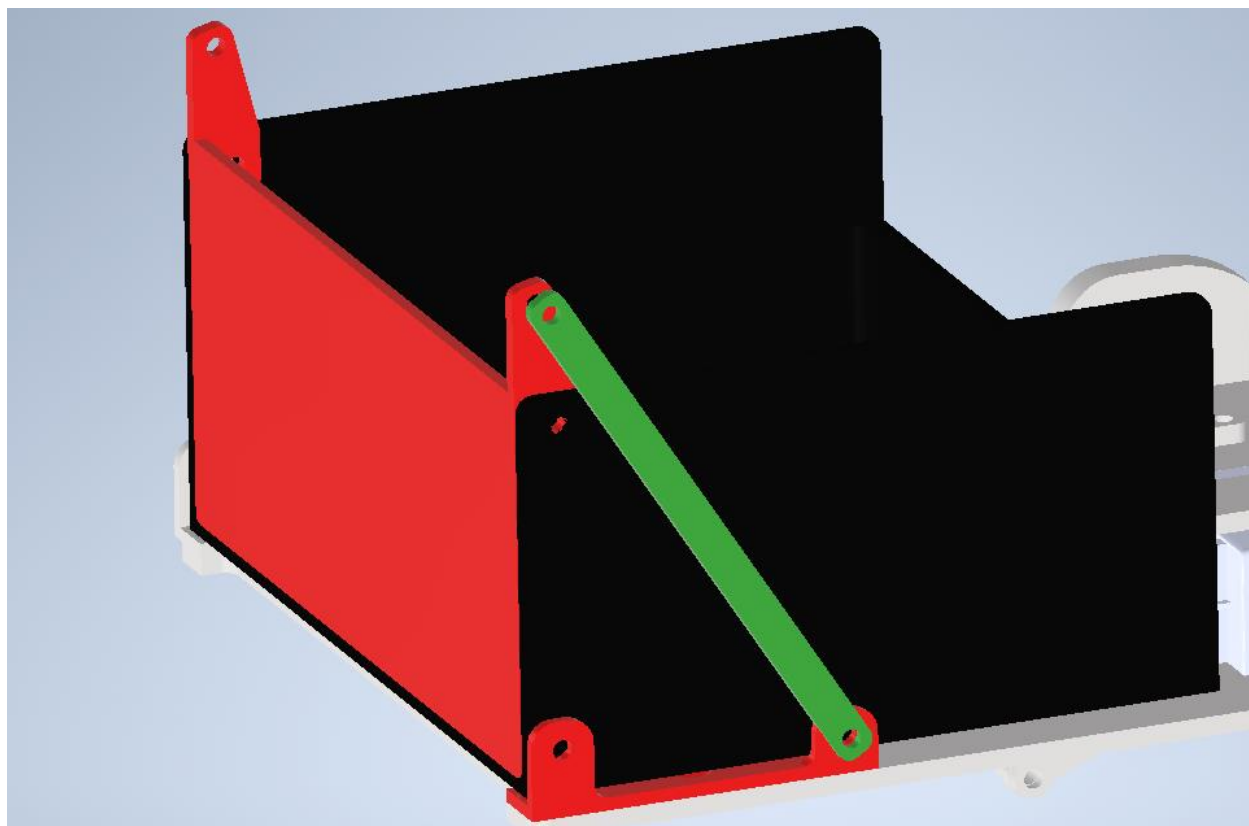




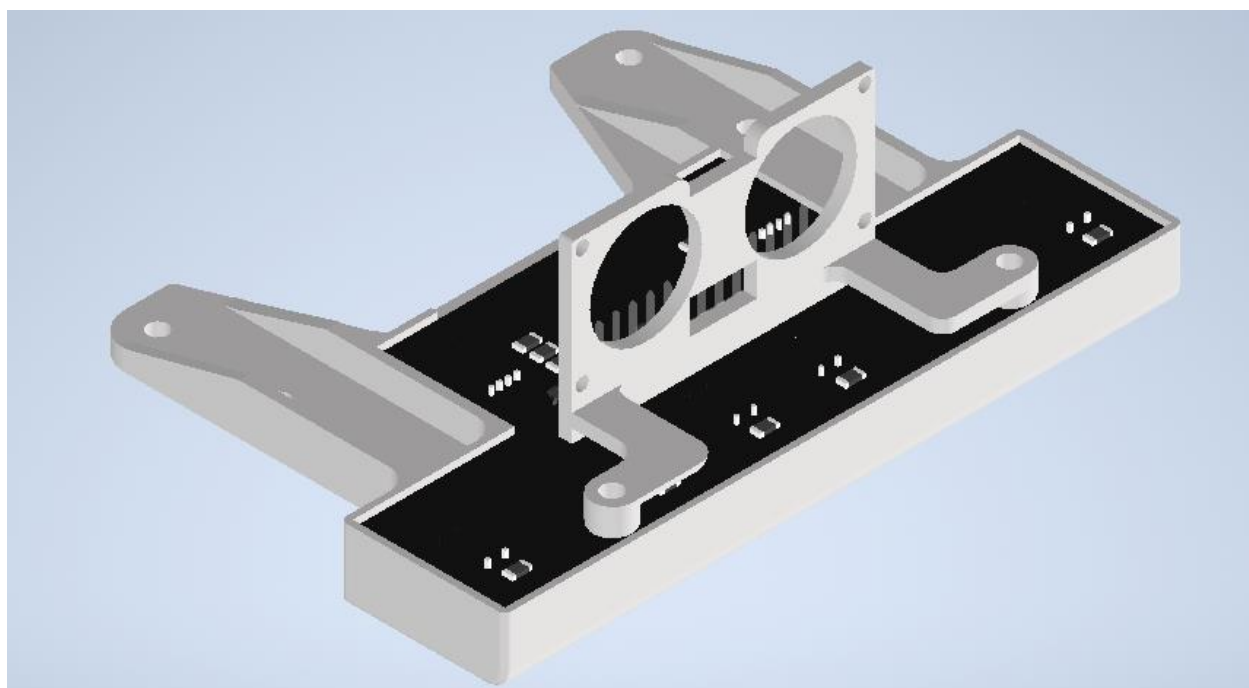
Активация Windows

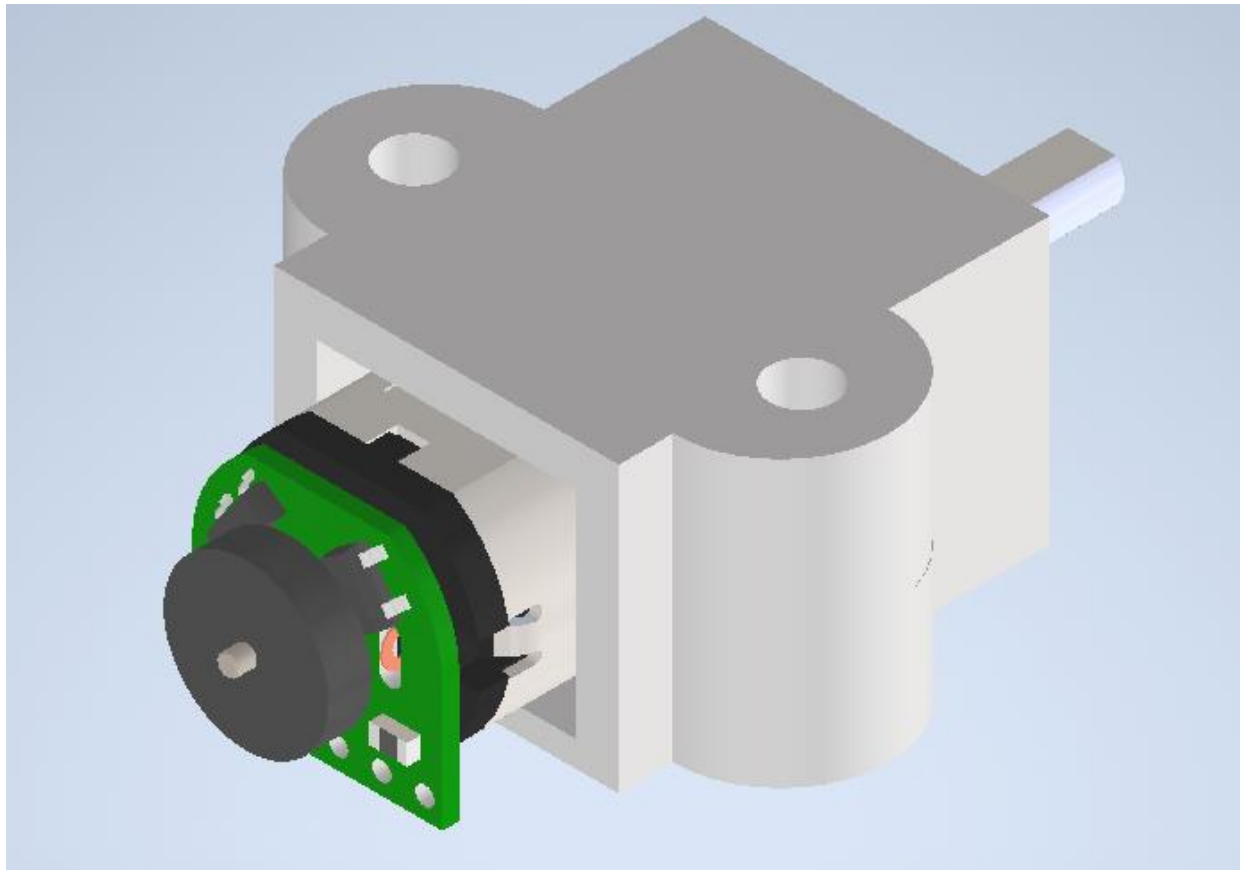


Кузов устроен таким образом, что при его подъёме он открывается автоматически, благодаря предусмотренному механизму.

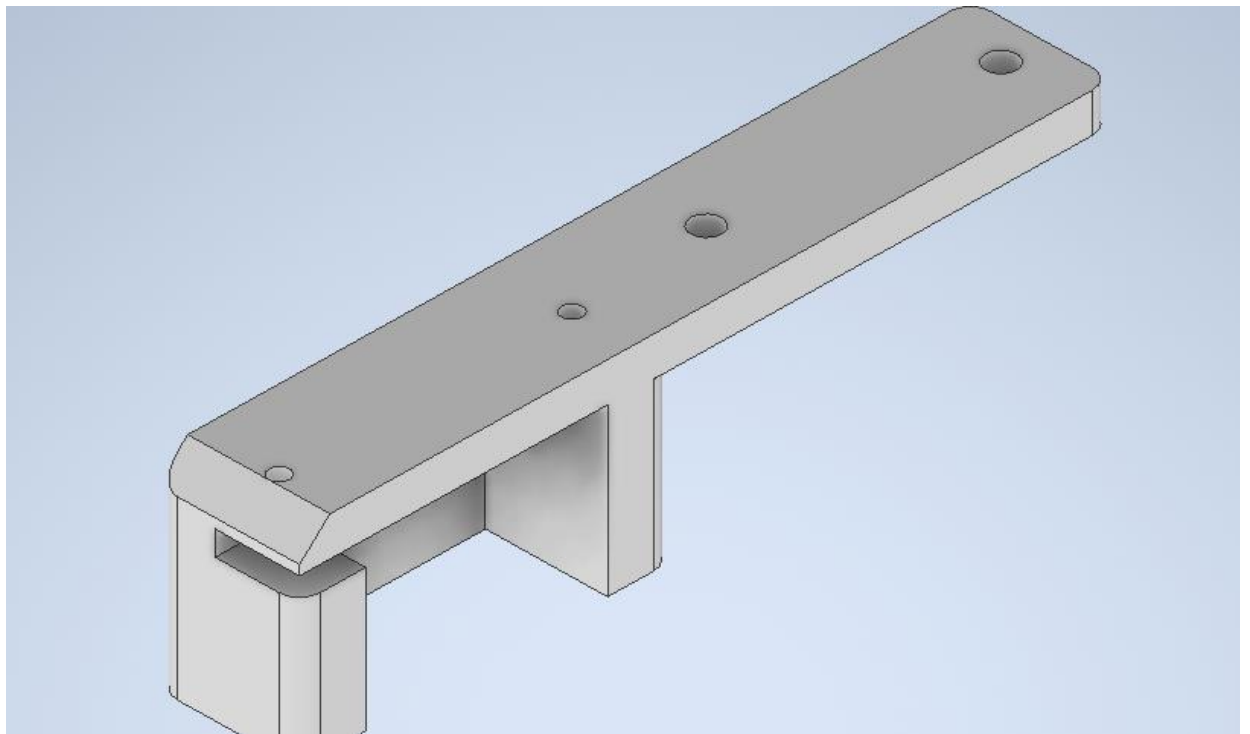


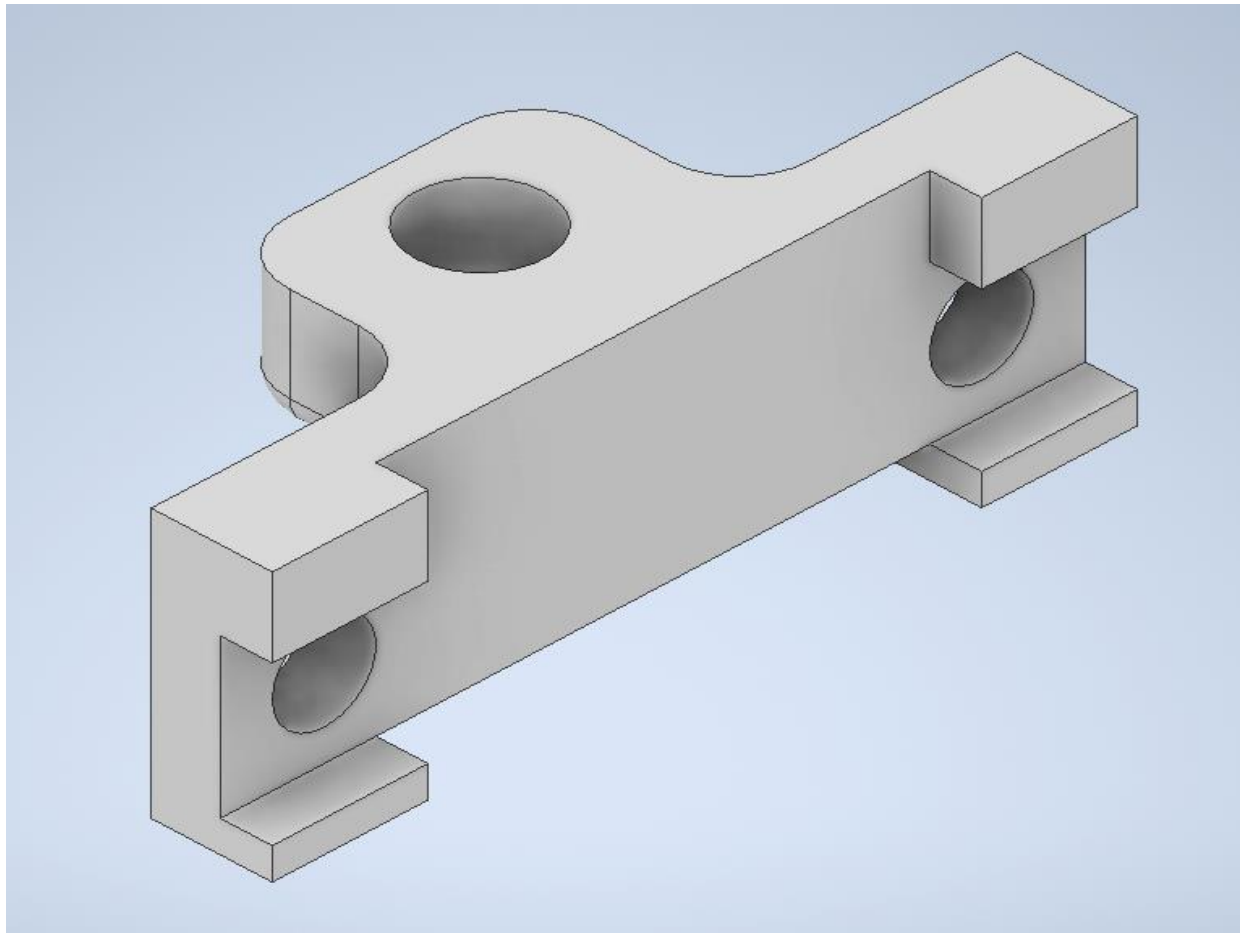
Нижняя часть является основанием робота, по большей части состоит из управляющей платы. К ней присоединены крепления для моторов и крепление линии датчиков, также сверху линии датчиков находится модель для установки ультразвукового сенсора.





Сзади робота крепится сервомотор с лазерным дальномером.
Работающие в качестве лидара.

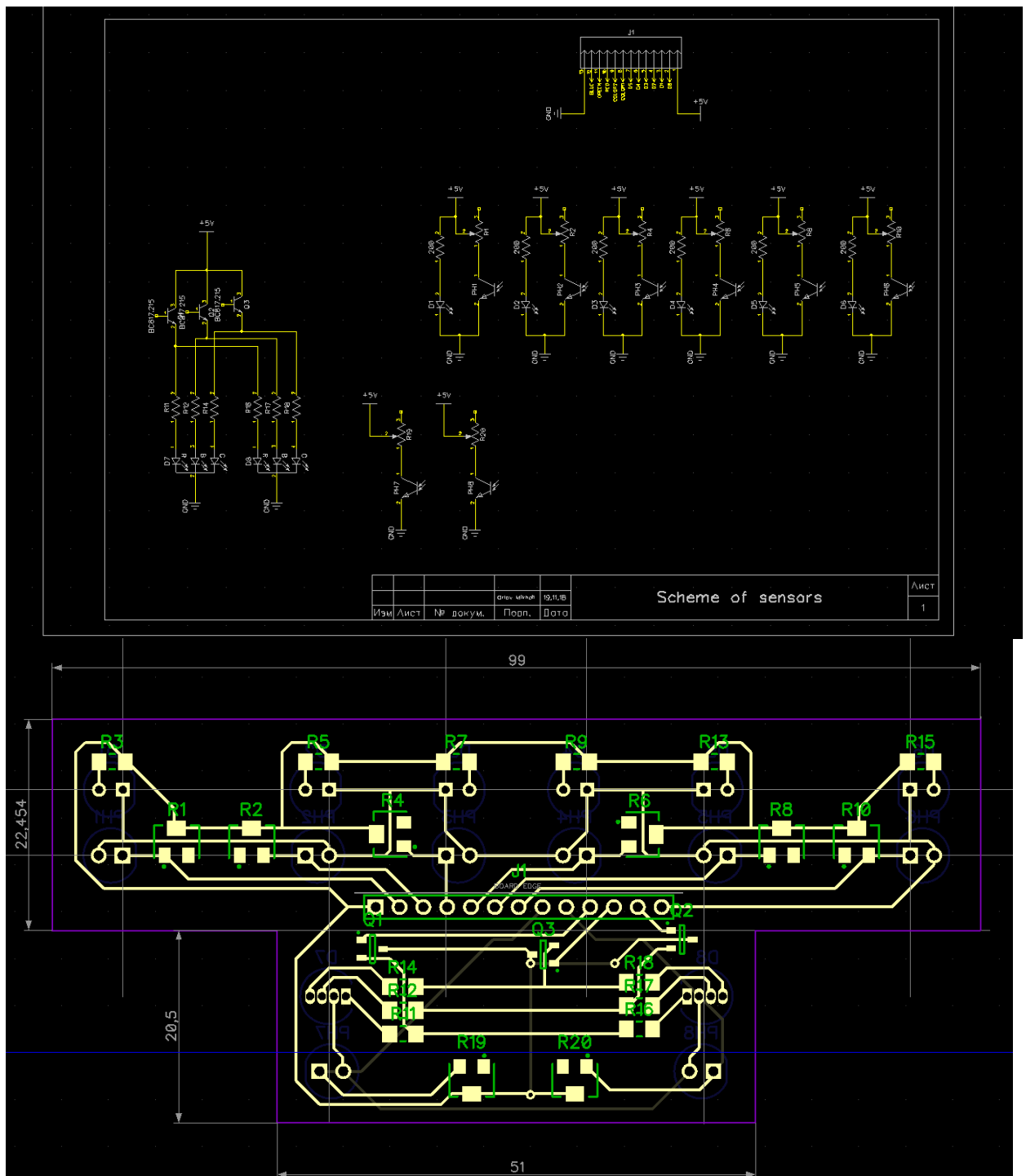




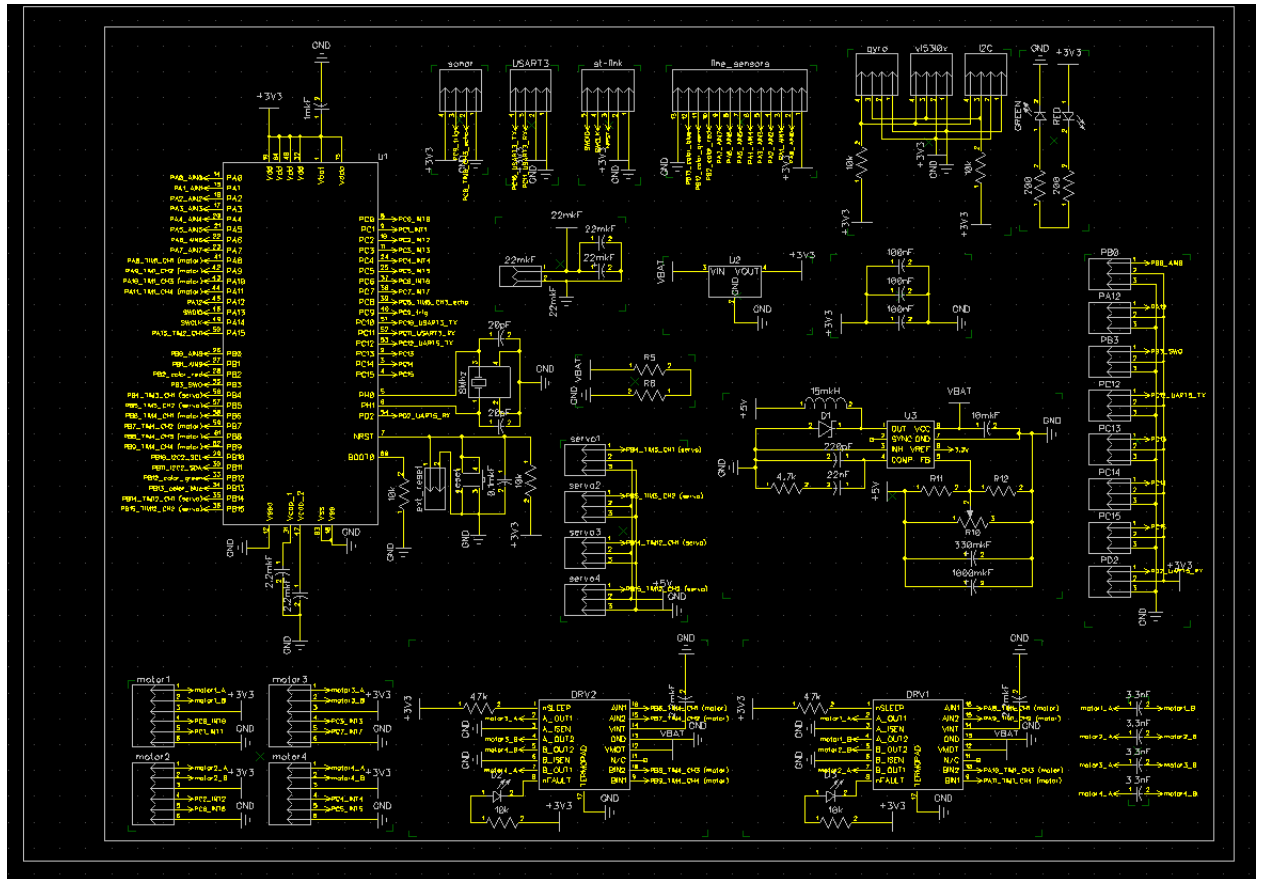
Платы

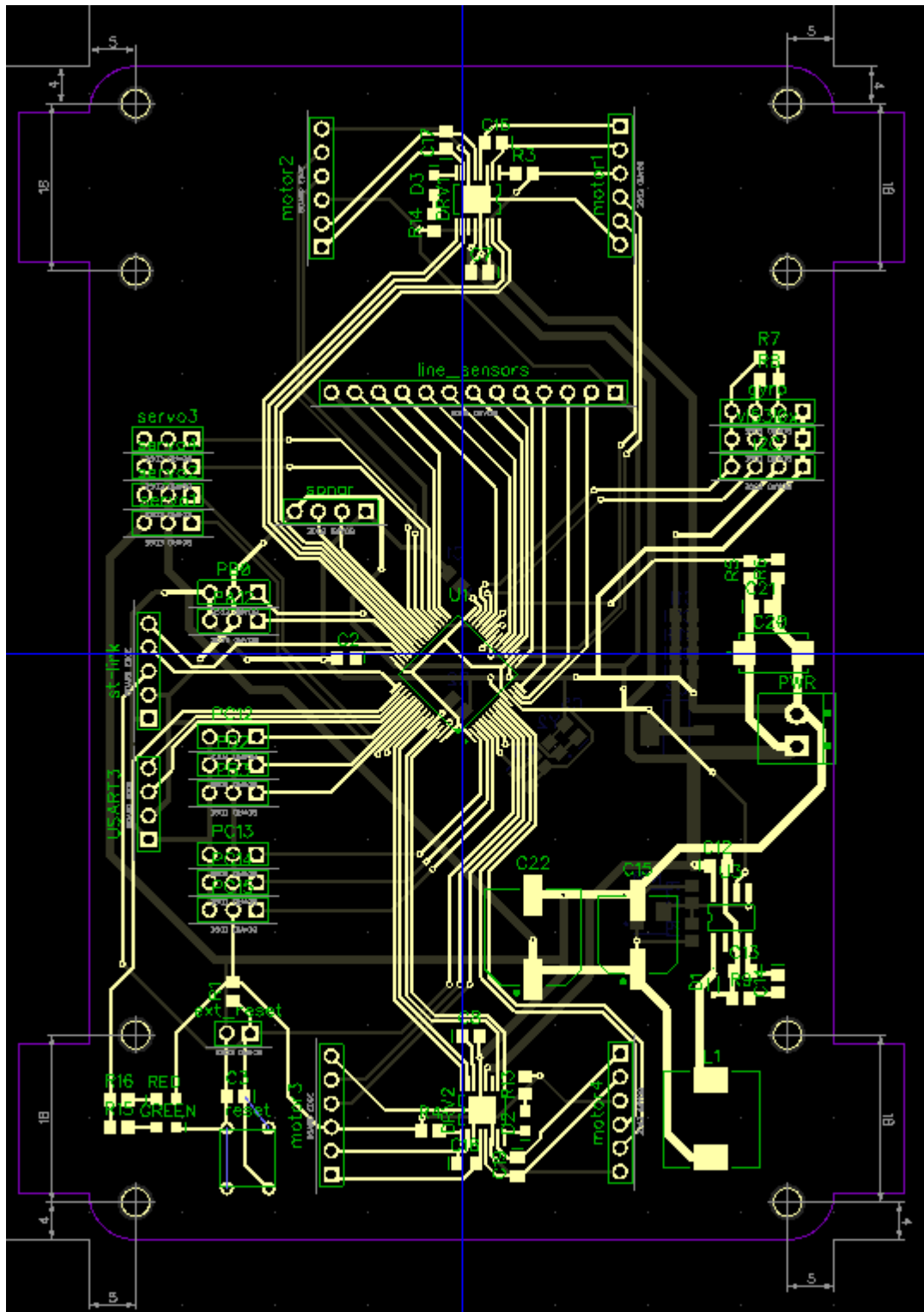
Платы разрабатывались в среде Dip Trace, так как эта программа проста в использовании и в ней находились схемы всех компонентов, необходимых для создания плат.

Для робота были спроектированы 2 платы: плата датчиков, материнская. Плата датчиков используется для отслеживания линии и состоит из 8 оптопар, 6 из которых требуются для точного движения по линии, а 2, благодаря использованию светодиодов другого цвета, могут идентифицировать зелёный цвет.



В качестве основного контроллера был выбран STM32F405RGT, для управления моторами используется микросхема DRV8833. Также на плате встроены импульсные стабилизаторы напряжения (+3,3 и +5). У контроллера выведены контакты для подключения модуля ST-Link, через который программируется контроллер. На плате предусмотрены выводы для связи с сервомоторами, интерфейсом I2C, линией датчиков.





Программа

Код для робота написан на C++ с использованием C вставок. Он поделен на небольшие модули, отвечающие за работу отдельных систем робота и отдельные алгоритмы. Для удобства работы с системой микроконтроллера используется SPL (Standard Peripheral Library), также использовано VL53L0X API для чтения показаний лазерного дальномера и модифицированная для stm32 библиотека MPU9250.

Структура проекта:

- main.cpp - тут лежит функция main из которой вызываются все остальные функции. Реализован конечный автомат для различных действий робота.
- init.h - инициализация робота, калибровка и некоторые полезные функции для отладки.
- motors.h motors.cpp - модуль для управления двигателями (задание скорости вращения и ПИД-регуляторы для контроля положения каждого мотора по энкодеру) и сервоприводами.
- line_sensors.h line_sensors.cpp - модуль для считывания показаний датчиков освещенности и цвета.
- sonar.h sonar.cpp - модуль для считывания показаний с ультразвукового дальномера.
- encoders.h encoders.cpp - модуль для инициализации и работы с энкодерами.
- IRQ_handlers.cpp - здесь расположены обработчики внешних прерываний для работы энкодеров и ультразвукового дальномера.
- time_service.h time_service.cpp - модуль для работы системного таймера.
- i2c.h i2c.cpp - протокол software-i2c для общения с датчиками.
- uart3.h uart3.cpp - протокол uart для вывода показаний в COM порт.
- vl53l0x.h vl53l0x.cpp - модуль для настройки и считывания показаний лазерного дальномера.
- line.h line.cpp - ПД регулятор для движения по линии.

- `lidar.h lidar.cpp` - сканирование зоны эвакуации с помощью поворачиваемого дальномера. (частично в процессе разработки)

Стратегия:

Для выполнения поставленной задачи были реализованы следующие алгоритмы:

- Чтобы из значений 6 датчиков освещенности вычислить ошибку для ПД регулятора используется алгоритм поиска центра масс. Показания датчиков приводятся к диапазону от 0 на белом и до 1000 на черном, а затем вычисляется центр масс значений.
- При движении по линии управляющее воздействие используется сразу в трех местах: задает угловую скорость поворота (как и при стандартном алгоритме), пропорционально снижает скорость прямолинейного движения вперед, чтобы робот мог ехать быстрее на прямых участках и хорошо проходить крутые повороты и передается в боковую скорость для того, чтобы при использовании месапит-колес сместить центр поворота ближе к переду робота.
- Для определения границ зоны эвакуации используется лазерный дальномер, закрепленный на сервоприводе. Таким образом робот сканирует поле и с помощью алгоритма Хафа выделяет из облака точки прямые, образующие границы поля. Плюс такого алгоритма в том, что робот может определить расстояния до границ даже при наличии в зоне препятствий (кирпичей и шариков).

Обсуждение и заключения

Чему научились участники команды, работая над проектом

Михаил Орлов	Я научился проектировать платы с контроллером stm32 в их основе, повысил свои навыки в радиоэлектронике
Захар Вчерашний	Повысил свои навыки в написании и отладке сложных алгоритмов, смог улучшить навыки в 3D моделировании.
Тимофеев Александр	Значительно улучшил свои навыки монтаже компонентов и 3D моделировании. Узнал больше о работе со лазерным станком и 3D принтерами

Будущие изменения

В будущем участники команды планируют в плотную заняться изучением компьютерного зрения, для расширения возможностей робота.

Также существует идея добавить на робота отдельный контроллер, который сможет заниматься обработкой алгоритмов движения робота и запоминания трассы.

Благодарности

От имени команды мы хотели бы поблагодарить нашего наставника Павла Николаевича Романко за передачу опыта, помощь и поддержку во время работы.

Центру робототехники Президентского физико-математического лицея № 239 за предоставление лаборатории и оборудования.

Благодарим компанию StarLine и фонд Финист за финансовую поддержку проекта, благодаря которой мы имеем возможность делать роботов и совершать поездки на соревнования.