

ГБОУ Президентский физико-математический лицей №239



Центр робототехники  
RoboCup Russia Open 2019  
RoboCupJunior Soccer Open

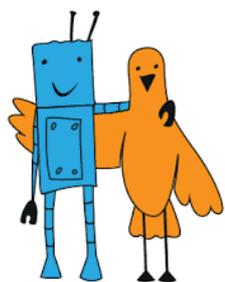


**MVK**

# Инженерный журнал

*Городов Михаил  
Ярмолинский Арсений  
Дмитриев Владимир*

**Руководители:**  
*Филиппов Сергей Александрович  
Королёв Дмитрий Михайлович  
Китаев Николай Анатольевич  
Логачёв Анатолий Васильевич*



**РОБОФИНИСТ**

Санкт-Петербург  
2019 г.





# RoboCup Junior Soccer Open League



Зеркало специальной формы, позволяющее камере видеть объекты вокруг робота

Камера OpenMV, выполняет роль детектора мяча, определяет координаты мяча относительно робота

"Дриблер".  
Механизм захвата и ведения мяча. Благодаря нему робот может эффективно выполнять оборонительные и атакующие маневры

Электромагнитные толкатели установленные под углом друг к другу и позволяющие производить удар по мячу, не только в одном направлении.

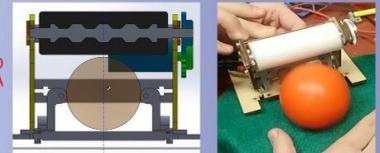
Датчик наличия мяча. Позволяет правильно определить момент для удара по мячу.

Быстроразрядный Li-ion аккумулятор(14,4В; 3Ah). Обеспечивает бесперебойное функционирование систем робота

Самостоятельно разработанные всенаправленные колеса. Позволяют роботу двигаться в любом направлении независимо от его ориентации

Подшипниковый узел с зубчатой передачей для смещения оси вращения

УСТРОЙСТВО ДРИБЛЕРА



## ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ РОБОТА

Главными компонентами электронной системы управления являются материнская плата и плата датчиков.

Материнская плата построена на базе микроконтроллера STM32F407, на ней размещены источник вторичного питания, электроника управления ДТТ, соленоидный ударный механизм, а также разъемы для подключения периферийных устройств (видеокамера OpenMV M7, BT-модуль HC-05, датчик расстояния V530x, ИЧ-сенсор SharpIR Prox MO, платы датчиков, 2 Соленоиды и пр.)

Плата датчиков служит для определения разметки поля и содержит: контроллер STM32F103, 2 мультилинкса, 32 датчика совпадения на основе транзисторной оптики с открытым оптическим каналом и дополнительную светодиодную подсветку.



## АЛГОРИТМ, АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММЫ

Для описания математических моделей распознаваемых цветных меток и мяча используется встроенный в модуль камеры алгоритм поиска связанных объектов BFS (breadth-first search). Похожими по цвету токнами считаются все, попадающие в диапазон между двумя калибровочными значениями.

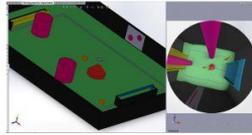
Исходя из схем электрических принципиальных плат управления, нами была разработана архитектура программного обеспечения, основанная на принципе конечных автоматов. Поскольку электроника управления построена на контроллерах STM32F103 и STM32F407, мы используем предварительно подготовленную библиотеку SPL для работы с периферией контроллера. Программное обеспечение написано на языках C и C++.

C, C++

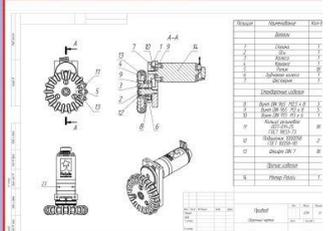
## НАВИГАЦИЯ

Применение выпуклого зеркала позволяет использовать связанную с роботом поперную систему координат при решении задачи его навигации в системе координат, связанной с полем. Ориентация происходит в созданной модели инерциальной и глобальной навигации.

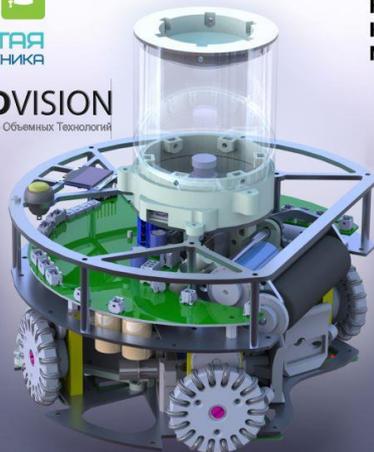
Для управления движением и поддержания заданных параметров системы, таких как скорость моторов и направление движения используются ПИД регуляторы.



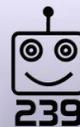
## ОСОБЕННОСТИ ПРИВОДА



Руководители:  
Филиппов Сергей Александрович,  
Королёв Дмитрий Михайлович,  
Китаев Николай Анатольевич,  
Логачев Анатолий Васильевич



НАША КОМАНДА MVK



Ярмолинский Арсений 17 лет  
Городов Михаил 15 лет  
Дмитриев Владимир 17 лет

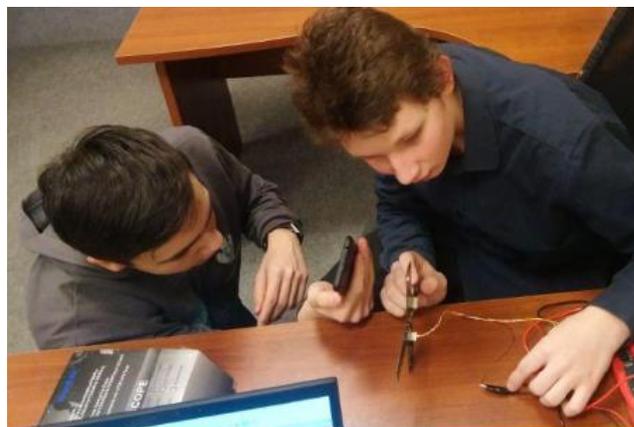
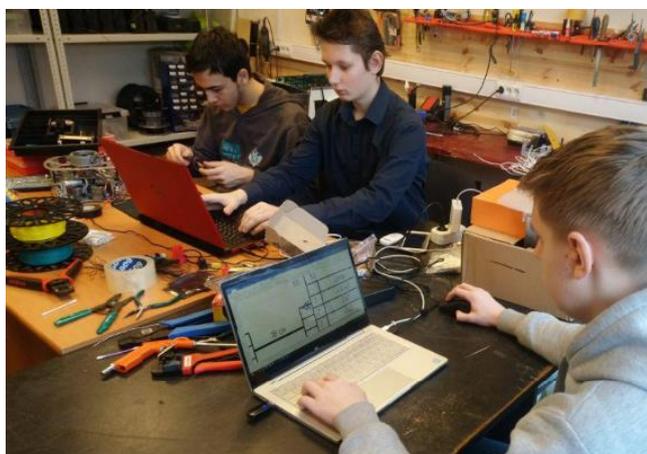
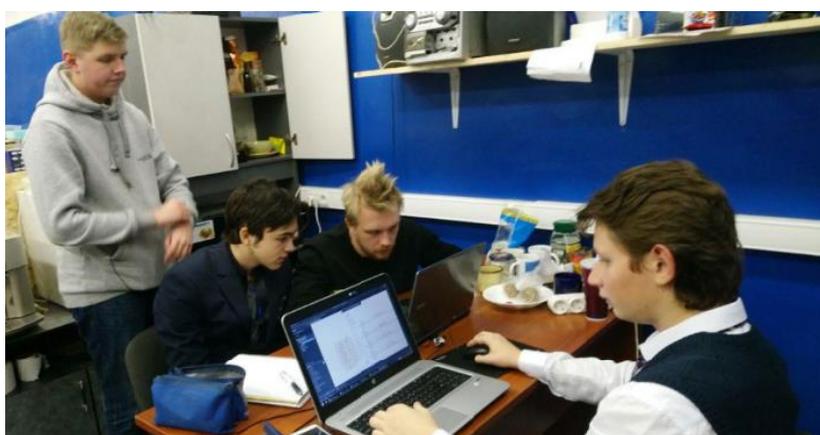


# Оглавление

Вступление .....	3
Команда MVK .....	4
Функциональная схема робота .....	5
Электронная часть робота.....	6
Материнская плата: .....	6
Плата фоточувствительных датчиков:.....	9
Самостоятельное конструирование и разводка плат. ....	11
Камера OpenMV M7: .....	12
Инерциальный измерительный модуль Sparkfun Razor M0: .....	12
Коммутационная плата-адаптер:.....	13
Общий перечень основных электронных компонентов.....	13
Конструкторская часть робота .....	14
Описание механической части робота.....	15
Общий вид робота в сборке: .....	15
Всенаправленные колеса.....	16
Дриблер.....	17
Датчик наличия мяча.....	18
Зеркало специальной формы. ....	18
Быстросъёмный Li-ion аккумулятор 4S (14,4 В; 3Ah) с системой быстрой замены.....	19
Программно-аппаратная часть робота.....	20
Архитектура программы .....	20
Алгоритм поиска связанных объектов BFS (breadth-first search). ....	20
Используемые библиотеки .....	22
Протоколы прикладного уровня .....	23
Навигация и программно-логическая часть робота .....	24
Алгоритм робота.....	24
Наша фотохроника событий .....	26
Технологии изготовления и ПО .....	61
Технологии изготовления .....	61
Программное обеспечение.....	62
Работа с другими командами.....	63
Благодарности .....	64

# Вступление

Мы - группа студентов, имеющих опыт участия в российских и международных робототехнических соревнованиях. Команда применяет знания в электронике, механике и программировании, полученные в наших прошлых командах. Мы новая команда в RoboCup Junior Soccer Open, но каждый из нас уже участвовал в различных роботизированных соревнованиях, в том числе RoboCup.



## Команда MVK



Городов Михаил - капитан команды, инженер-программист, проектировщик печатных плат.

### Личные достижения:

- 1 место в RoboCup 2018(Montréal) Soccer Open в SuperTeam
- 1 место в WRO 2017(San José) в средней творческой категории
- 1 место в WRO 2016(New Delhi) в средней творческой категории
- 2 место в WRO 2015(Doha) в младшей творческой категории



Ярмолинский Арсений - инженер-конструктор, 3д моделлер, трассировщик печатной платы.

### Личные достижения:

- 1 место в RoboCup Russia Open 2017 Junior Rescue Maze
- 1 место в международном робототехническом фестивале Робофинист-2018, Кубок РТК Экстремал
- 1 место в международном робототехническом фестивале Робофинист-2017, Гонки воздушных роботов
- 1 место в международном робототехническом фестивале Робофинист-2015, Кубок РТК Искатель



Дмитриев Владимир - инженер-конструктор, 3д моделлер.

### Личные достижения:

- 1 место в RoboCup Russia Open 2018 Soccer Lightweight
- 3 место в RoboCup Russia Open 2017 Soccer Lightweight
- 1 место в международном робототехническом фестивале Робофинист-2017 RoboCup Soccer Lightweight

# Функциональная схема робота

Исходя из регламента соревнований, технических требований и полученного опыта в соревнованиях прошлого года была составлена функциональная схема робота.

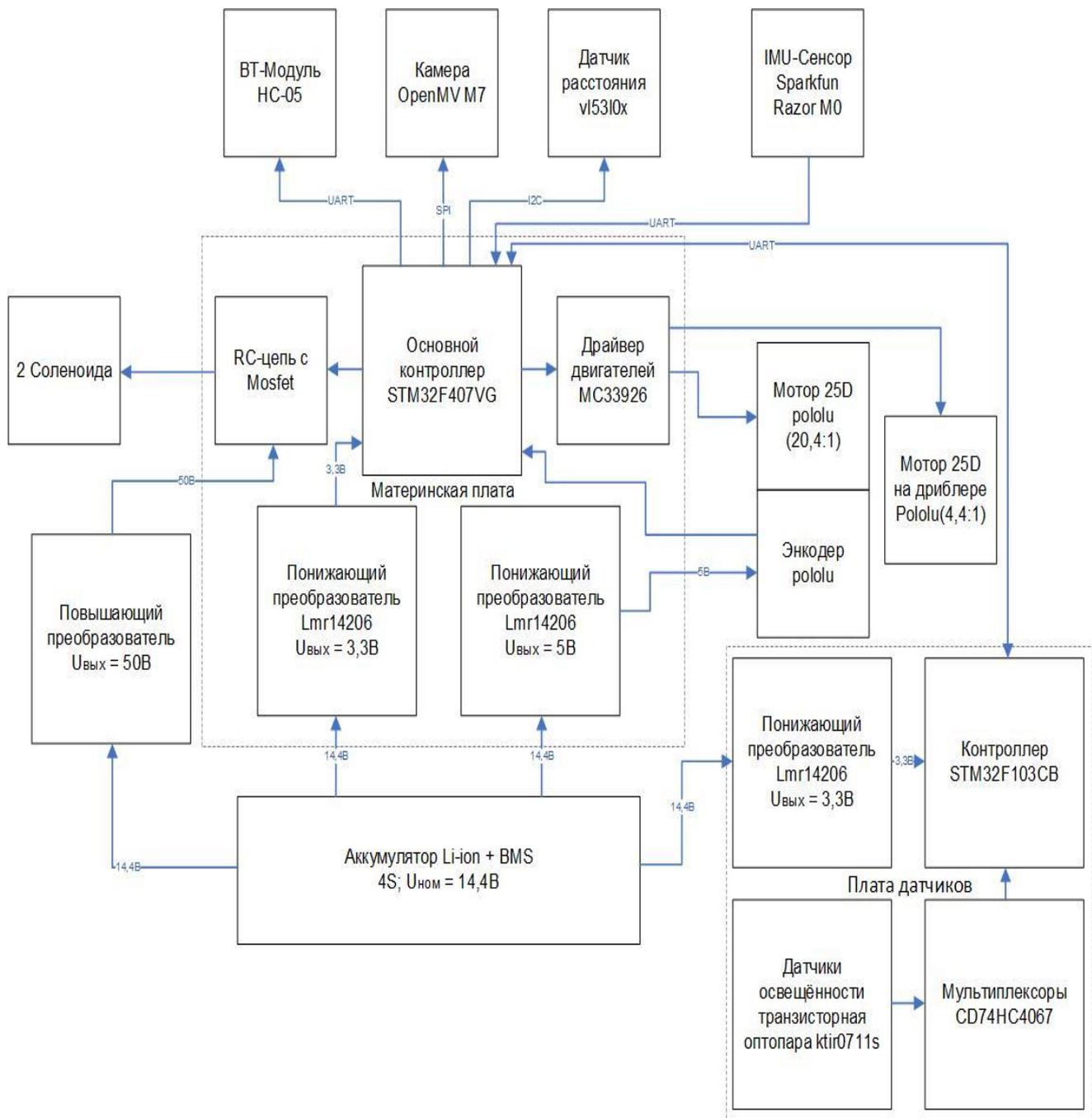


Рис. 1. Функциональная схема робота

# Электронная часть робота

Блок управления робота-футболиста системы роботов MVK включает 3 печатные платы: материнскую плату, плату фоточувствительных датчиков и коммутационную плату-адаптер для подключения аккумулятора.

Главными компонентами электронной системы управления робота-футболиста являются материнская плата и плата датчиков.

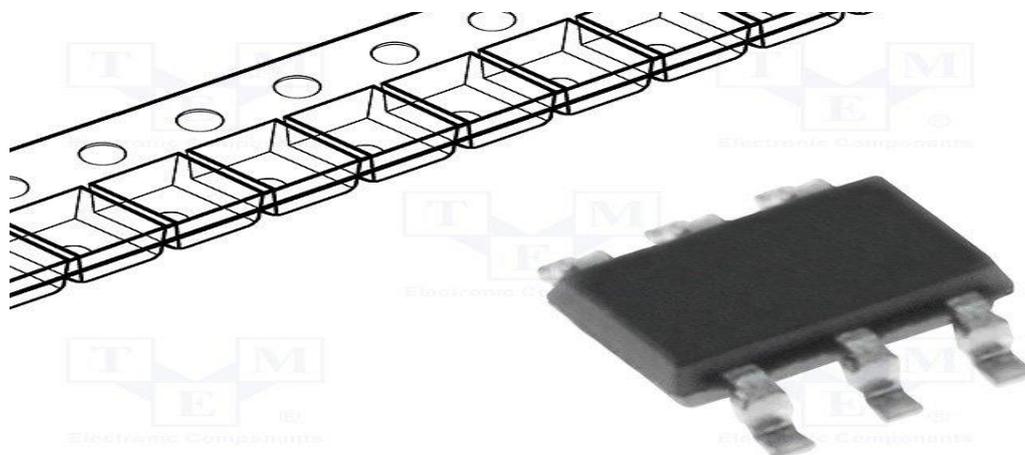
## Материнская плата:

Построена на базе high-performance микроконтроллера STM32F407VGT6 от STMicroelectronics на ядре ARM Cortex-M4.



На ней размещены источники вторичного питания, основанные на микросхеме импульсного понижающего преобразователя LMR14206 от TexasInstruments. Главными компонентами электронной системы управления являются материнская плата и плата датчиков.

Материнская плата построена на базе микроконтроллера STM32F407, на ней размещены источники вторичного питания, электроника управления двигателями постоянного тока (H-мост MC33926 от NXP) соленоидным ударным механизмом, а также разъёмы для подключения периферийных устройств (видеокамера OpenMV M7, BT-Модуль HC-05, датчик расстояния v15310x, IMU-Сенсор Sparkfun Razor M0, платы датчиков, 2 Соленоида и пр.)



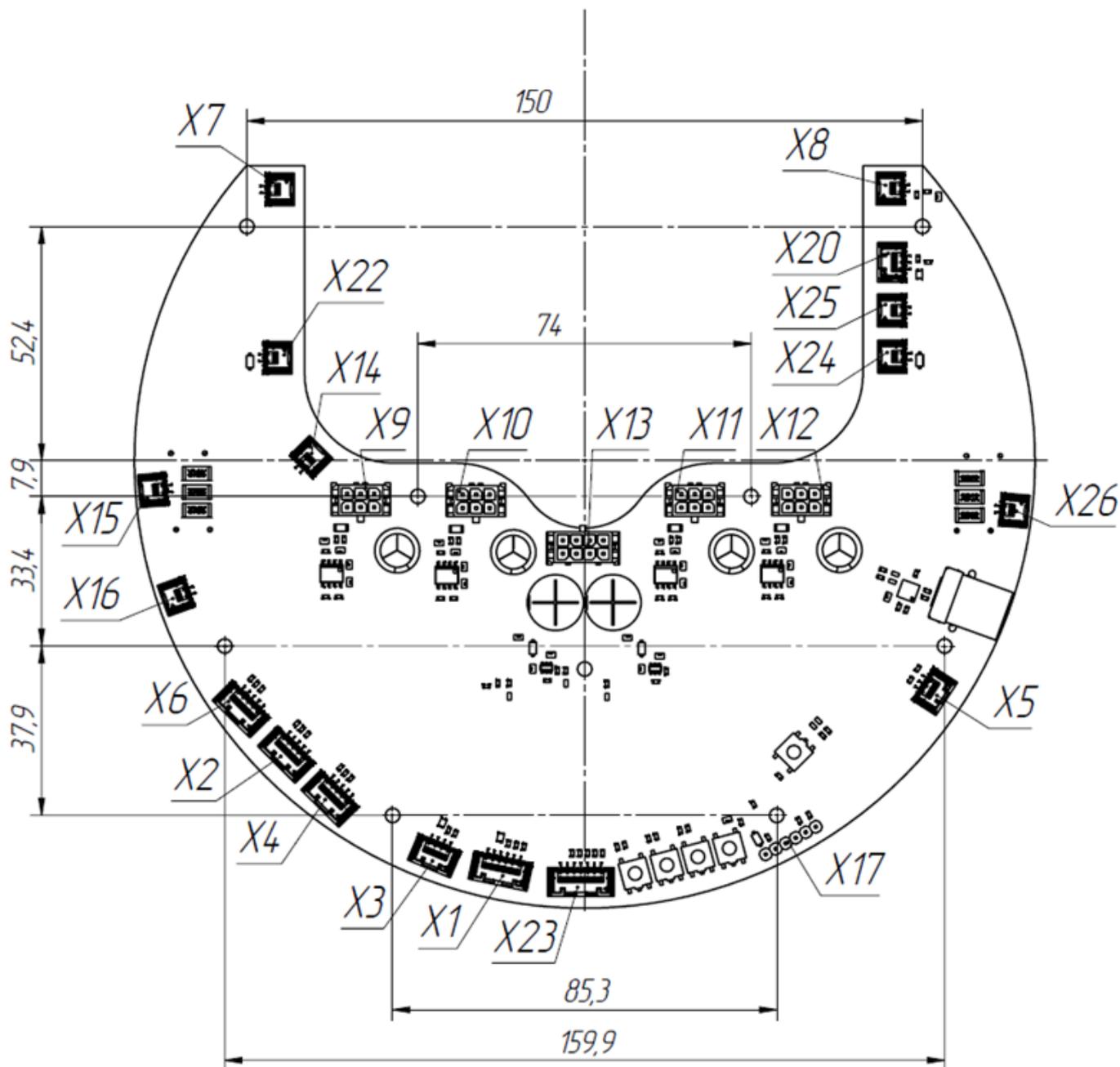


Рис. 2 Габаритный чертёж материнской платы. Компоновка элементов.

Габаритные размеры материнской платы 200\*166 мм, радиус кривизны внешнего контура 100 мм.

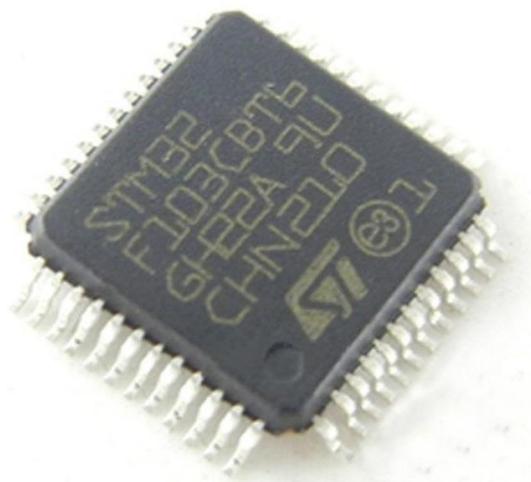
Номера разъемов	Наименование разъема	Наименование ответной части	Производитель	Назначение	Количество на плате
X22, X24	5025840270 (Click-Mate 2)	5025780200 (Click-Mate 2F)	Molex	Разъем для подключения соленоида в ударном механизме	2

X15, X26	5025840270 (Click-Mate 2)	5025780200 (Click-Mate 2F)	Molex	Разъем для подведения высоковольтного питания 50V к управляющей соленоидами электрической цепи	2
X7, X8	5025840270 (Click-Mate 2)	5025780200 (Click-Mate 2F)	Molex	Разъем для подключения датчика наличия в зоне захвата мяча (инфракрасный светодиод и фототранзистор)	2
X25	5025840270 (Click-Mate 2)	5025780200 (Click-Mate 2F)	Molex	Разъем для подачи питания на драйвер мотора в устройстве для захвата мяча	1
X16	5025840270 (Click-Mate 2)	5025780200 (Click-Mate 2F)	Molex	Разъем для подключения кнопки включения / выключения	1
X14	5025840270 (Click-Mate 2)	5025780200 (Click-Mate 2F)	Molex	Разъем для подачи питания на повышающий преобразователь	1
X17	DS1021-1x6 (PLS 6)	DS1071-1x6 (BLS 6)	Ningbo connfly electronic	JTAG-SWD разъем для программирования микроконтроллера	1
X14	5025840470 (Click-Mate 4)	5025780400 (Click-Mate 4F)	Molex	Разъем для соединения платы датчиков и материнской платы	1
X2, X4, X6	5025840570 (Click-Mate 5)	5025780500 (Click-Mate 5F)	Molex	Разъем для подключения лазерного дальномера VL53L0X	3

X1	5025840670 (Click-Mate 6)	5025780600 (Click-Mate 6F)	Molex	Разъем для подключения камеры OpenMV Cam M7	1
X23	5025840670 (Click-Mate 7)	5025780600 (Click-Mate 7F)	Molex	Разъем для подключения OLED дисплея 0.96" 128x64 SSD1306	1
X9, X10, X11, X12	430450612 (MicroFit-6)	5025780600 (MicroFit-6F)	Molex	Разъем для подключения мотора с энкодером Pololu High-power 25D 12V 20.4:1	4
X13	430450827 (MicroFit-8)	430250800 (MicroFit-8F)	Molex	Разъем для соединения коммутационной платы АКБ и материнской платы (Питание, связь с микроконтроллером на плате аккумулятора)	1

#### **Плата фоточувствительных датчиков:**

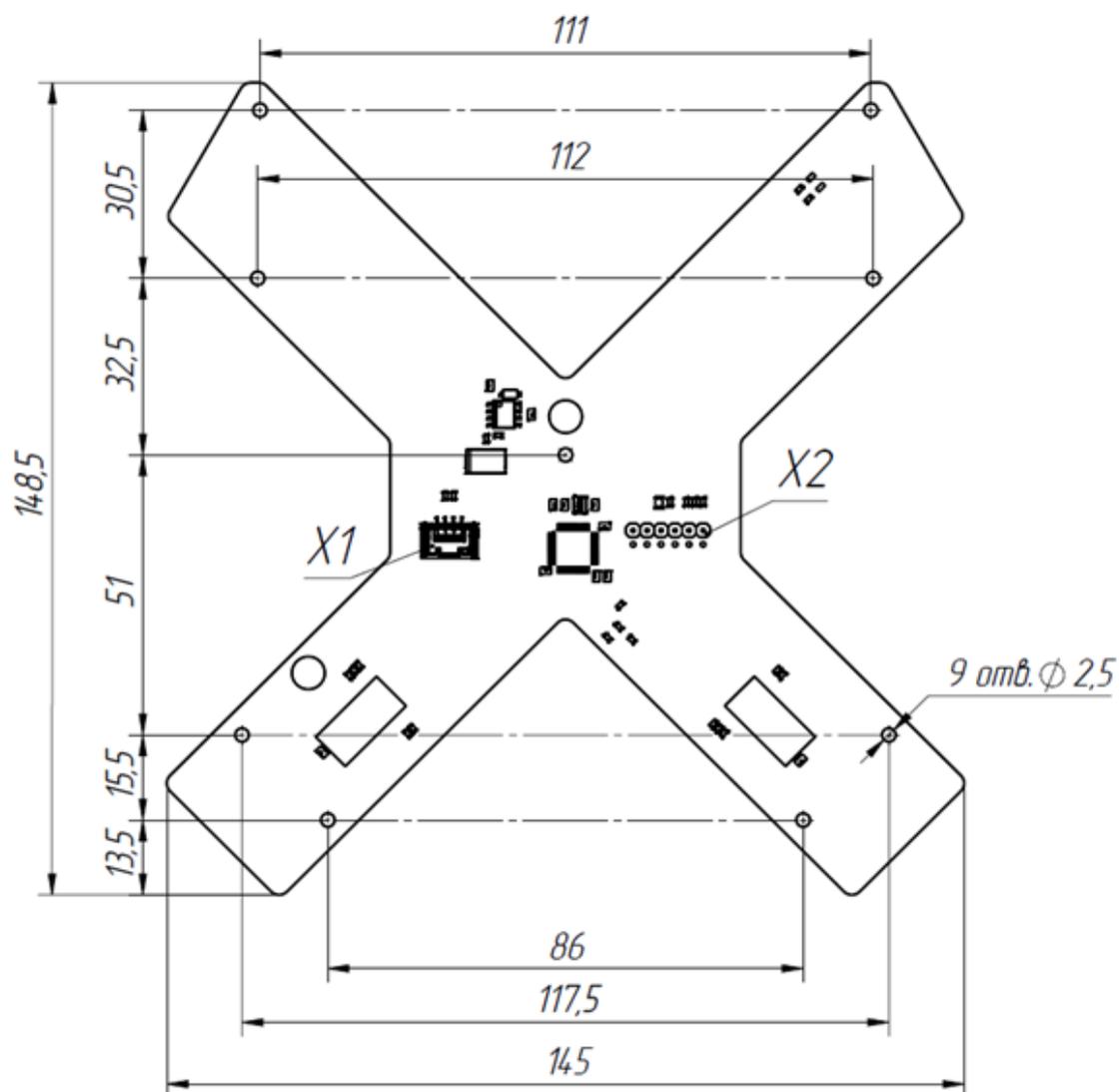
Служит для определения разметки полигона и содержит микроконтроллер STM32F103CBT6 от STMicroelectronics на ядре ARM-Cortex-M3.



Установлены: 32 датчика освещённости на основе транзисторной оптопары с открытым оптическим каналом KTIR0711S от KGB; дополнительная управляемая подсветка в видимом спектре для лучшей работы фоточувствительных сенсоров, и 2 мультиплексора для считывания аналоговых сигналов.

Габаритные размеры платы датчиков 183,25\*183,25 мм.

Номера разъемов	Наименование разъема	Наименование ответной части	Производитель	Назначение	Количество на плате
X14	5025840470 (Click-Mate 4)	5025780400 (Click-Mate 4F)	Molex	Разъем для соединения платы датчиков и материнской платы	1
X17	DS1021-1x6 (PLS 6)	DS1071-1x6 (BLS 6)	Ningbo connfly electronic	JTAG-SWD разъем для программирования микроконтроллера	1

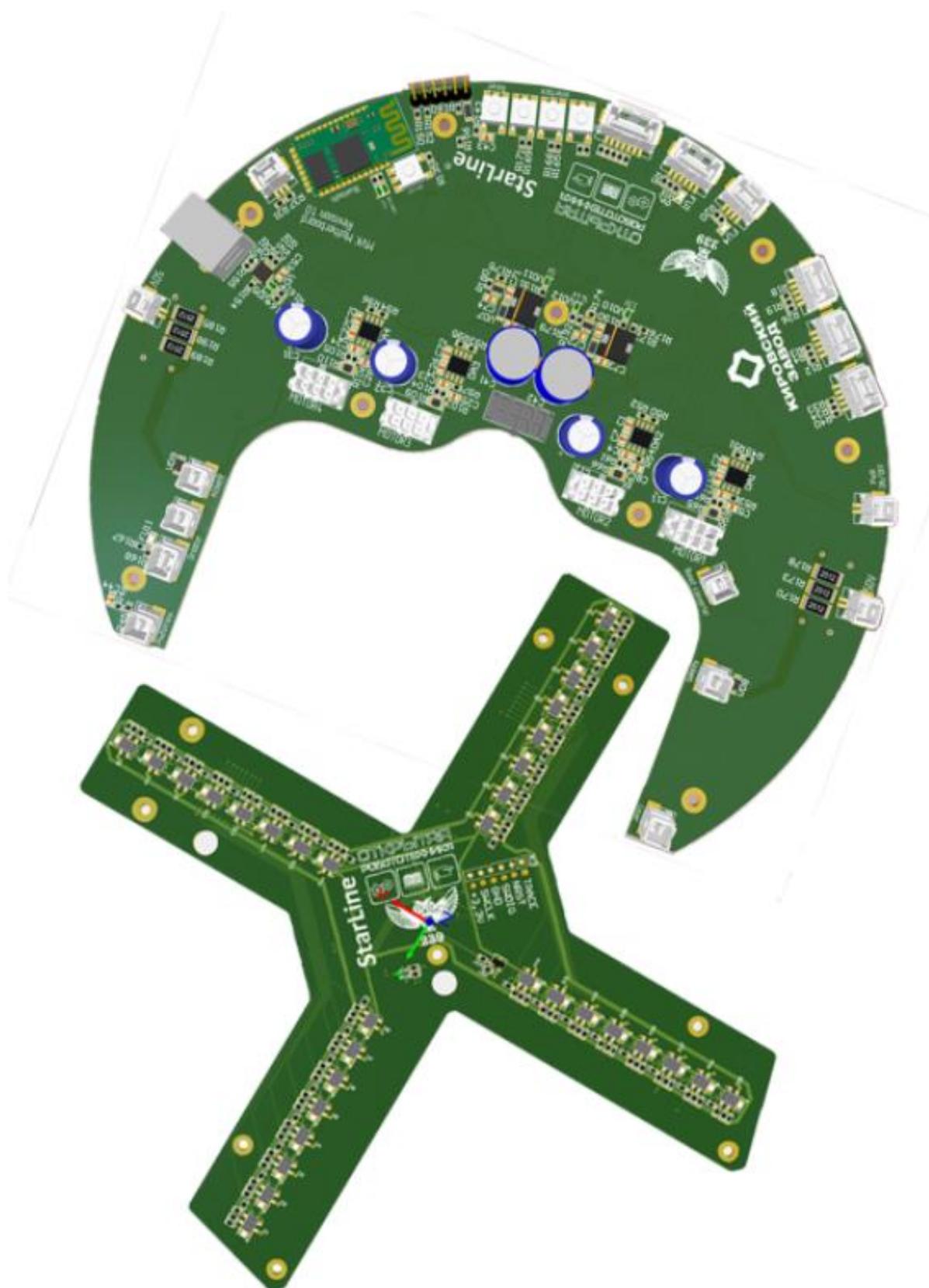


Габаритный чертёж платы датчиков

## Самостоятельное конструирование и разводка плат.

solidworks electrical schematic, solidworks electrical routing

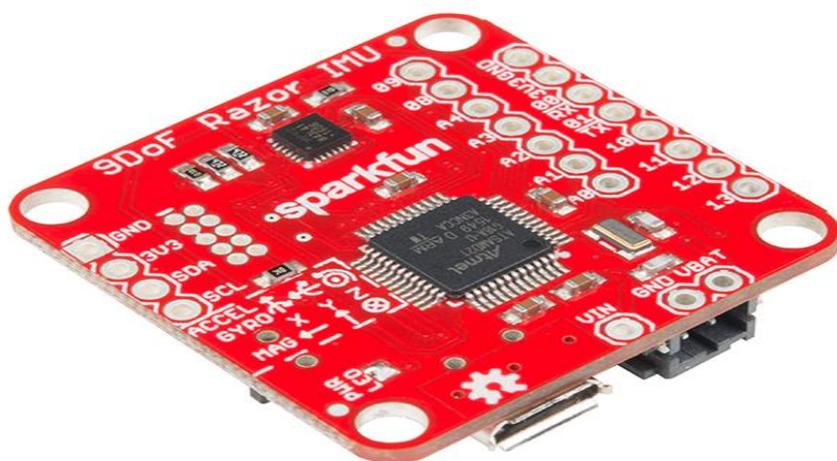
Внешний вид материнской платы и платы датчиков





### **Камера OpenMV M7:**

Представляет собой автономный модуль с собственным микроконтроллером серии STM32F7 и комплектом поставляемых алгоритмов компьютерного зрения. С возможностью программирования на языке python.



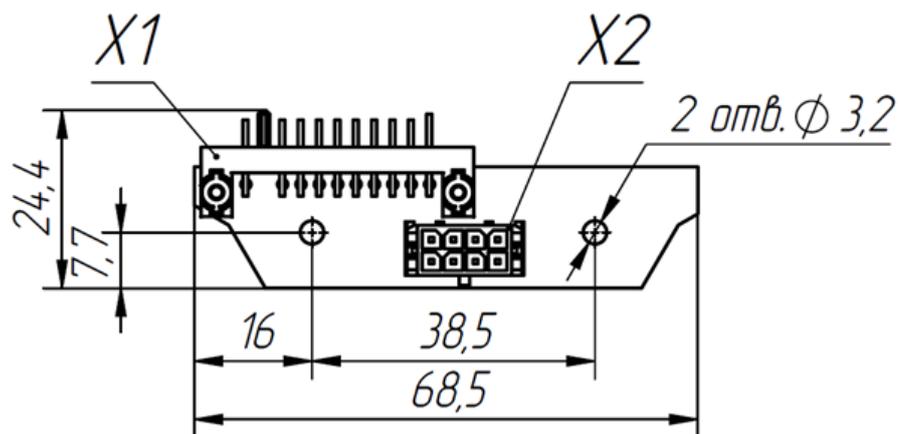
### **Инерциальный измерительный модуль Sparkfun Razor M0:**

IMU-сенсор оперирует данными, получаемыми с гироскопа, акселерометра и магнитометра.

Представляет собой автономный модуль с собственным микроконтроллером

SAMD загрузчик Arduino. С возможностью программирования на языках C и C++ в Arduino IDE.

## Коммутационная плата-адаптер:



Для удобства монтажа и сборки была разработана коммутационная плата-адаптер для подключения аккумулятора.

Габаритный чертёж платы-адаптера

## Общий перечень основных электронных компонентов

Мы используем контроллеры серии STM32F4 для нашего робота. Каждый из наших роботов включает в себя три платы PCB (материнская плата, плата датчиков и адаптер). Схема и печатная плата выполнены в Altium Designer 18.7. Мы используем mc33926 как драйвер мотора. Плата датчиков оборудована 32 оптопарами. Датчики расстояния I2C подключены к обеим проводным шинам и опрашиваются один за другим. Оба наших робота используют протокол Bluetooth, предоставленный модулем HC-05 для передачи данных между собой.

### Микроконтроллеры:

STM32F103CBT6 - 1

STM32F407VGT6 - 1

### Датчики:

Датчик наличия мяча - 1

KTIR0721DS - 32

SparkFun 9DoF Razor IMU M0 - 1

### Видео система:

OpenMV M7 Camera - 1

Зеркало - 1

### Ходовая часть робота:

Polulu 25D mm Metal Gearmotors HP 12 V 500 rpm - 4

Омни колёса - 4

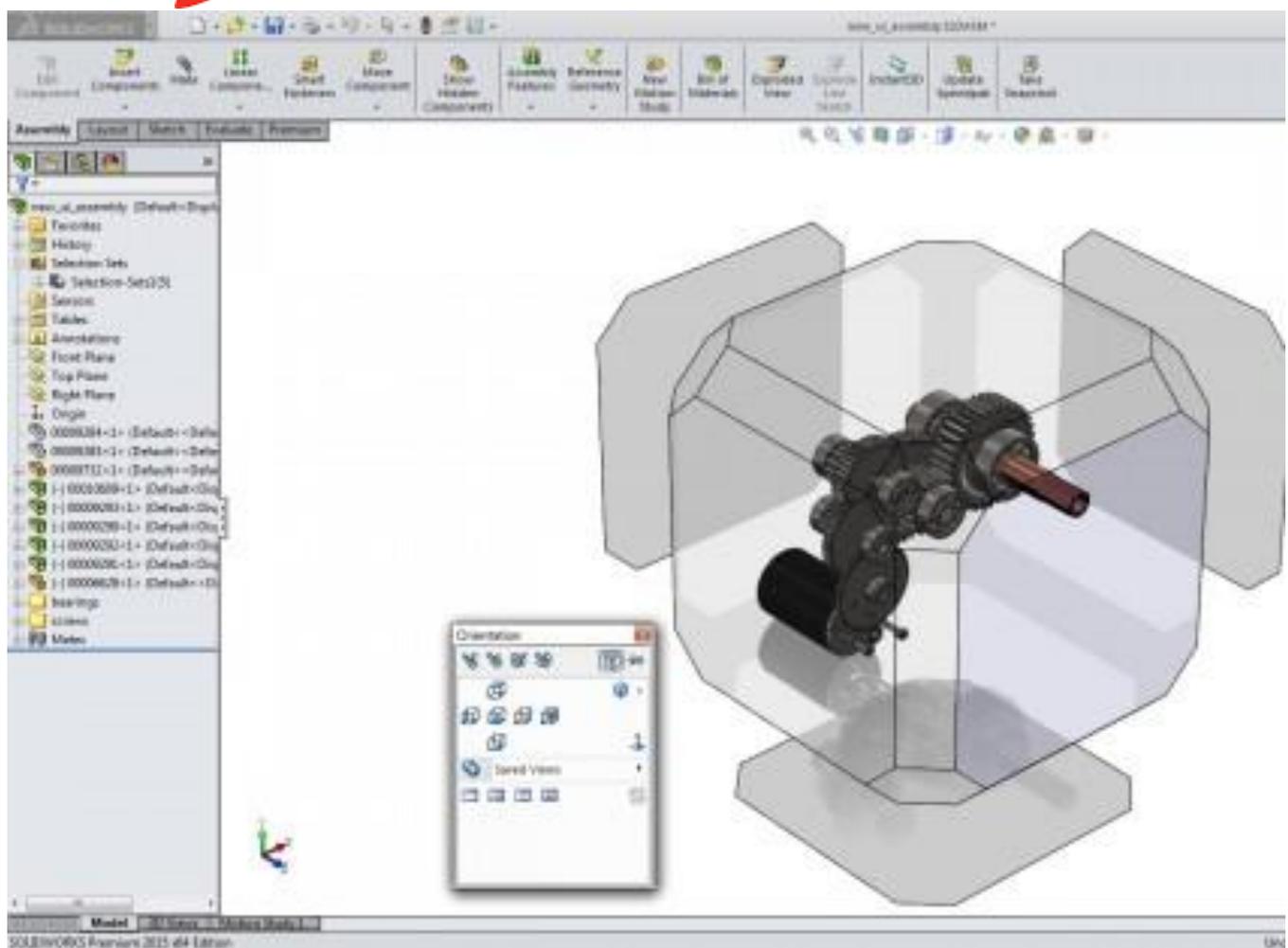
### Система захвата мяча (дриблер):

Polulu 25D mm Metal Gearmotors HP 12 V 2500 rpm - 1

Силиконовый валик - 1

# Конструкторская часть работа

По опыту создания предыдущих автономных робототехнических систем было принято решение о создании детализированной 3Д модели робота, во избежание стыковочных ошибок при сборке и монтаже робота. Для этого было выбрано средство автоматического проектирования SolidWorks 2015.



## Описание механической части робота

### Общий вид робота в сборке:

Робот представляет из себя 4-х колесную тележку на всенаправленных колесах.

Условно можно выделить 3 уровня установки компонентов (нумерация снизу вверх).

На третьем уровне расположены:

- 360-градусная камера
- IMU сенсор
- Индикационный экран
- Кнопка включения

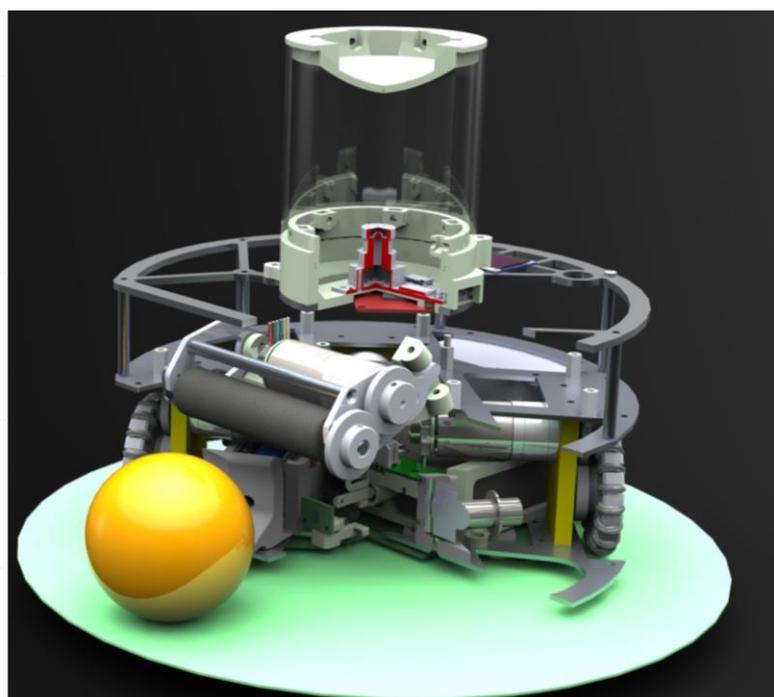
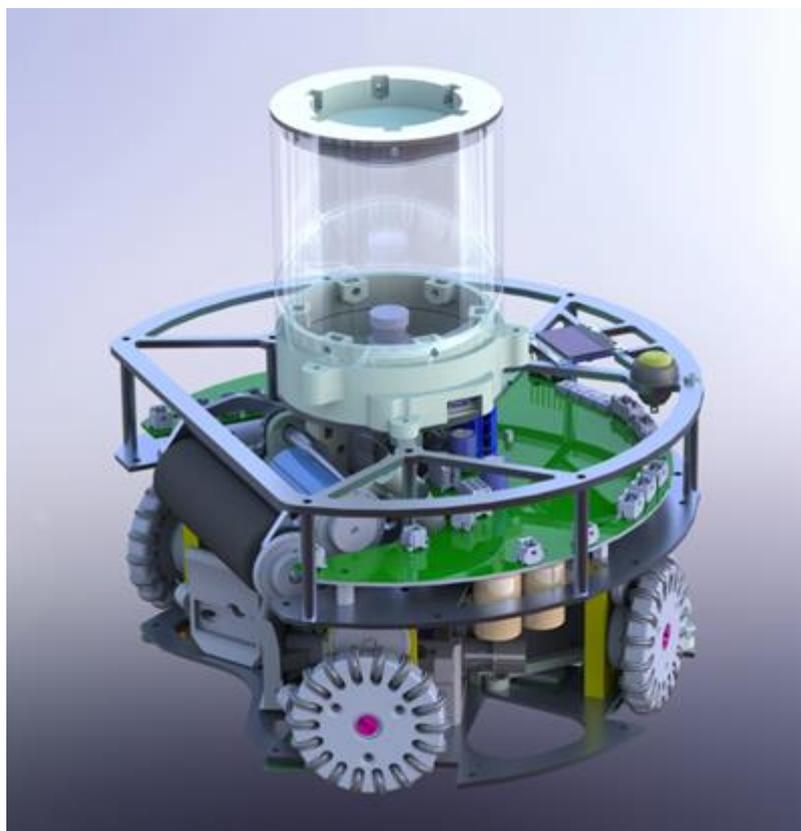
На втором уровне расположены:

- Материнская плата
- Дриблер

На первом уровне расположены:

- Моторы
- Аккумулятор
- Соленоиды
- Плата датчиков

Вид с вырезом четверти



### Ходовая часть робота

представлена четырьмя приводами с подшипниковыми узлами и зубчатой передачей для смещения оси вращения колеса. Тяги к колёсам приводят двигатели постоянного тока Pololu 25D 12V High-Power 20.4:1 500 RPM 6.12 kgf\*cm с встроенным энкодером из двух датчиков Холла и магнитного диска, закрепленного на роторе мотора

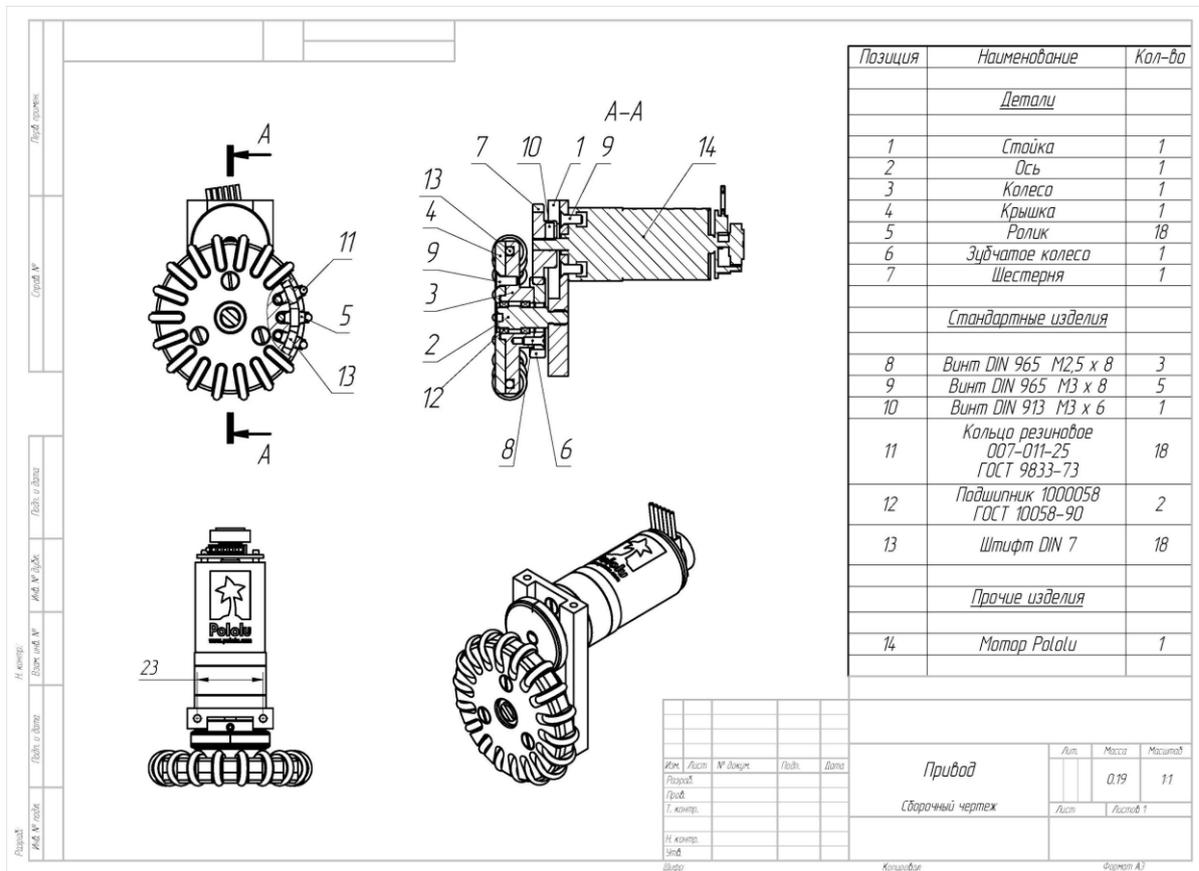
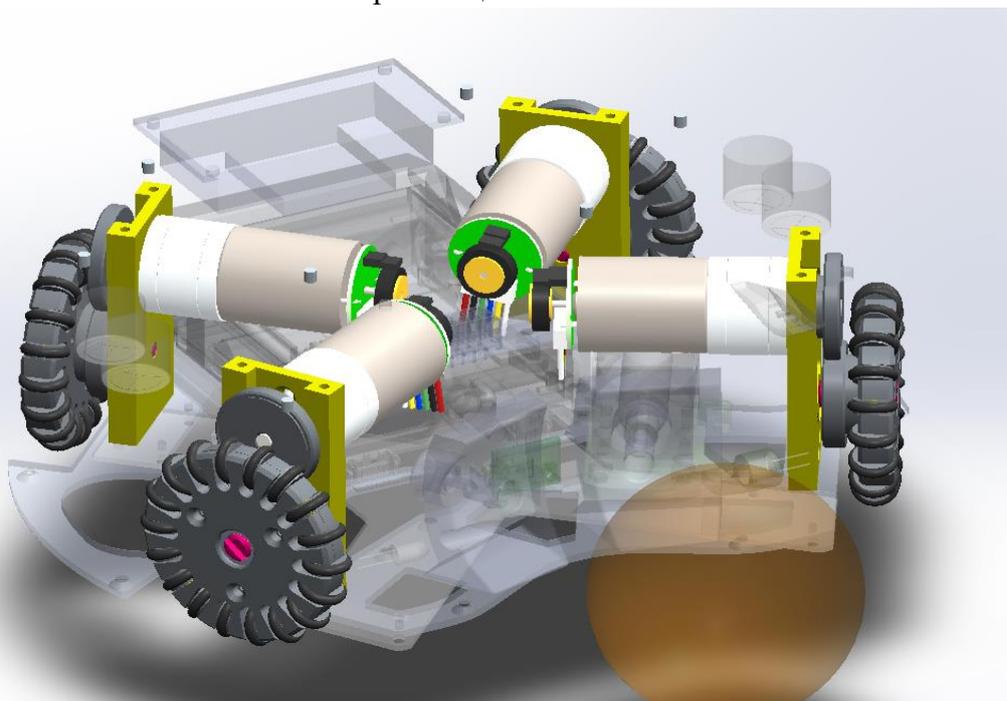


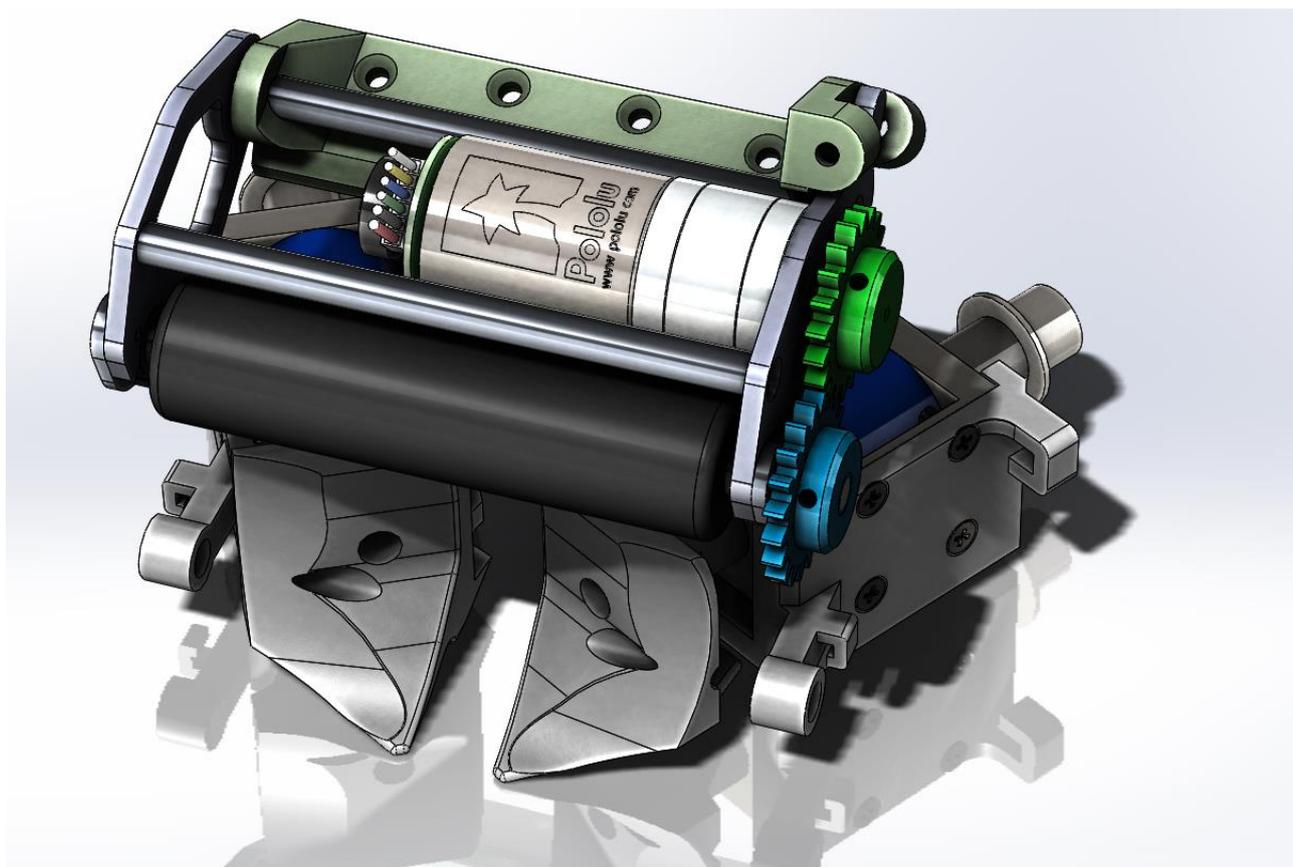
Рис.5 Сборочный чертёж привода

## Всенаправленные колеса

Самостоятельно разработанные всенаправленные колеса позволяют роботу двигаться в любом направлении независимо от его ориентации.

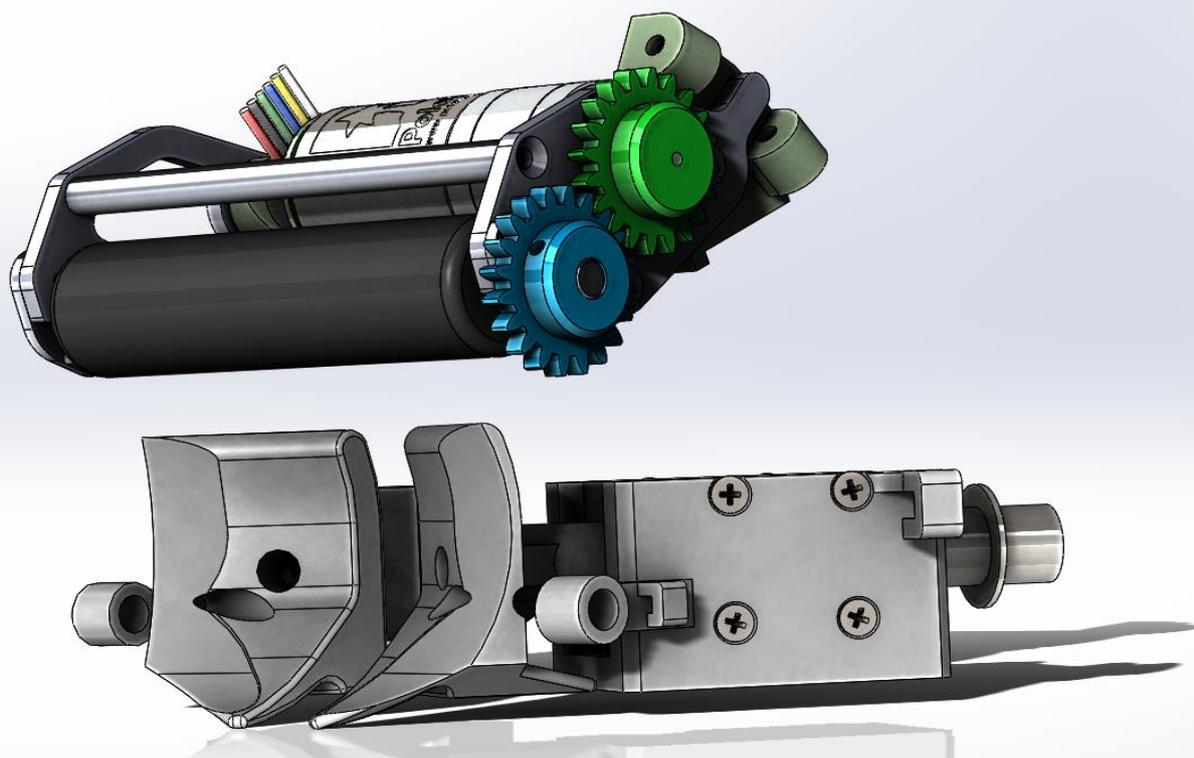


## Дриблер



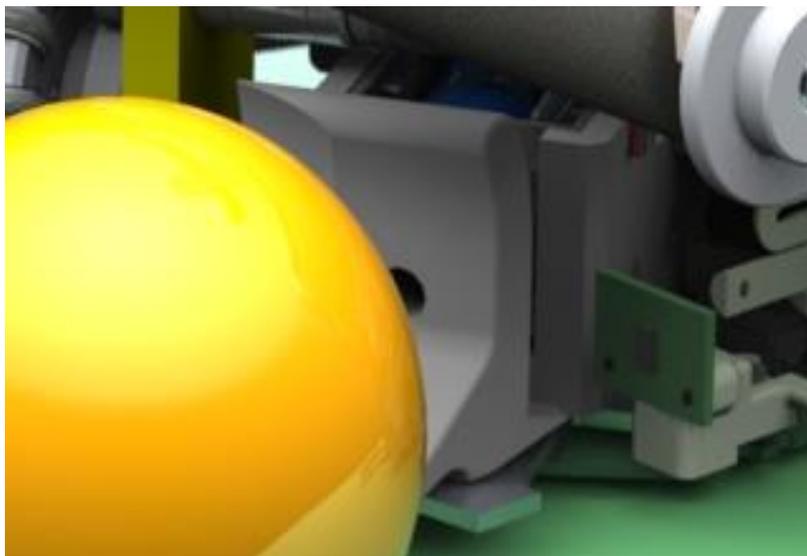
Дриблер - механизм захвата и ведения мяча. Благодаря нему робот может эффективно проводить атакующие и оборонительные маневры.

Электромагнитные соленоидные толкатели, установленные под углом друг к другу и позволяющие производить удар по мячу, в разных направлениях.



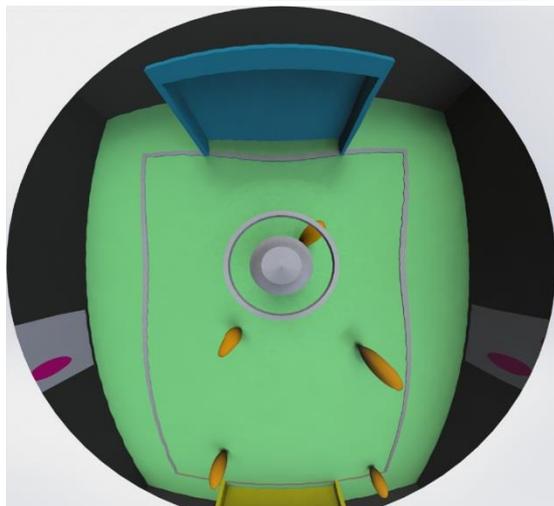
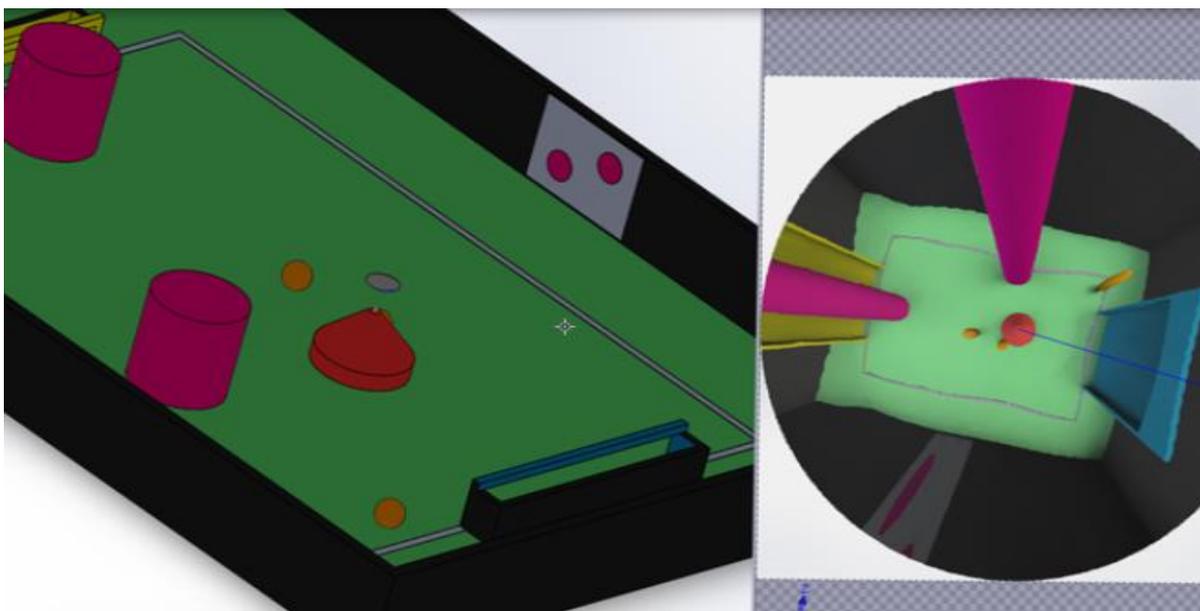
### Датчик наличия мяча

Датчик наличия мяча позволяет правильно определить момент для удара по мячу. Работает по принципу фотопрерывателя: состоит из инфракрасного светодиода и фототранзистора. При попадании мяча внутрь робота поток света прерывается и датчик срабатывает.

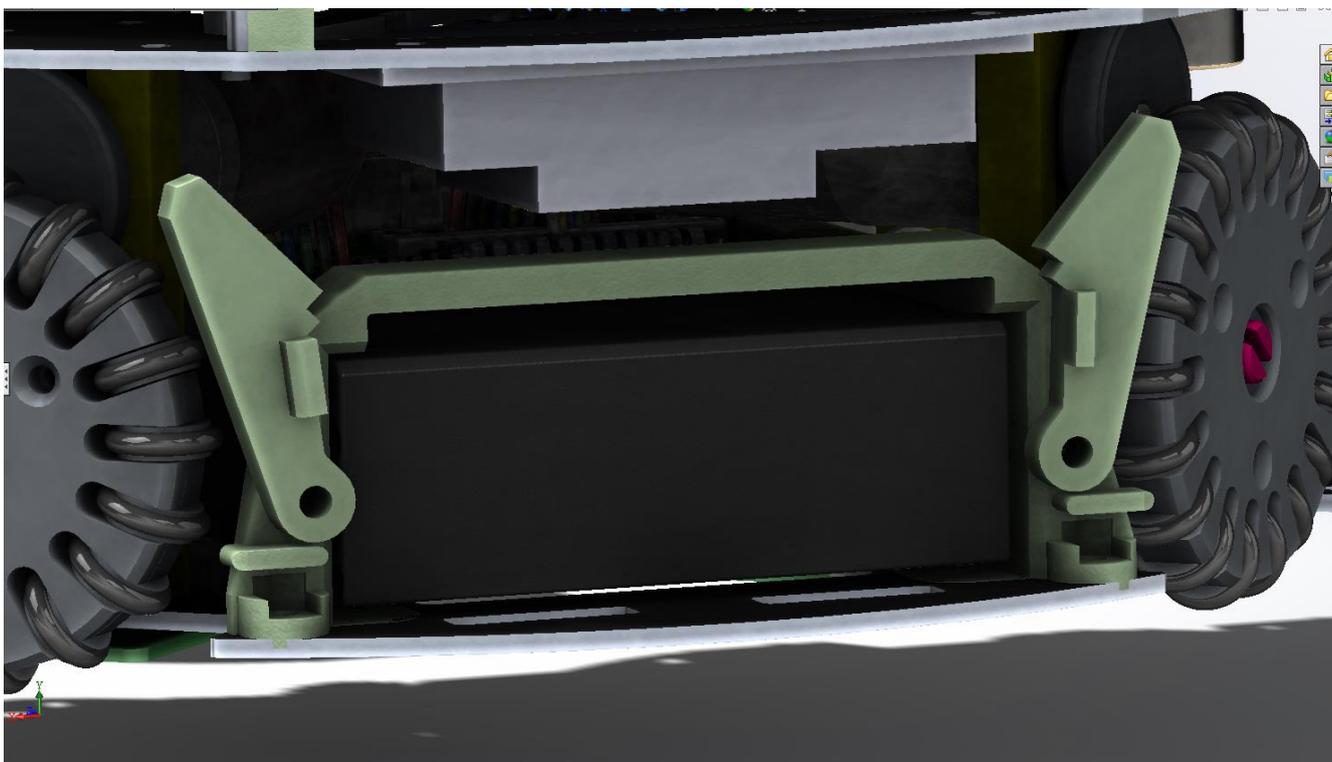
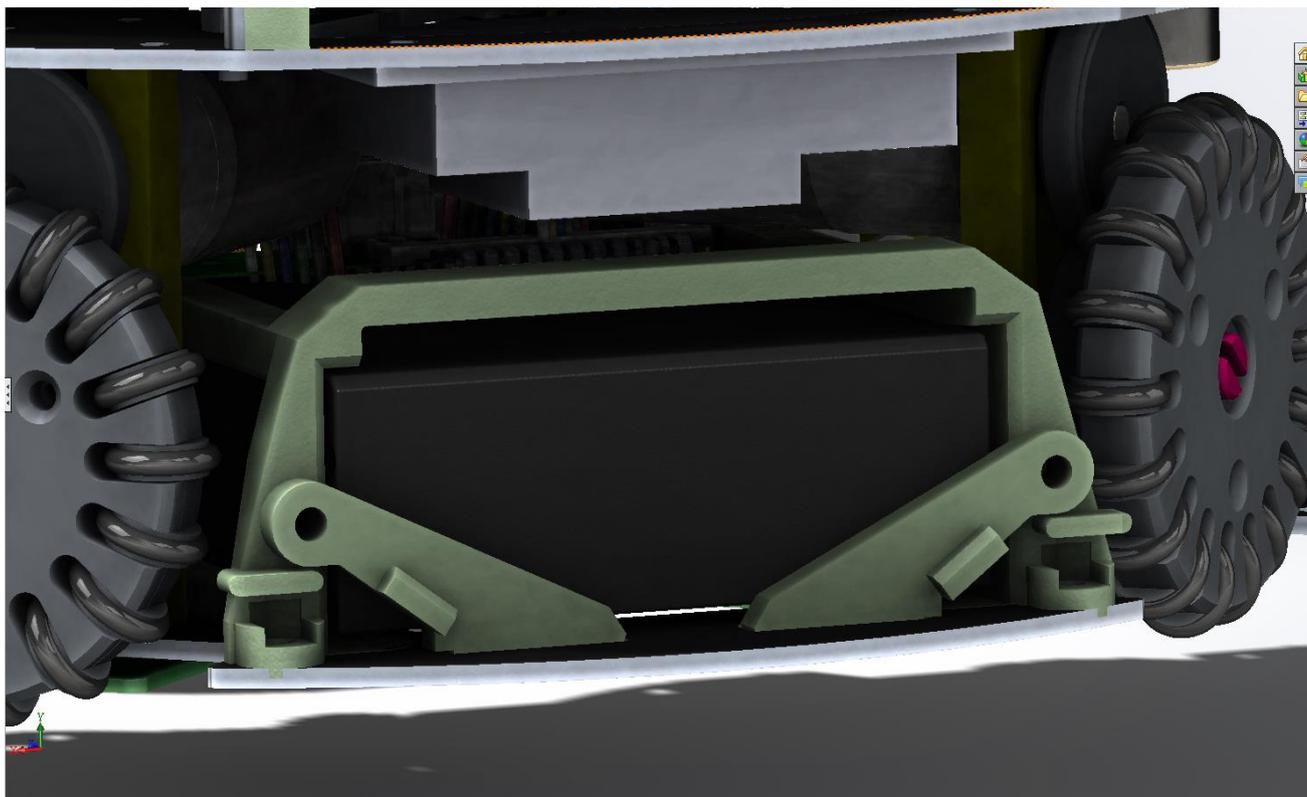


### Зеркало специальной формы.

Позволяет камере видеть объекты вокруг робота.



Быстросъёмный Li-ion аккумулятор 4S (14,4 В; 3Ah) с системой быстрой замены.



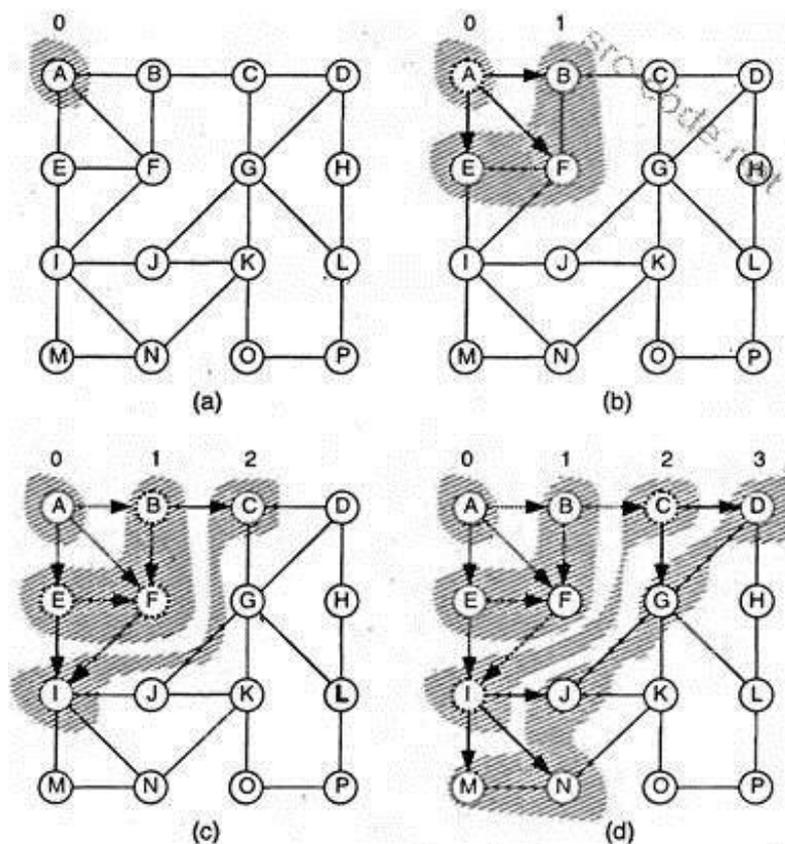
# Программно-аппаратная часть робота

## Архитектура программы

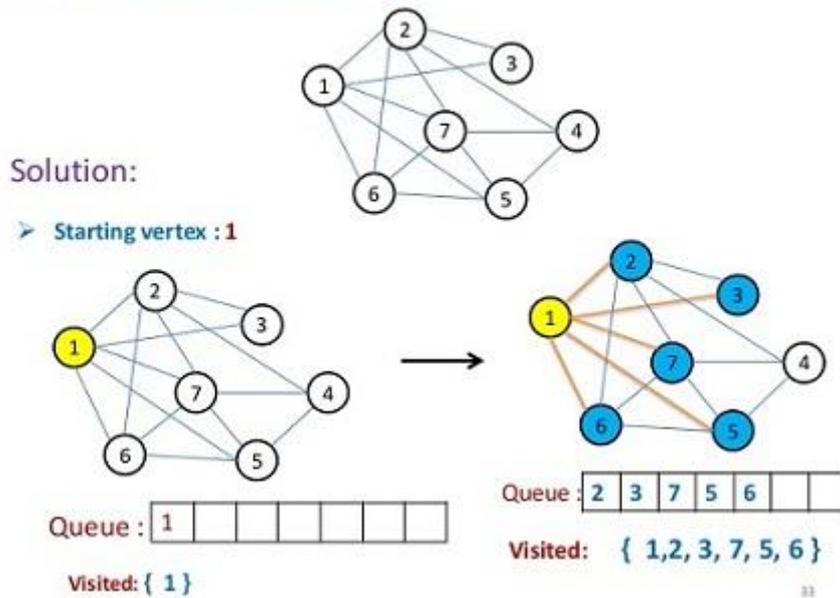
Мы программируем openmv камеру на Микропитоне с помощью OPENMV IDE. Программирование основного контроллера STM32 осуществляется в среде IDE Keil uVision 5 на C и c++. Мы используем его, потому что он предоставляет нам объектно-ориентированную парадигму программирования: классы, структуры, наследование, интерфейсы, обратные вызовы... вся периферия поддерживается SPL lib для STM32, который был написан STMicroelectronics. Архитектура программы основана на принципе конечной автоматизации. Протоколы UART и SPI между нашими программируемыми контроллерами (OpenMV, материнская плата, плата датчиков линии, гироскоп) реализованы с хэш-суммой CRC-8. Обработка значений с датчика IMU (акселерометра, гироскопа и компаса) основана на фильтре Mahoni&Madgwick. Алгоритм сохранения положения основан на ПИД-регуляторе, где несоответствие-это разница между углом от датчика IMU и некоторым углом цели.

## Алгоритм поиска связанных объектов BFS (breadth-first search).

Для описания математических моделей распознаваемых цветных меток и мяча используется встроенный в модуль камеры алгоритм поиска связанных объектов BFS (breadth-first search).

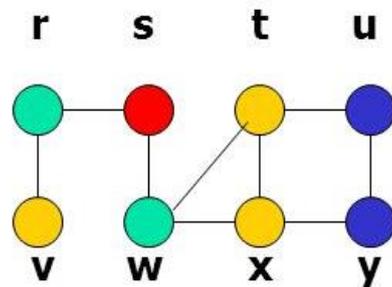


**Example: BFS Algorithm Tracing**

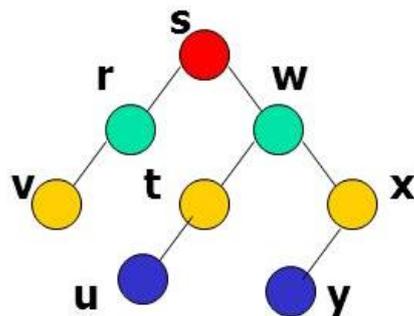


# Breadth-First-Search(BFS)

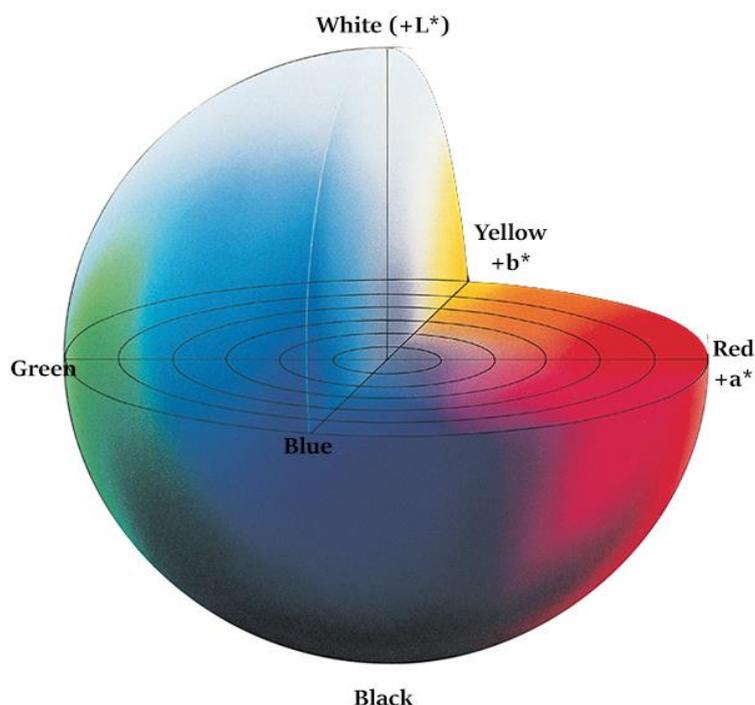
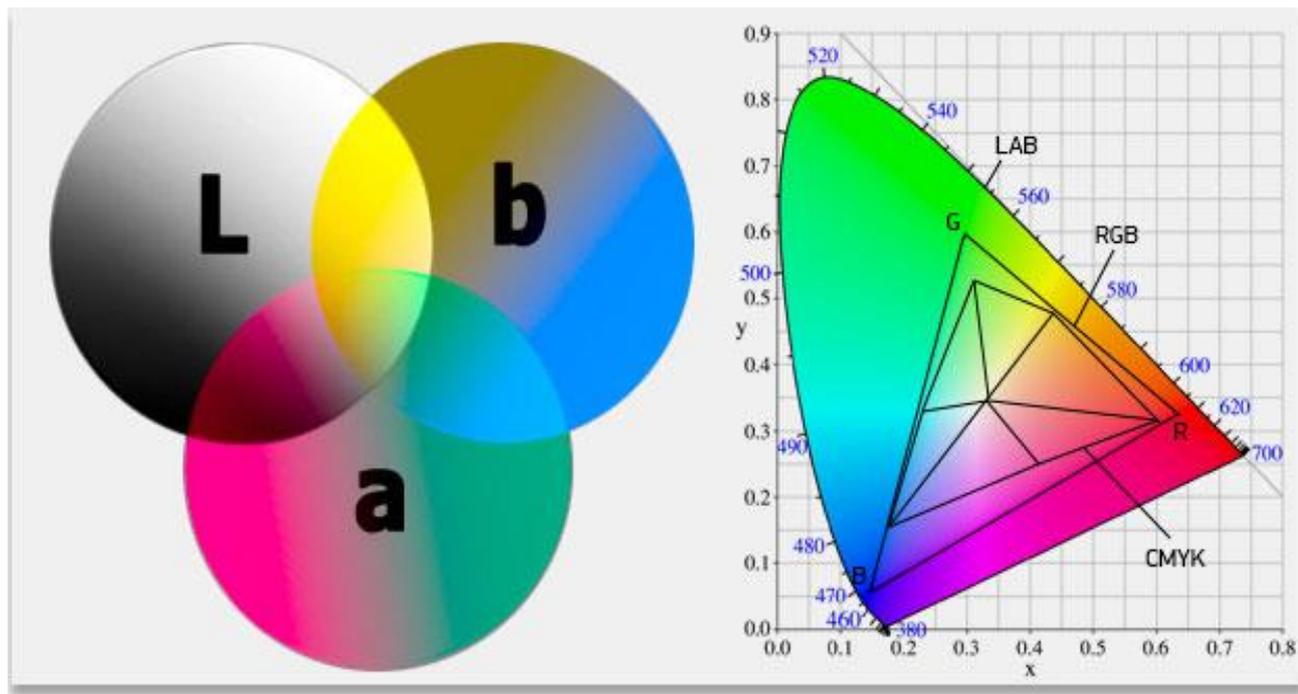
- For example BFS over that graph:



- We give the breadth tree:

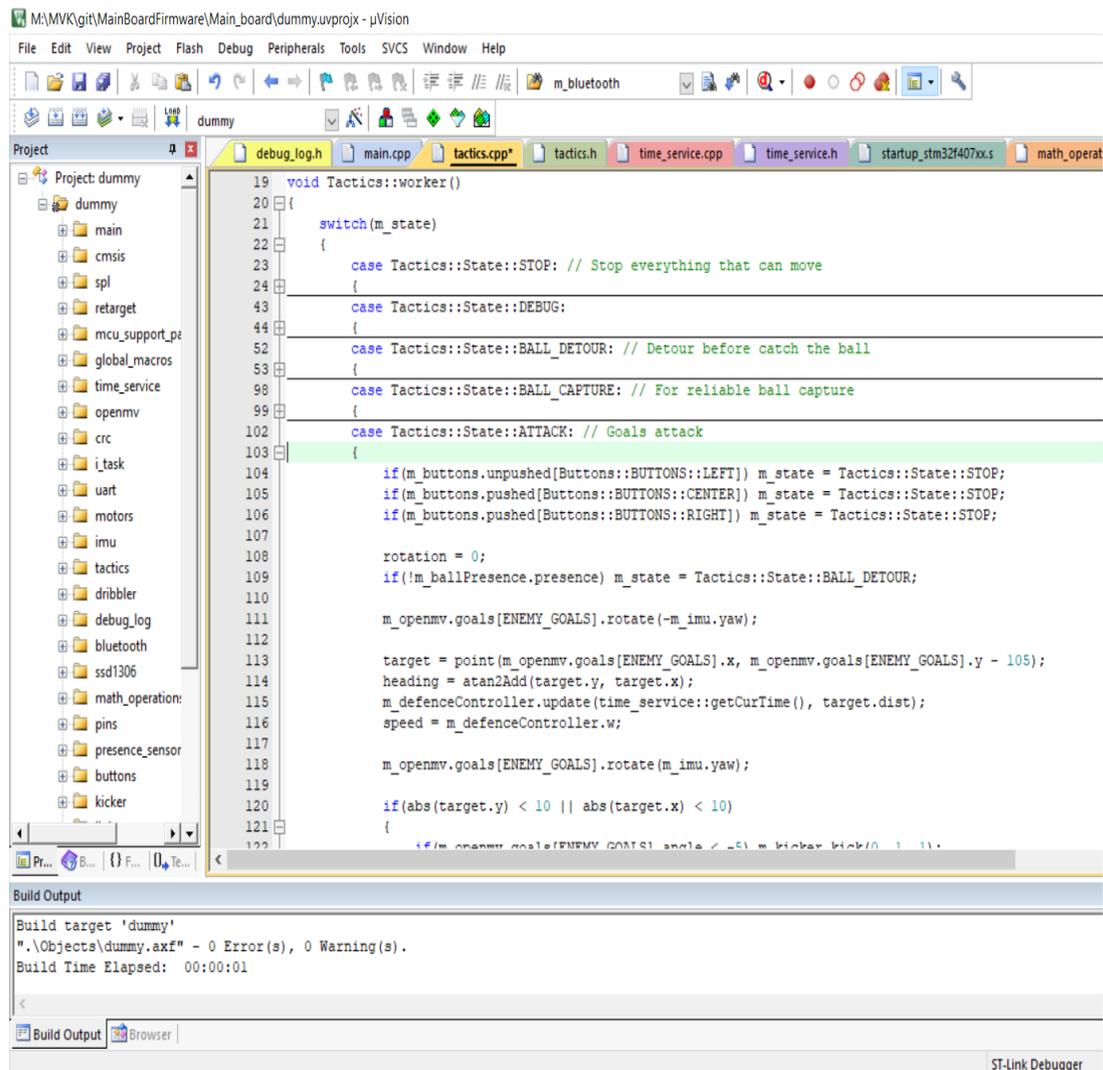


Похожими по цвету точками считаются все, попадающие в диапазон между двумя калибровочными значениями - цветами в 3-х мерном пространстве LAB.



### Используемые библиотеки

Исходя из схем электрических принципиальных плат управления, нами была разработана архитектура программного обеспечения, основанная на принципе конечных автоматов. Поскольку электроника построена на базе микроконтроллеров серий STM32F1 и STM32F4 была использована поставляемая производителем библиотека SPL и драйвера CMSIS для ядра ARM Cortex. Программное обеспечение написано на языках C и C++ в интегрированной среде разработки Keil uVision 5 IDE



Фрагмент программного обеспечения

## Протоколы прикладного уровня

Для коммуникации между программируемыми устройствами были разработаны протоколы прикладного уровня. С тремя состояниями конечного автомата:

- Поиск заголовка в потоке входящих данных
- Заполнение данными
- Проверка хеш-суммы и логирование информации
-

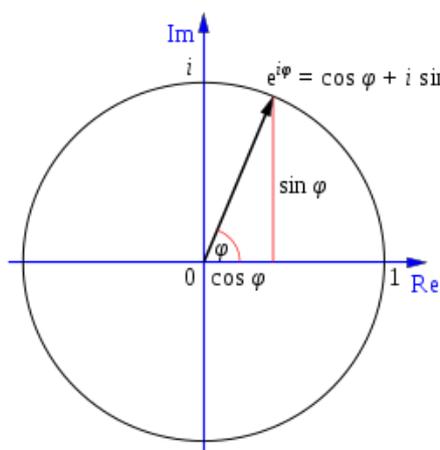
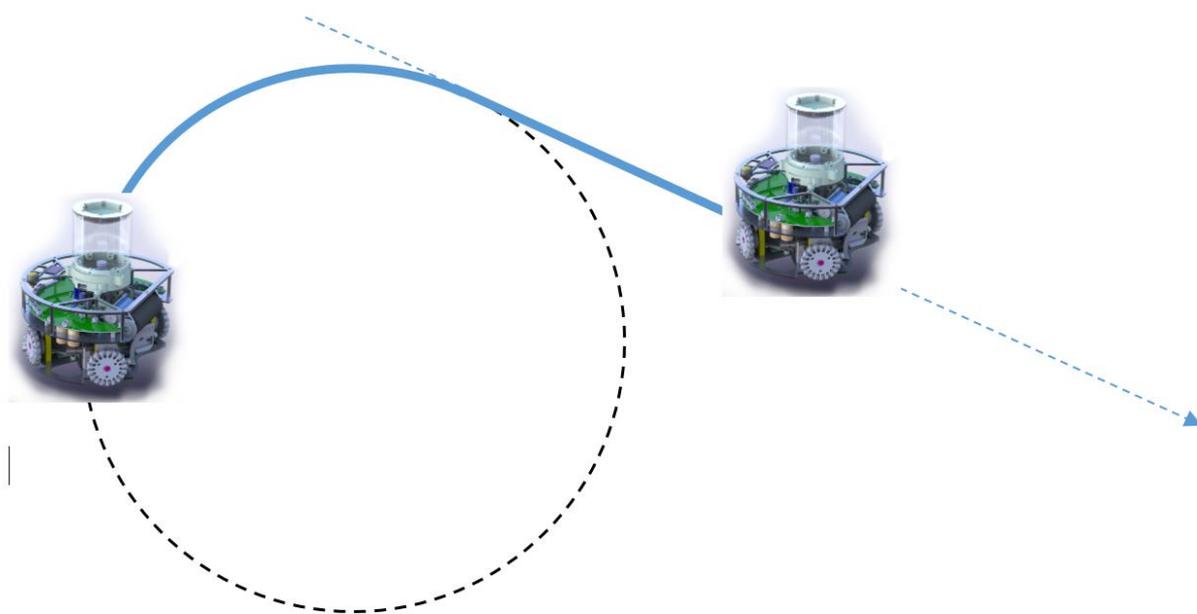
# Навигация и программно-логическая часть робота

## Алгоритм робота

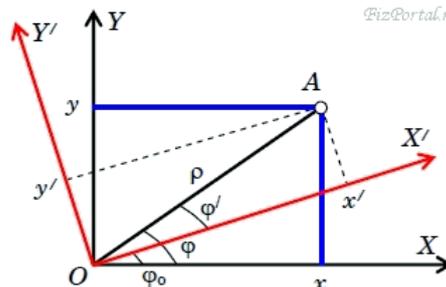
Объезд мяча осуществляется по круговой траектории с меняющимся радиусом, в зависимости от расстояния до мяча. Цели и цветные метки-это объекты, которые позволяют нам получить координаты нашего робота относительно поля. Роботы взаимозаменяемы, а вратарь например может забить

гол, когда нападающий отбивает мяч от ворот. Для увеличения точности позиционирования используется ПИД-

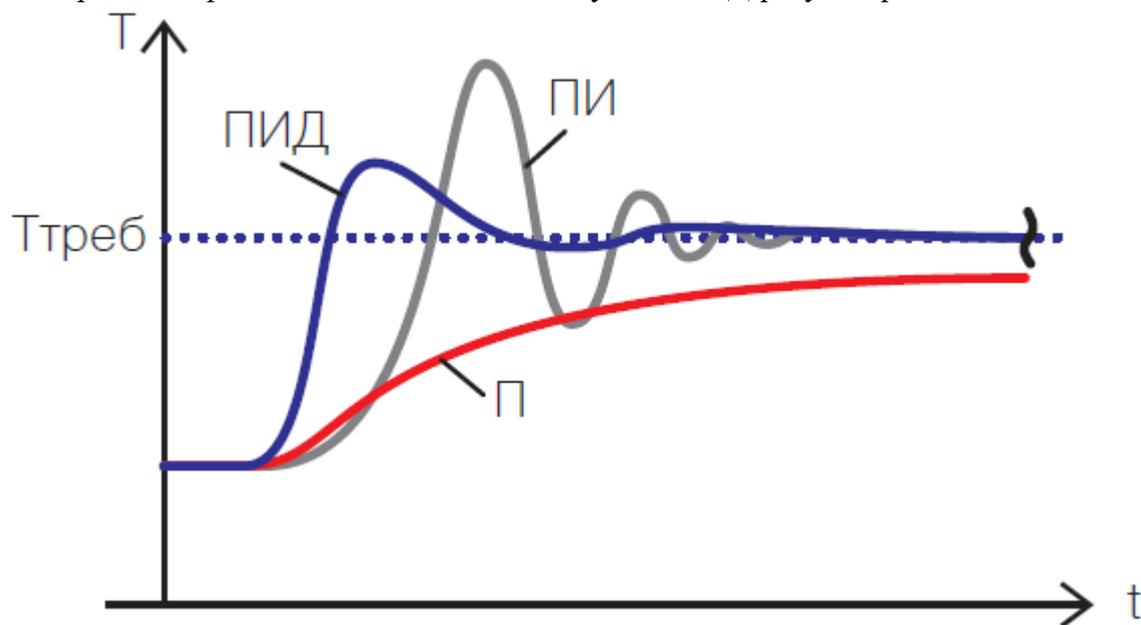
Объезд и следование за мячом осуществляется по связке эллиптических траекторий и линейных зависимостей. В алгоритме нашего робота - объединение окружности с изменяющимся радиусом и прямой езды на мяч.



Применение выпуклого зеркала позволяет использовать связанную с роботом полярную систему координат при решении задачи его навигации в системе координат, связанной с полигоном. Ориентация происходит в созданной модели инерциальной и глобальной навигации.



Для управления движением и поддержанием заданных параметров системы, таких как скорость моторов и направление движения используются ПИД-регуляторы.



Так как двигатели обладают большой индуктивностью, то электроника управления ДПТ регулируется с помощью ШИМ-сигнала. Для микросхем - H-мостов по типу MC33926 стандарт частоты ШИМ-сигнала 16 КГц. Для поддержания вычисленной скорости мотора используется ПИД-регулятор, зависимость ШИМ-сигнала от действительной скорости колеса. Обратная связь обеспечивается инкрементальным двунаправленным энкодером Pololu.



[www.pololu.com](http://www.pololu.com)

# Наша фотохроника событий

9 September 2018

Подана заявка 14.09 в НК (Национальный комитет) В планах на будущее нужно прописать обязательно RC Russia Томск, а то мы их просто "отбором" обозвали. В RC Russia в Томске п13 October 2018 планируем участвовать в первую очередь.

24 September 2018 Начали вести инженерный журнал

24 September 2018

Начали вести инженерный журнал

11 October 2018

Подбор и закупка комплектующих.

Голубой мотор Протестировали на ардуино. Оказалось, что на сайте данные отличаются от того, что реально на моторе.

Протестировал Михаил мотор, работает, отправит данные завтра Володе.

Зеркало на 0,1 мм не сошлось в солид воркс.

Рассчитываем зеркало через полином 8-ой степени

15 October 2018

Изменение состава команды

Николая Катаева заменяет Ярмолинский Арсений

Приступили к проверке платы и её коррекции.



Модель зеркала отправили в разработку для изготовления из металла на станке с ЧПУ.

17 October 2018

Володя сдает экзамены.

Арсений моделит, что осталось по корпусу. Миша разводит материнскую плату.



Труба из оргстекла "Plexiglas XT"  
80/74/2000 мм прозрачная

5 827 руб. за 1 шт

Трубы из оргстекла 2000мм 80мм высад. 7мм выкур д. Зин стелка

цена 3285р.

Нашли трубу для изготовления прозрачного стакана для камеры.

[https://polikarbonatik.ru/index.php?route=product/product&product\\_id=505](https://polikarbonatik.ru/index.php?route=product/product&product_id=505)

Заказали материал для изготовления деь=талей робота

Сталь 3мм - 1 кв.м (включая запас) Алюминий 3мм - 0.5 кв.м (включая запас)

Нужно написать свой симулятор для робота. В отличии от коптеров и других 3-ёх мерных объектов, робот-футболист должен описываться в 2D, причём из физики необходимо рассчитать инерцию, разгон и торможение...

Конечная форма зеркала получена (в итоге сошлись на средствах солида интерполировать набор точек в кривую, а затем проецировать в эскиз), работает приемливо(в симуляции), печатаем, металлизуем и пробуем в реальных условиях. \_Тактика, тактика, тактика: пока всё сводится к системе с множеством описанных состояний, но с возможностью выборочного перехода ака обучение нейронных сетей с подкреплением

Навигация: дискретная функция расстояния до объекта по пиксельному размеру + датчик наличия мяча + particle filter (многовесовой вероятностный) для объединения данных с камеры, гироскопа, энкодеров и т.д. Подъезд к мячу осуществляем по

фрагментной функции, связке эллипсов / парабол / гипербол и/или линейных зависимостей. Математика: нужно будет посмотреть алгоритмы футболистов из ssl, msl и сделать выводы

Вчера получили задания по плате и конструкции. Срок исполнения - среда. После заказ. Первоочередные задачи в гугл таблице, заодно и вникнет в текущее состояние роботов.

индекс	дата	задача	результат
	29.10.18		
	30.10.18		
	31.10.18	1. Начать оформлять тех журнал(рус + англ)	
	01.11.18	2. Исправить звук в видео, добавить фрагмент с Арсением и фотками текущей конструкции и платы(не слишком раскрывая секреты)	
	02.11.18	3. Исправить TDP, добавить Арсения, вставить актуальную инфу	
	03.11.18	4. Взять <b>контроль</b> за закупкой.	
	04.11.18	4.1. Рассортировать компоненты в копии сметы, что осталось купить, а что уже имеется или заказано	
сумма	05.11.18	<b>сборка</b>	
	06.11.18	4.2. Внимательно изучить принципиальную схему и текущую модель робота	
	07.11.18	4.3. Распределить детали по материалам, способам и срокам изготовления	
	08.11.18	4.4. Написать точные дни работы над роботом, количество часов и дней по неделям, конкретное время(необходимо встречаться у Королёва, у Миши дома и в 239	

В конструкции робота сделаны следующие изменения:

- Облегчение крепежа для мотора и колеса
- Увеличение зазора между шестерёнки мотора и колесом
- Пересоздание отверстий под крепёж. Не понятно почему разный диаметр отверстий между деталями.
- Замена подшипников на валу колеса (прошу пояснить цель)
- Облегчение первого этажа
- Облегчение второго этажа
- Создание направляющих для установки аккумулятора
- Создание верхний части робота: обода для поднятия робота, крепление для камеры и зеркала
- Вариант дриблинга использован из старого робота. Отсутствует крепление дриблинга к тележке. С Николаем прорабатывали новый вариант дриблинга по заказу Миши – робот приподнимает мяч и едет с ним. Старый вариант не может гарантировать удержание мяча в захвате.
- Создание ударного механизма. Интересная идея контроля мяча в зоне захвата, но необходимо предусмотреть механизм контроля заклинивания ударного механизма. На данный момент контроля нет.
- У модели отсутствуют проекты плат на сборке, прошу разместить.
- При ударе вперёд (удар обоими соленоидами), ход ударного механизма ограничен.

- Отсутствует контроль центра масс, т.е. непонятно распределение нагрузки на каждое колесо.
- В конструкции есть взаимные наложения деталей друг в друга, это необходимо исправить.

Миша делает с нуля платы в альтium, и для этого он отложил временно программирование. По завершении модели в 3д Арсений переключается на платы. Сегодня должны быть заказаны основные металлические компоненты, так как их долго делать. Завтра, послезавтра, должны быть сделаны пластиковые детали на 3д принтерах. С нами сотрудничает и помогает в этом АЦТ. Володе - доделать документы, которые надо иметь и рассортировать компоненты, это прояснит трудозатраты.

Надо зеркала шлифовать и должны добить платы и металл под заказ перепроверить.

Несколько тезисов и рекомендаций команде для более эффективной работы.

1. Володя молодец, что сдал экзамены и готов продолжить работу. Подобный «академический отпуск» должен присутствовать в графике каждого участника команды.

2. Арсений молодец, что внес массу новых наработок в 3D-модель. Надо продолжать согласованно.

3. У Володи есть хорошие идеи по дриблингу, которые надо продолжать обсуждать с Николаем. Не следует пренебрегать реальными встречами.

4. Мише следует сосредоточиться на программировании и делегировать задачи по плате и электронике (может, Володе?). Иначе на состязаниях он будет единственным специалистом по двум вопросам.

5. Володе и всем остальным следует выполнять рутинные задачи наряду с изобретательскими, не пренебрегая ничем.

6. Всем стоит заменять осуждение рассуждением.

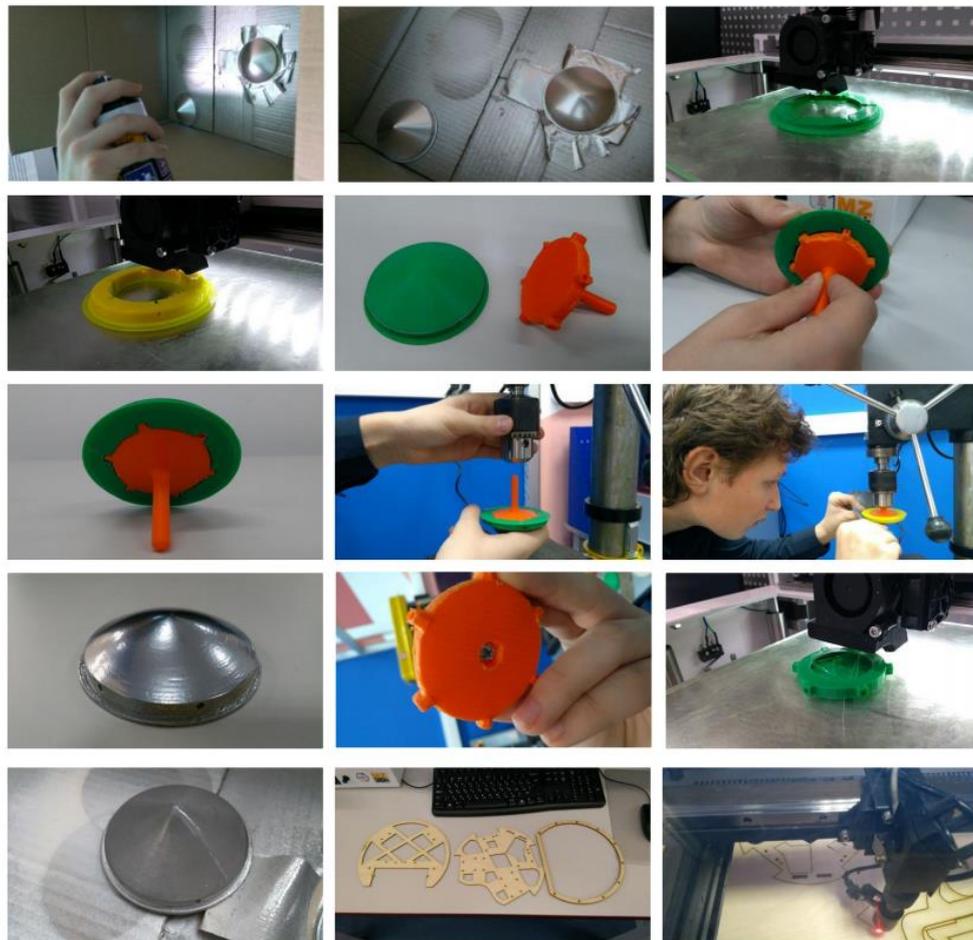
7. Обязательно делиться идеями как можно чаще. Разрешен даже флуд. Главное, чтобы все были в резонансе и не замыкались в себе. Арсений фактически сделал модель робота. То, что готово и не вызывает нареканий у Николая сегодня должно быть отдано в изготовление. Главный молеллер в команде Арсений. Идеи Володи ценны и нужны. Но мы больше не можем ходить к Николаю просто с идеей! От нас ждут решений. Идти можно только с нарисованным вариантом узла. Вместе встречаться нужно обязательно. Обмен идей бесценен.

По итогам родительского собрания внесены в журнал предстоящие соревнования и контрольную точку - 10 декабря - дата готовности роботов. Зелёным отмечены каникулы, серым - периоды, когда участник не может заниматься проектом. У команды MVK есть подобная заготовка таблицы, желательно ее заполнить аналогичным образом.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1qXN14V-KJkKux14Obw75WGMmY5oth1LZ9bK3ToelEzQ> Всем в журнале нужно отметить серым цветом, когда у участника команды будут экзамены или отъезд. Журнал консультаций общий на обе команды (таблицы на разных листах): [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1gKal33aFAaZ9ydU\\_OatWX1hof7cYDoWeIJ4ftgNBnzQ](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1gKal33aFAaZ9ydU_OatWX1hof7cYDoWeIJ4ftgNBnzQ)

Ориентировочно в субботу будет организовано занятие у папы Арсения по радиоэлектронике о секретах взаимодействия радиокомпонентов. Время уточним по

Миша и Арсений второй день в АЦТ, с зеркалом работают, пробуют варианты. Залачили бракованное зеркало. Оно стало серым.



Порезали макет этажей на лезере.

На 4х принтерах поставили печать деталей. 3 зеркала вчера сдала на металлизацию. Взяли 3000 рублей. Ждём неделю примерно. Доделать шестерни и в среду постараться отправить в проработку для заказа из металла Договоры на аккумуляторы и зарядные со счетами у Володи, он завтра передаст. Гарантия включена В среду Миша и Арсений сдают исправления

Планируем покупку набора для металлизации. С датчиками разбираться начали



13 November 2018

К Дмитрию завтра, сегодня не успеть доделать. Утром завтра время согласую, ориентировочно 20:30

16 November 2018

Внимание! Сегодня вечером в скайпе встречаемся. Каждый расписывает на неделю свои часы: какая деталь, работа конкретно сколько часов потребует.



21 November 2018

На работе должна быть ручка для судей. Навигации она мешать не будет

Почему в Dot была убрана ручка? Что принципиально изменилось, что теперь не будет мешать? Камера другая У нас раньше на первой версии робота стояла Raspberry + обычная вебка и при разделении мяча на изображении(несколько компонент связности) raspberry. Стойка 10 мм, будет 'уже.

22 November 2018

Володя трубу нашёл, Миша съездил забрал, в субботу можно весь узел видеозрения с зеркалом собрать и тестить. Завтра обещают зеркала, если опять не потрескается. Зеркала не готовы, в камере не могут сушить одни наши, поэтому на понедельник запланировали. То есть готовы будут во вторник, ориентировочно.

Надо бы увеличить плату, слишком всё тесно 21:48 image\_2018-11-23\_21-48-23.png Not included, change data exporting settings to download. 304.1 KB 21:48

Так наверное понятней 21:48 Всё что справа нужно поместить на плату.

27 November 2018



28 November 2018

Одно зеркало забрала, есть проблемы с качеством посмотрим Зеркало, похоже, не работает. Старое тоже плохо вблизи. Надо искать форму Нужна формула.



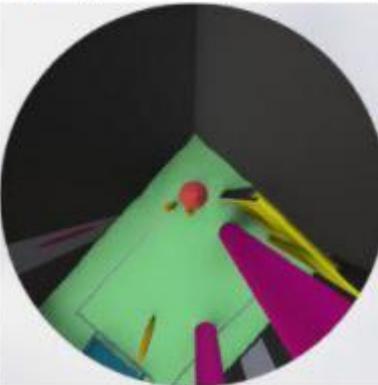
Где читать на английском, как трассировать какие элементы  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLUYH9oDZsrZ25Lv\\_HNp03AzZTBotulIBa](https://www.youtube.com/playlist?list=PLUYH9oDZsrZ25Lv_HNp03AzZTBotulIBa) Студенту.rar  
Not included, change data exporting settings to download. 4.0 MB  
<https://spb.leroymerlin.ru/product/yashchik-dlya-instrumenta-systec-290h300h590-mm-12829203/>  
Договор с тремя приложениями, 3 счета с Дмитрием сделаны. Утром завтра отвезу оригиналы договора подписанного и счетов в Финист.

6 December 2018



Нарезаны фанерные этажи и распечатаны почти все детали. Остальные допечатываются  
Хорошее качество, спасибо. Вроде распечатал все.

В Мастерском купили винты, шайбы, изоленту 1625 рублей. Пошли в Леруа



Детали замагнализованы, но в пятницу печка в камере сломалась, лак пока не можем нанести.. Договорились сегодня с фирмой, где металлизуют зеркала, что завтра мы им принесем 2 зеркала другой формы, они их металлизуют и вместе с теми двумя лаком покроют. С нашими зеркалами столько возни, три раза переделывали.

12 December 2018

17.12.17 платы в Резонит

19 December 2018



Русподшипник Маршал 2000 рублей за металлизацию 2х усовершенствованных зеркала. В пятницу планируют их грунтовать и металлизировать.

21 December 2018

6x10x3 - 6 шт, 7x11x3 - 24 шт 6 - внутренний диаметр, 10 - наружный диаметр, 3 - толщина (мм) 6x10x3 - 2 штуки 4x7x2 - 2 штуки

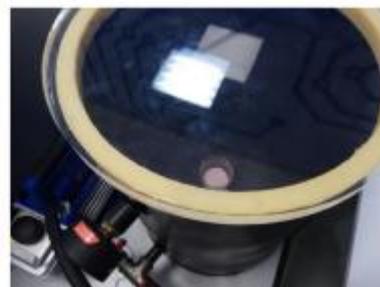
22 December 2018

На следующей неделе будем делать два дриблинга. Сеня прокачал и настроил свой 3d принтер, теперь на нем можно будет печатать например формы для отливки силикона. Это крепления привода для модели робота.



24 December 2018

Получили сегодня наконец первую партию компонентов из ООО "Элитан Трейд", вечером проверим, завтра, наверное, смогу в Фонд отчётные документы отвезти с сопроводительным письмом и фото и получить доверенность на оставшуюся часть компонентов.



25 December 2018

План скорректирован.



Крепеж посчитали:

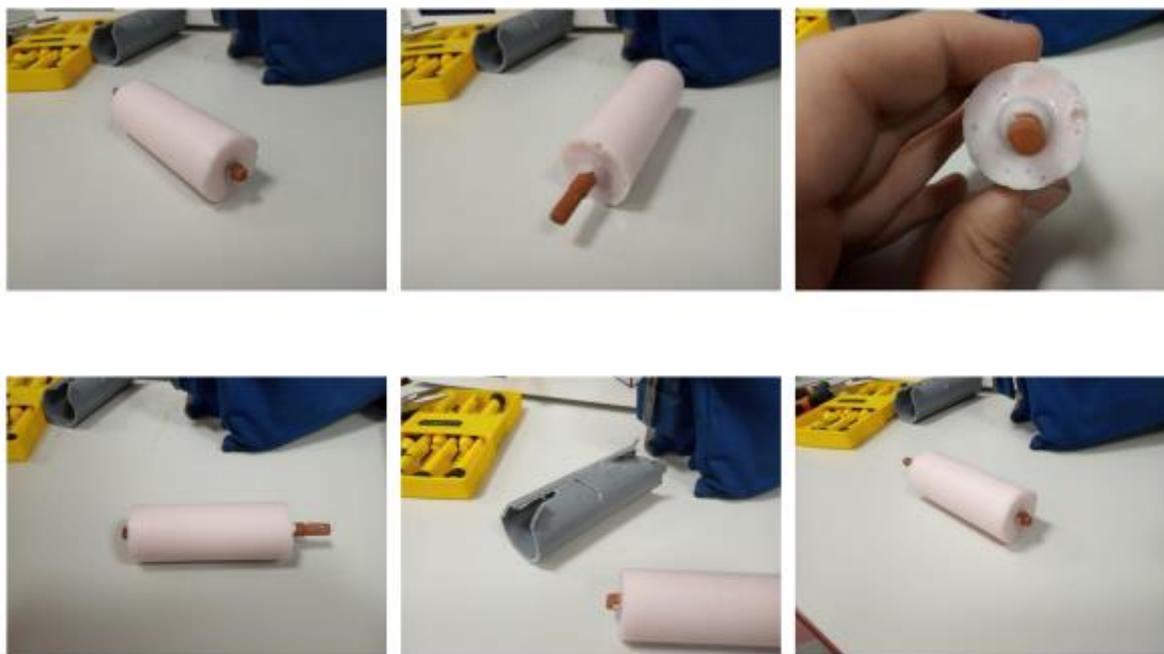
4x7x2.5; MR 74-2Z 6шт

6x10x3; MR 106-2Z 10шт

7x11x3; MR 117-2Z 30шт

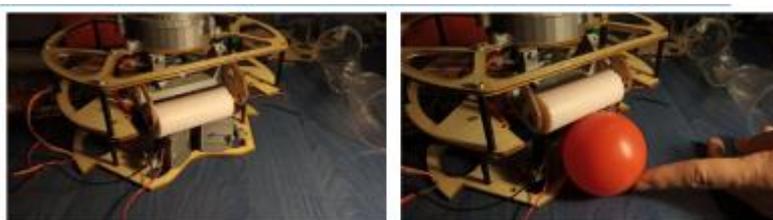
Были только 6 первых и 2 вторых. Остальные надо заказывать в Красноярске Очень дорого здесь. Не Россия и не Китай

Подшипники 2800 руб. стоили. Из Красноярска дешевле получить надо или тут поискать. Отливаем валик для дриблера, получается не очень. Нужно сразу детальку печатать с воронкой сверху и большими отверстиями для заливки силикона.



28 December 2018

Сегодня ребята с 13 часов работают в АЦТ. Подшипники оставшиеся 34 штуки пока не получается заказать, работаем над вопросом. Подшипники вечером придут из фирмы, силикон и отвердитель забрали, дома зальём вторую форму. Для Володиного дриблера с двумя валиками Городов Михаил 29.12.2018 12:19:44 12:48 Тогда сделаем обычный валик Обычный цилиндр работает лучше песочных часов







31 December 2018

VID-20181231-WA0005.mp4

<http://mouser.componentsearchengine.com/pcb-libraries.php> 17:34 Обнаружил на Mouser Electronics полезную утилиту. <https://www.digikey.com/en/product-highlight/a/accelerated-designs/ultra-librarian>

Платы, тест датчиков (рассчитать и проверить токи) и Володин дриблинг с подшипниками.

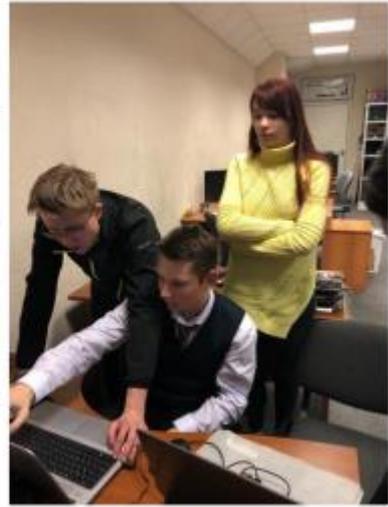
1 January 2019



13 January 2019

Найдена библиотека компонентов различных производителей для Altium Designer. Библиотеки зафиксированы по состоянию на 2010 -й год. После 2010-го года библиотеки компонентов в открытом доступе не предоставляются. Libraries.zip

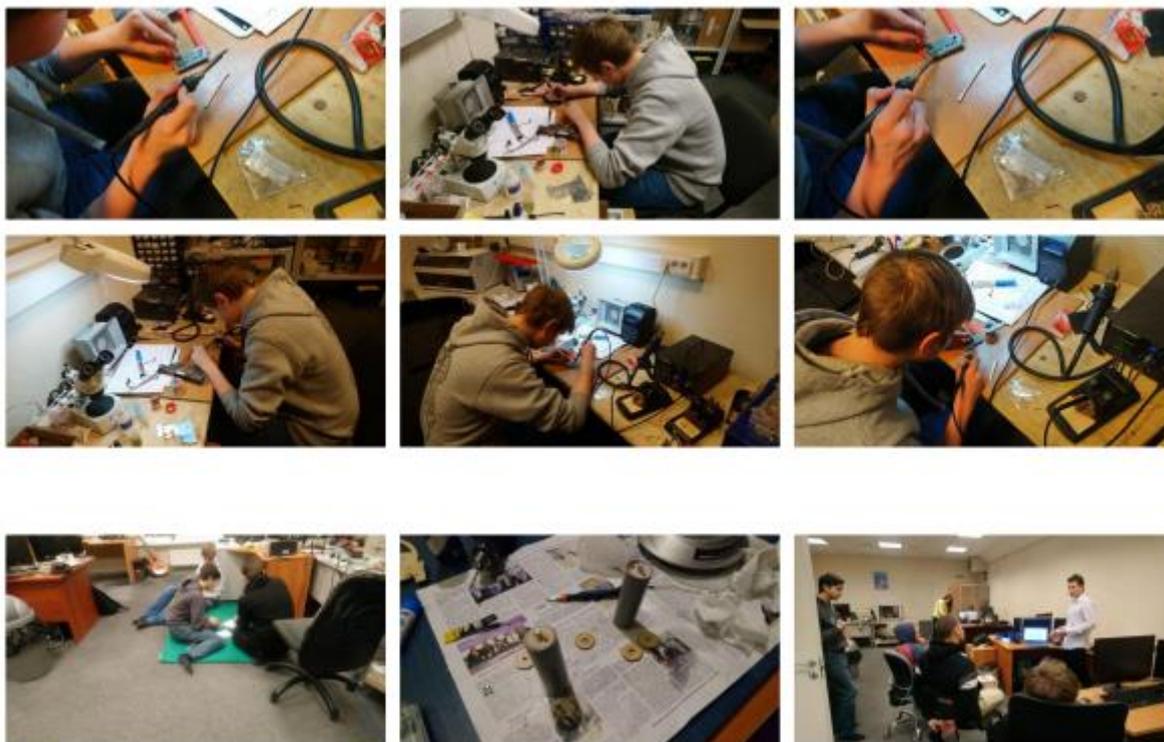
15 January 2019



28 January 2019



30 January 2019



Техническое задание для занятий английским языком (подготовка к RoboCup).

3 члена команды, у каждого по 10 предложений на английском языке. Предложения не повторяются. Распределить в команде. 15-20 вопросов на английском языке. Ответы на вопросы должны быть в тех выступлениях каждого члена команды из 10 предложений. Срок - 10 предложений на русском с переводом к следующей субботе, к 9 февраля. Выучить 10 предложений на руи на английском. Записать видео на телефон, как говорят эти 10 предложений на английском языке, чтобы учитель мог оценить и подготовится задавать вопросы, работать с командой. Видео до 9 февраля прислать О. Ю. Казанцевой

Зеркала и документы на них готовы. Можно тестировать. Показ готовых плат.



31 January 2019

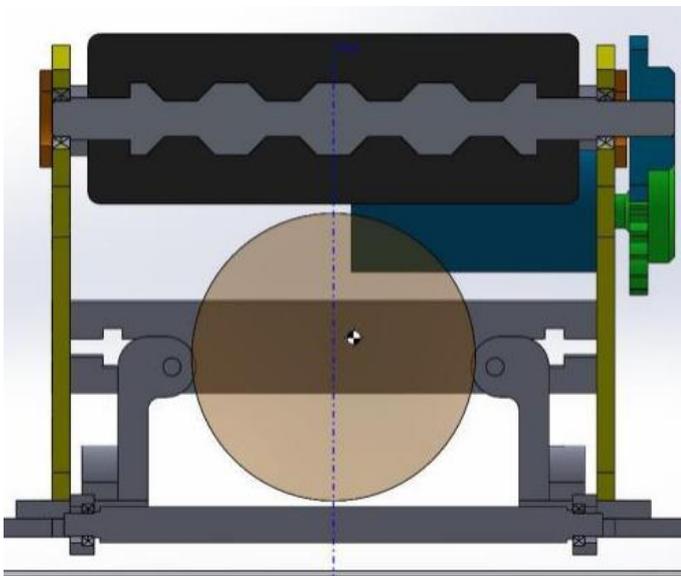
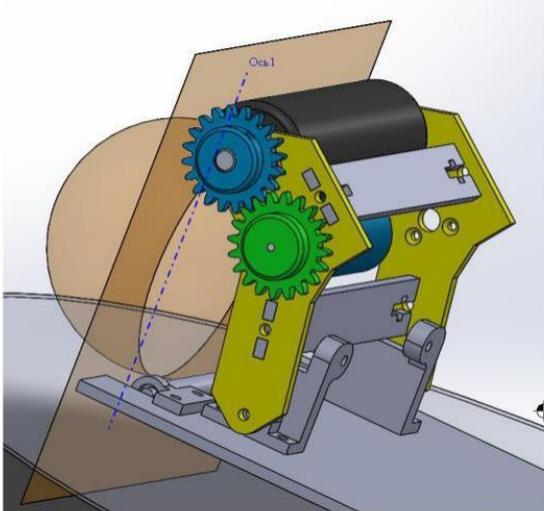
Плату датчиков Арсений доделал. Мише надо доделать материнскую плату. Володя, с тебя макет для крепления вала дриблинга с подшипниками снизу Видит уже немного, но не на всё поле Похоже надо опять считать зеркало. И потом металлизировать. Дальше не видит. Это первое параболическое зеркало. Колбу надо заново вырезать. Она местами мутная, потертая. Но новое зеркало плохое дает изображение. Возможно, испортилась геометрия от переделок.

Посчитать и, проверить вес робота. Заказ металла.



4 February 2019

image\_2019-02-08\_00-28-52.png  
Not included, change data exporting settings to download.  
image\_2019-02-08\_00-29-17.png  
image\_2019-02-08\_00-30-07.png  
image\_2019-02-08\_00-30-30.png



Удалось сделать детали для 2 макетов дриблинга. Миша доделывает плату. Володя и Сеня протестируют 2 варианта дриблинга. С 2 валиками (10 и 30). Надо принимать решение. Вариант с подшипниками важен.

10-ка силикон Надо делать получше стенд тестовый.

Один драйвер плохой в магазине пытаться менять. Миша. Плату допроверить датчиков, заказать потом. Арсений. Плату материнскую шелкография, мал замечания Миша. В пятницу заказать. Фанера, пластик завтра, ящики. Ищем ошибки в альтиуме. Все исправить.

Герберфайлы сохраняют для заказа в Ризоните печатной платы.

7 February 2019

Миша, Арсений, платы без ошибок для печати

9 February 2019

Решен вопрос с окончательной проверкой плат. Володя, Арсений. В среду два надёжных, не разваливающихся дриблинга должны быть протестированы у Миша - план подробный

программирования. А как тут подшипники держатся? В понедельник собрать. Всё вырезали и напечатали. image\_2019-02-10\_20-43-34.png, image\_2019-02-10\_20-44-43.png. Арсений доделал платы, завтра смотрим на совместимость с конструкцией и заказываем



[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mf9DS6HC3xr8FWCwjpGT\\_2dOxz7S1v\\_M2BqMpNJ](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mf9DS6HC3xr8FWCwjpGT_2dOxz7S1v_M2BqMpNJ)  
[aWHM https://drive.google.com/open?id=1nSeDZXVdRkvd--3WxEUdsur34CxaVRwf](https://drive.google.com/open?id=1nSeDZXVdRkvd--3WxEUdsur34CxaVRwf)

13 February 2019

За отправленное в Резонит насчитали около 30т.р. Миша и Арсений переделали с 5 на 4 уровень точности отправили в Резонит, но до конца рабочего дня мы сегодня не успели. Завтра будет счёт ждать и оплатим. Лазерных деталей все ещё нет у нас

14 February 2019

Добрый день!

Платы по Вашему заказу N 1097093 запущены в производс

Статус оплаты: оплачено.

Срок изготовления: срочный

№	Наименование	Единица измерения	Количество	Объём заказа (шт.)	Срок изготовления (дней)
1	Плата контроллера двигателя	шт.	100	100	20.02.19
2	Плата драйвера двигателя	шт.	100	100	20.02.19
3	Плата контроллера двигателя	шт.	100	100	20.02.19
4	Плата драйвера двигателя	шт.	100	100	20.02.19

Описание производства многослойный печатный плат

- 1. Подготовка макета печатной платы
- 2. Подготовка печатной платы
- 3. Проверка качества изготовления
- 4. Упаковка печатной платы
- 5. Доставка печатной платы клиенту

С уважением, Резонит  
[www.rezonit.ru](http://www.rezonit.ru)  
+7 (495) 777-80-80

Сэкономили 7000 рублей, переделал на 4 класс точности.

15 February 2019 Screenshot

Резиночки для колёс не пришли вчера. В понедельник. Сегодня Володя, Миша с 16 в школе. Тест дриблинга, фанера, коробки. Продумать, что не выращено, не куплено, не вырезано для сборки в понедельник.

17 February 2019

У нас сломался мотор С другим БК работает

Разобрали мотор, ось внутри была не по центру, намотан не очень. Похоже брак мотора был, поэтому и сгорел.

Миша, надо найти в магазине, те брали а Хобби острове, Надо заказать, чтобы, наверное, запас был по мотору на робота Это валик с силиконом 10



Более мягкий валик, прыгает меньше Тестирование дриблинга с нижним валиком и 10 силиконом Это был тест 30

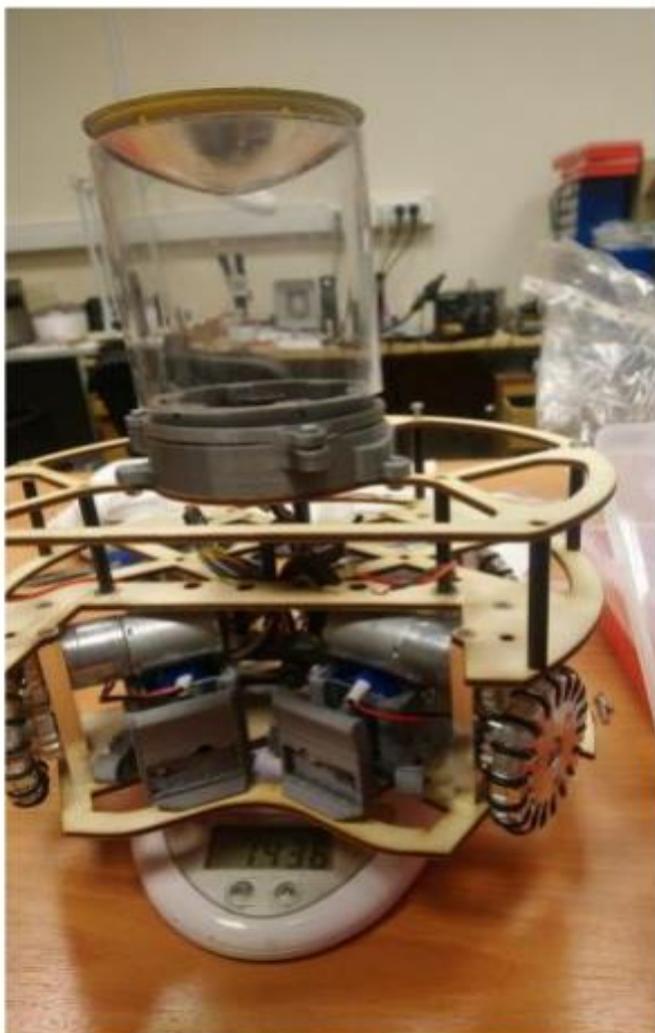
Мяч прыгает сильнее MOV\_2093.mp4 MOV\_2091.mp4



MOV\_2094.mp4

На плате датчиков нет тока 14 вольт. Придумали, как “наколхозить”. В план: описание, как будет решена проблема. Срок: когда будет исправлено на основных платах. Правильная редакция плат. Арсений. К пятнице надо перепечатать версию деталек под сборку. К пятнице

должны быть металл, зеркало.



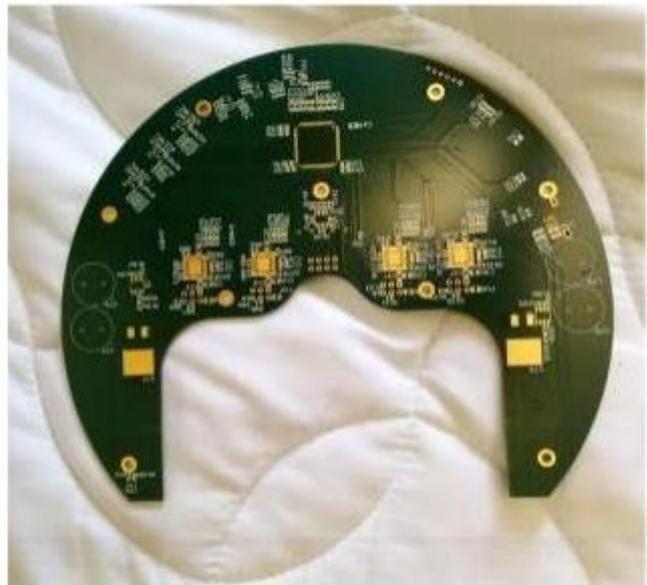
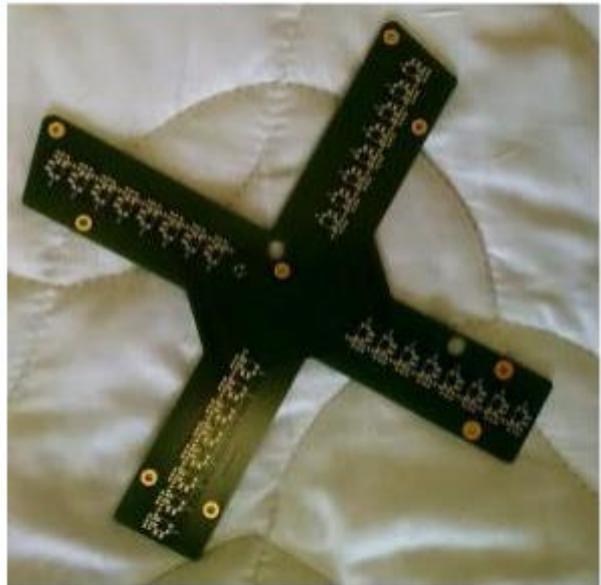
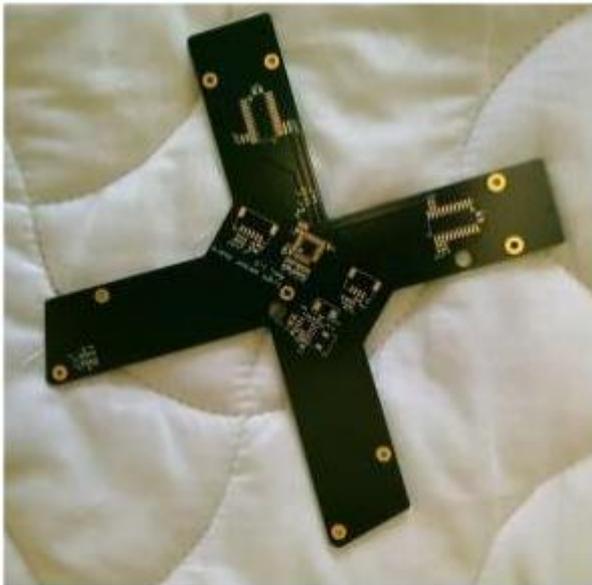
23 February 2019 Сортируем компоненты

24 February 2019 Робот\_2.JPG Пришли компоненты. Схемы монтажа. Сборки. Провода куплены, можно обжимать.



Доделываем схему, чтобы в ближайшее время можно было обжать провода. По ней нужно проводку делать. Важно длины этих проводов прописать. Доделываем монтажные схемы и подбираем компоненты. Среда общий сбор, сборка. Мастер класс по обжимке проводов. 19:30.

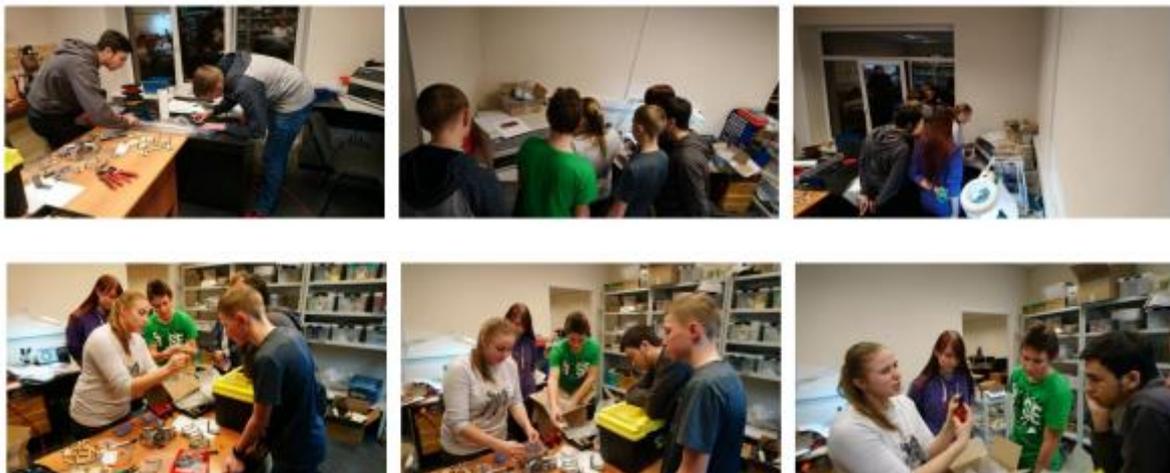




Всё платы пришли. Распечатанные в формате А3 монтажные схемы.



Это плата. Сейчас её будут запекать в печке. Учимся запекать. Открываем, плавно кладём в печь, закрываем, печём 2,5 минуты. Не нюхаем, как флюс горит. Провода перед обжимкой не облуживать!!!! Чем больше цифры, тем меньше сечение провода. Длина провода должна быть больше на 2-3 пайки. И предусмотреть небольшую петлю. Провода должны быть не в натяг. Соприкосновение с деталями усиливает изолянт или термоусадкой. На разъёме есть разметка первого пина, её найти. Ориентироваться по защелке.



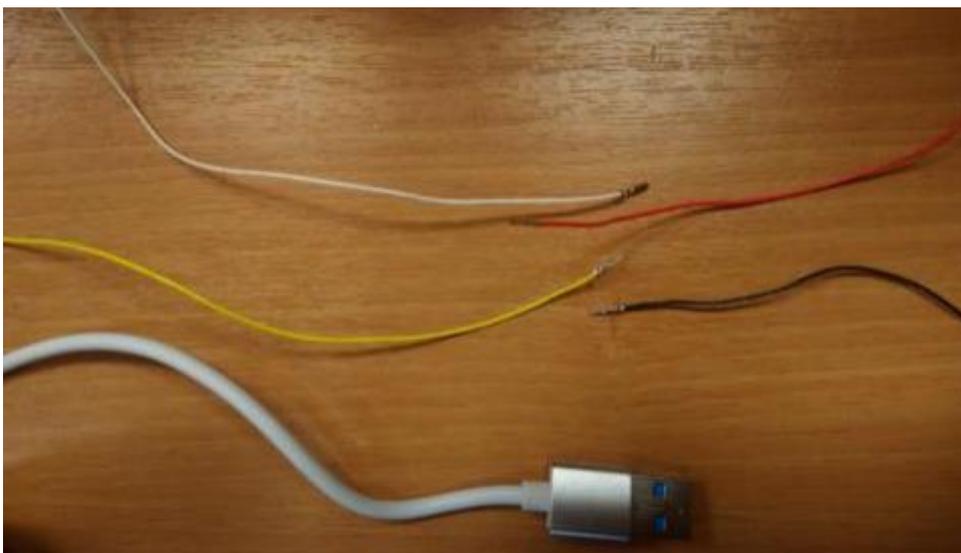
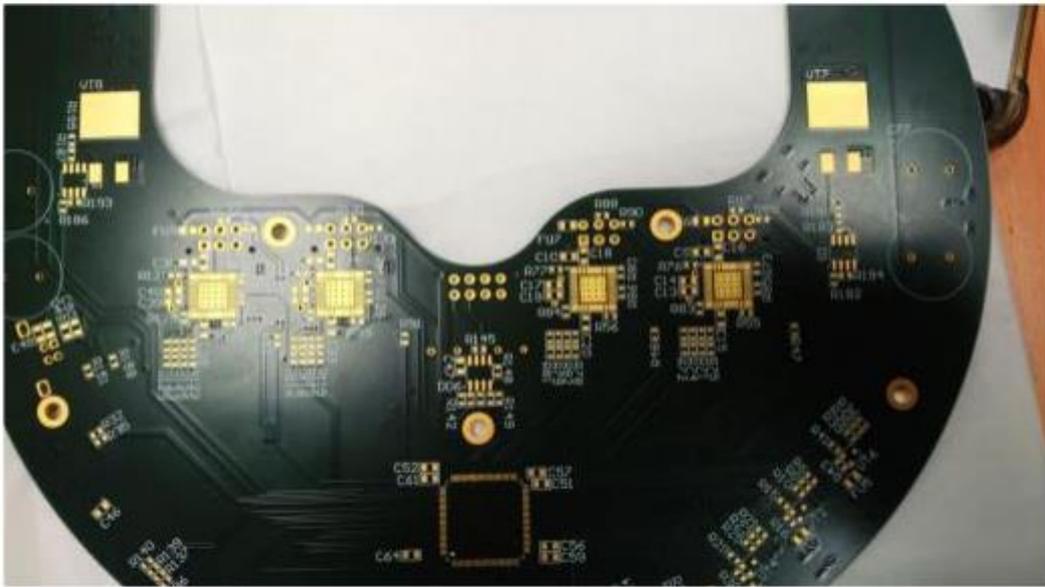
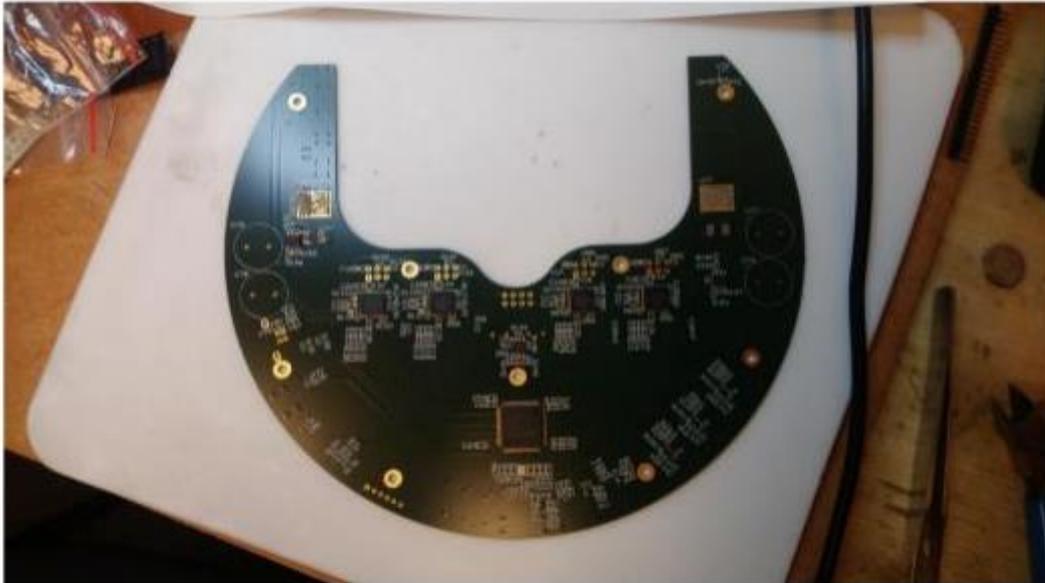
Здесь платы MVK. Здесь клип мэйты, которые ставили. Обжимать поучились. Заранее распланировать, что, как, какой длины будут делать, как обжимать.

28 February 2019



Здесь моют плату. Ультра звуковая ванночка





1 марта 2019

В субботу дообжимаем провода. Чертежи, схемы. Планируем следующий день, продумываем материалы, инструменты, компоненты, детали.



6 марта ждём последние компоненты из Элитана.



3 March 2019



DSC\_2318.JPG 9.3 MB 4 мотора крутит туда назад MOV\_2320.mp4

Жужжит и мигает и светится И так минут 10. Тест.

tx



Чёрный земля, красный питание, белый гх, жёлтый

Миша отлаживает гироскоп,

Володя паяет и подключает камеру,



Арсений собирает и ставит дриблинг.

4 March 2019

Дриблинг: не тянет мотор, надо подбирать другой. Думать о шестернях.

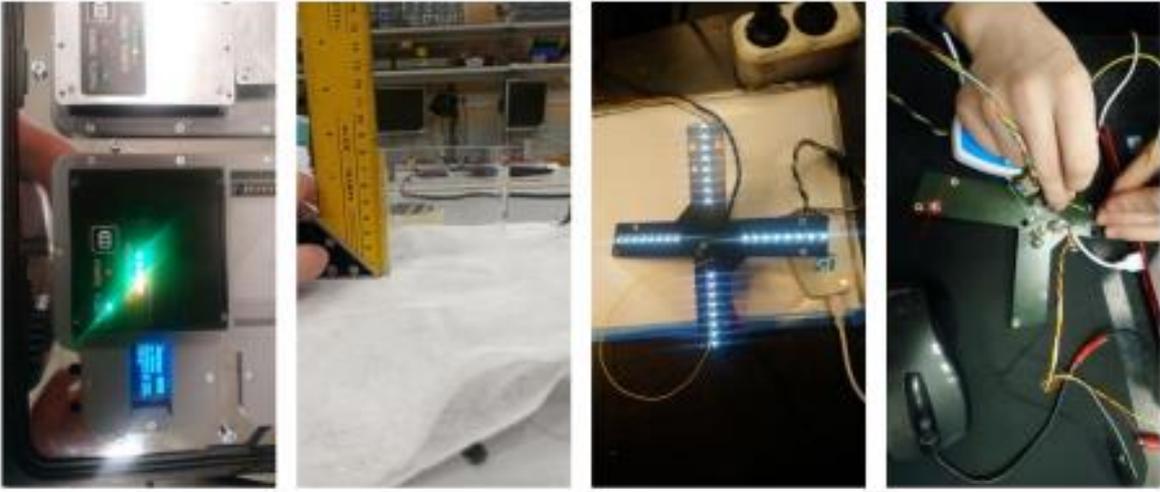


Плата датчиков: надо исправлять ошибки. Пока не работает.

Выпаиваем, припаиваем.



Материнская плата: моторы работают, остальное надо тестировать. В среду, четверг можно будет забрать набор для металлизации. Плату датчиков исправляем и перезаказываем. Нашли ошибку в материалах, скачанных из инета. “Миша не давай другу скачанные из интернета решения, если не проверил. Сеня: проверь по даташиту, что прилетает. Надёжнее самим сделать, чем исправлять чужие ошибки. “



5 March 2019

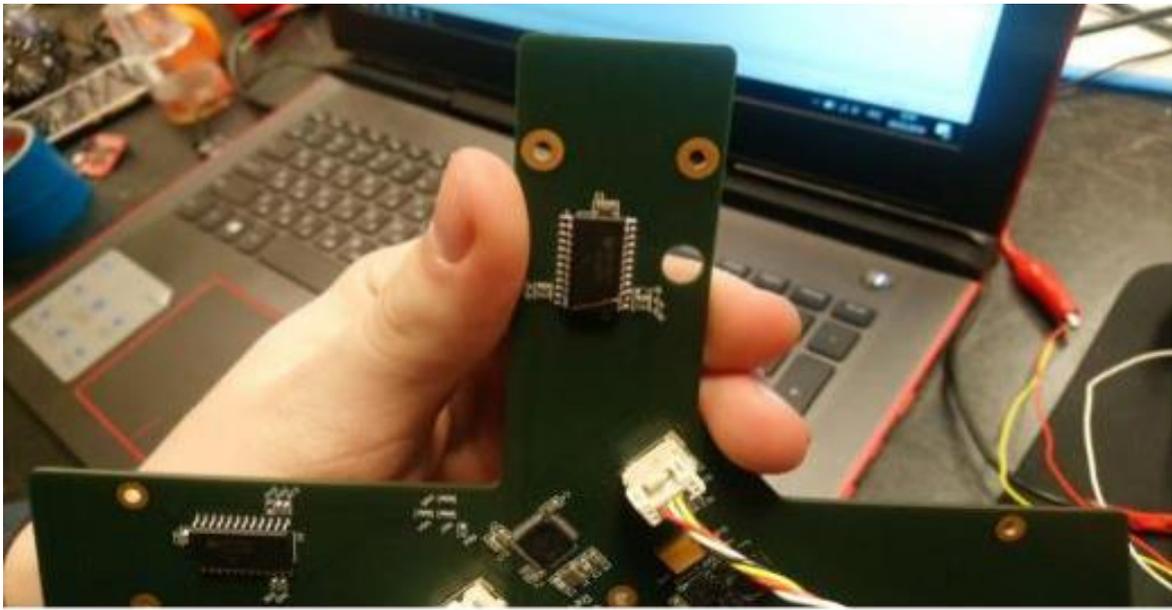


Не поехало. Взяли домой отлаживать. Поехало. Теперь за мячом. Тест моторов.

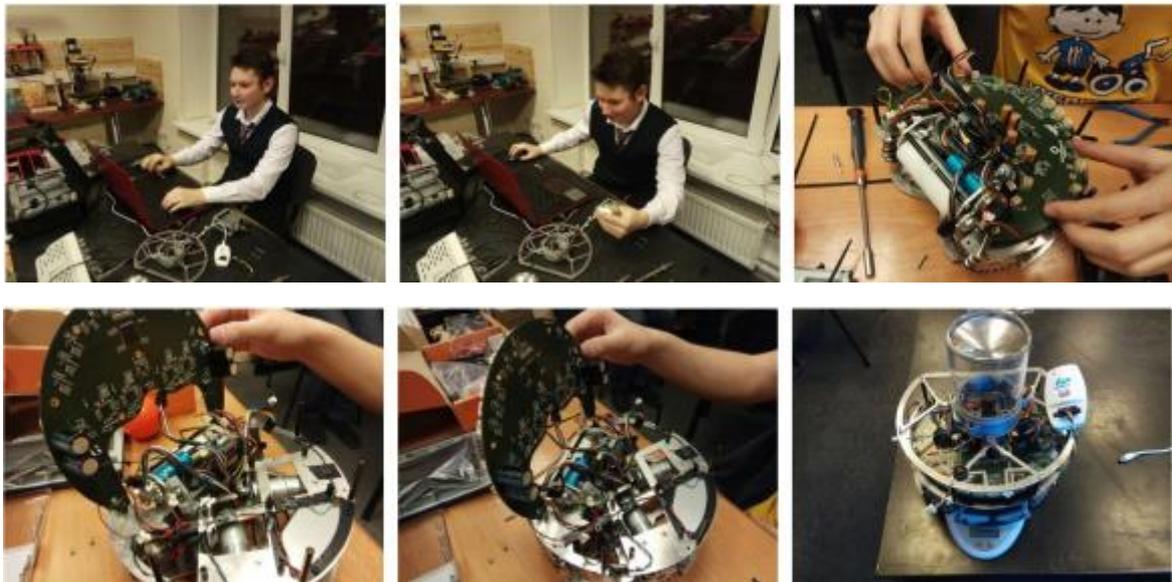
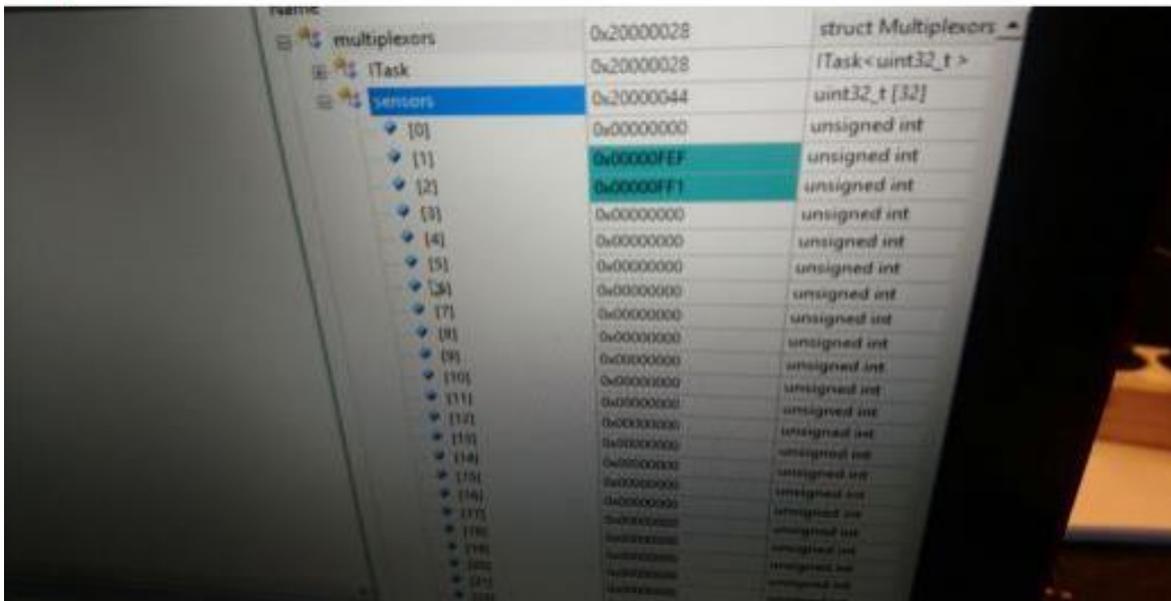
Срочно ищем мотор для дриблинга, надо поставить задачу в план. Это срочный вопрос.

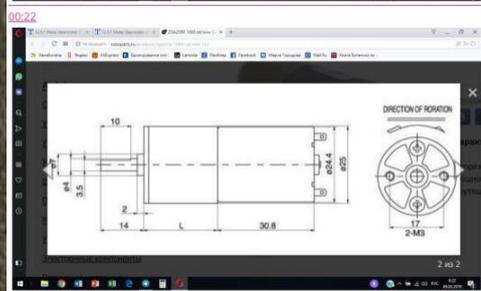
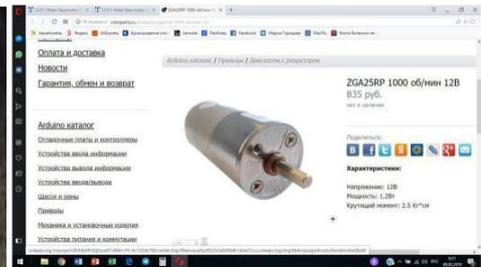
6 March 2019

Мультиплексор заработал



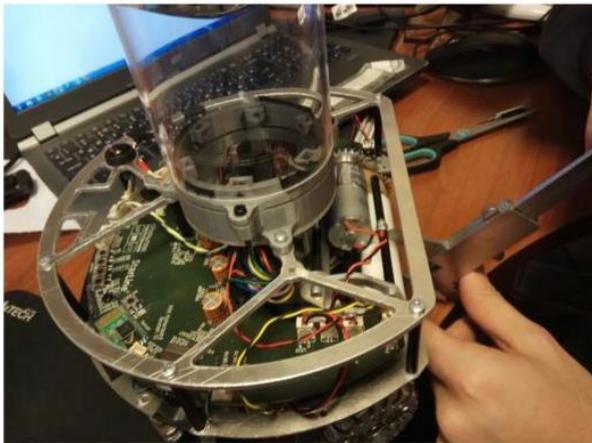
10:21





Таких 2 единственных нашли.





Думаем надо ещё изготовить другие зубчатые колёса, которые будут мультиплексировать.

10 March 2019

Salesorder 1J368574

Thank you for ordering from Pokit! You will receive an email confirmation when your order ships. Please print this page for your reference and contact us if you have any questions about the order.

<b>Order by:</b> Vina Ignorina Nikolovna Name: Alena Polikarpova, 2 Flat 223 Saint Petersburg, Saint Petersburg 197341 Russian Federation +7(811)-237-04-79 vina@pokit.ru	<b>Ship To:</b> Same as order	<b>Bill To:</b> customer Anatoli Markovich Iaroslavskii Name: Alena Polikarpova, 2 Flat 223 Saint Petersburg, Saint Petersburg 197341 Russian Federation +7(811)-237-04-79 vina@pokit.ru						
<b>Order date:</b> 10 Mar 2019	<b>Customer Purchase Order:</b> 17001	<b>Other Reference Numbers:</b> 8759479	<b>Customer Tax ID:</b>	<b>Payment Terms:</b> Payment ending in 2019				
Ship Via: USPS First-Class International		Shipping Terms: included in invoice		Sales Rep: NA, web order				
Order Line	Ordered	Canceled	Item Number	Item Description	Shipped	Back Order	Unit Price USD	Extended Price
1	4	0	3201	4.4:1 Metal Gearmotor 250mAh, rpm 18° 12V	0	0	21.95	87.80
2	4	0	3202	8.7:1 Metal Gearmotor 250mAh, rpm 18° 12V	0	0	21.95	87.80
								<b>Subtotal:</b> 175.60
								<b>S &amp; H:</b> 30.45
								<b>Tax:</b> 0.00
								<b>Total:</b> \$206.05

будут

Заказали 2 вида моторов для дриблинга, как сейчас 1000rpm и ещё на 2000rpm (возможно они лучше держать мяч, но им может не хватить момента).

Запасные моторы для ходовой части должны быть! Летят шестерни!

К контрольному показу должно быть подготовлено описание робота (распечатка) по следующим пунктам:

Сеня - Hardware (оборудование, механическая, электрическая и пр части робота)

Миша - Software (программное обеспечение робота)

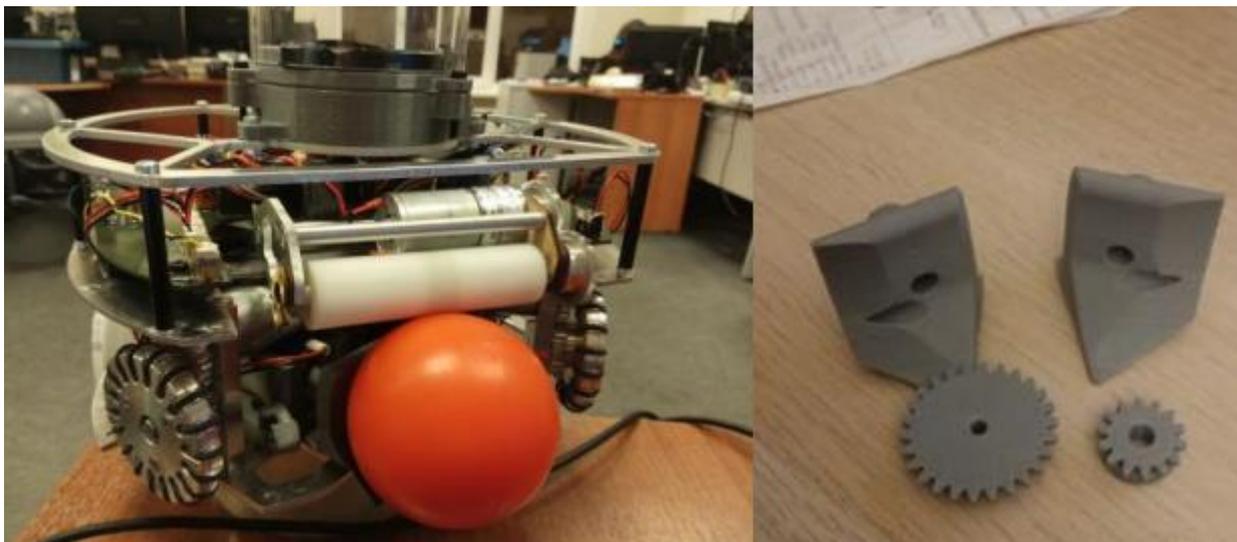
Володя - Strategy (как робот решает поставленную задачу)

12 March 2019

Поехал! К 1 апреля должно быть 2 робота-футболиста. Корректируем план. Предусматриваем заказ исправленных плат и комплектующих. Показ на Кировском заводе ориентировочно 1-3 апреля. Одного робота-футболиста уже не достаточно. Должна быть полноценная игра с 2 роботами-футболистами.

В среду в Фонд и далее по акту директору ФМЛ 239 должна быть передана ЭКД (Эскизно-конструкторская документация) на роботов-футболистов и робота-спасателя, к понедельнику 18 марта подготовить ЭСКИЗЫ в пригодном для печати на цветном принтере.

Шестерни, с которыми поднимали обороты для китайского мотора: не хватает момента. Нужно попробовать не такое большое передаточное отношение (сейчас 13:27). Ждём моторы rolo1u, у которых момент при той же скорости выше и при удачном результате тестирования, заказываем шестерни из металла.



17 March 2019

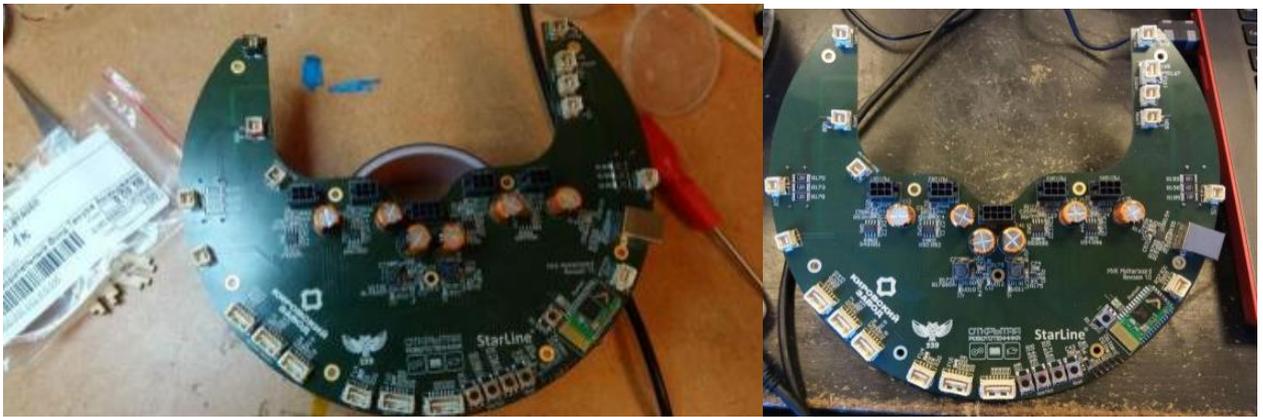
Мяч не захватывает. Дриблинг плохой. Миша помыл мяч, робот ворота видит. Гол!

20 March 2019



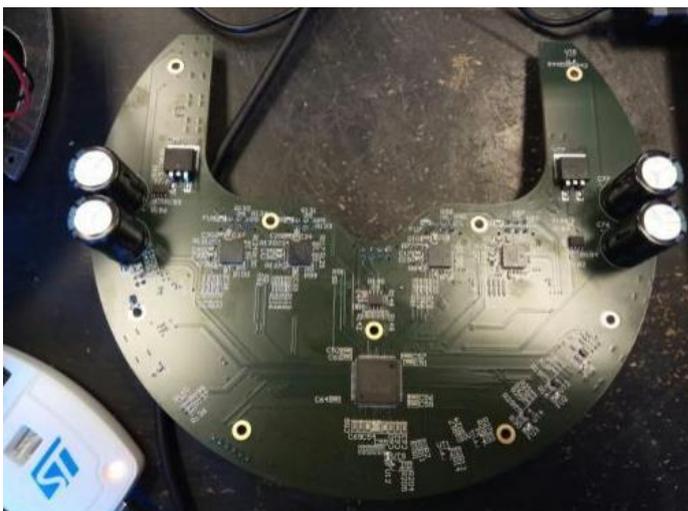
Платы пришли

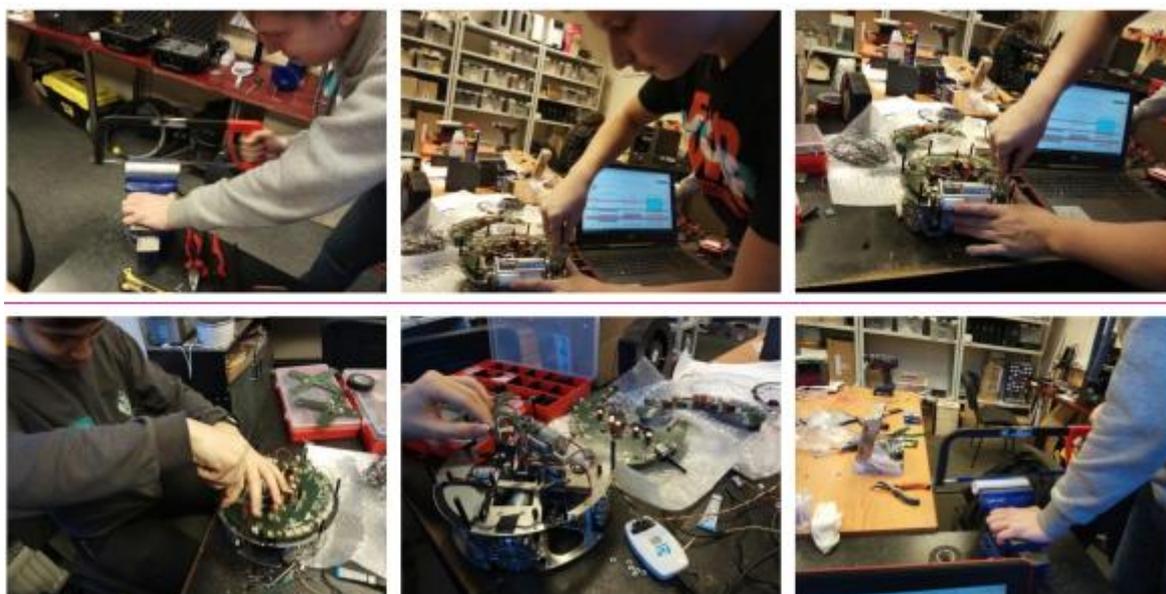
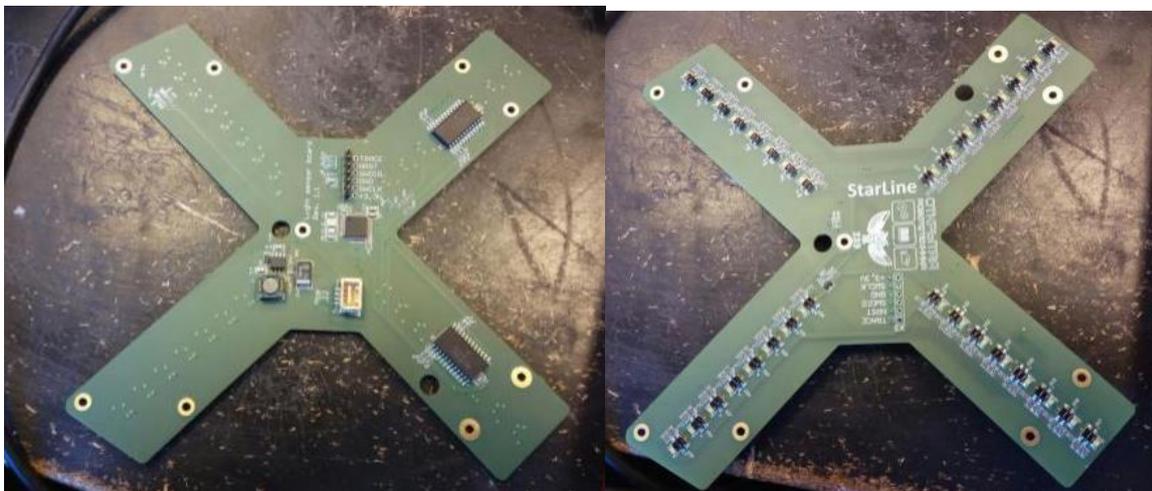




Миша, Володя, Арсений - подобрать все компоненты для пайки плат.

Дриблеру с 30-кой не хватает трения, чтобы захватить мяч.



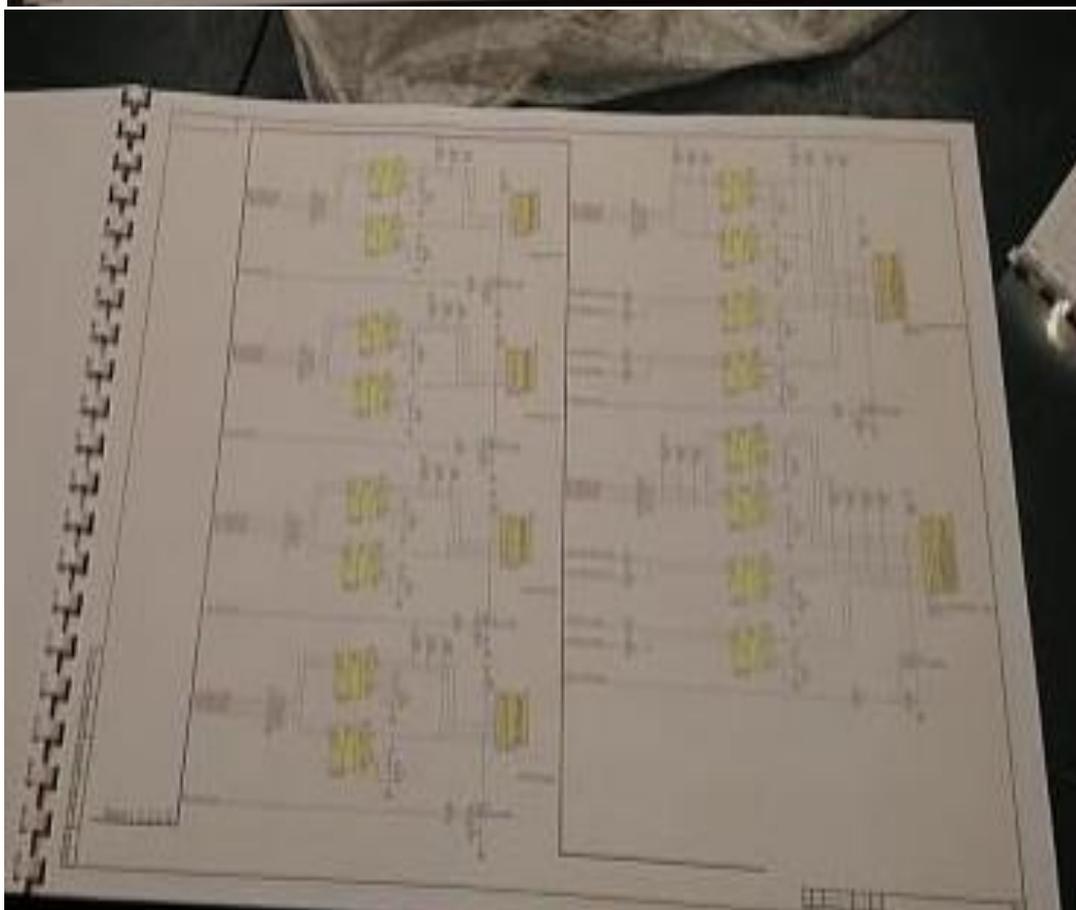
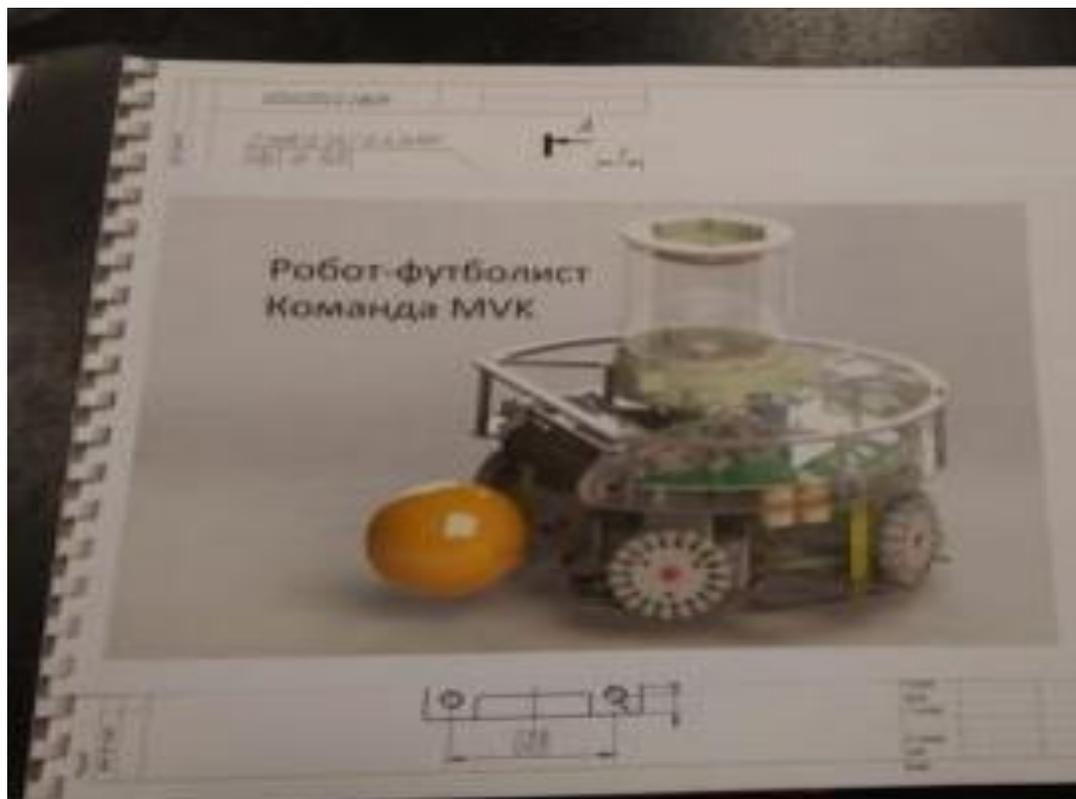


25 March 2019



Пробная прокладка проводов.

В среду должен быть собран 2-ой робот. Предусматривать всем наличие обжимщика, фанеры, инструмента, компонентов. Подготовить картинки для печати в брошюру с ЭКД: 3д модели, робота и узлов, и экспериментального дриблинга.



Создано описание робота.

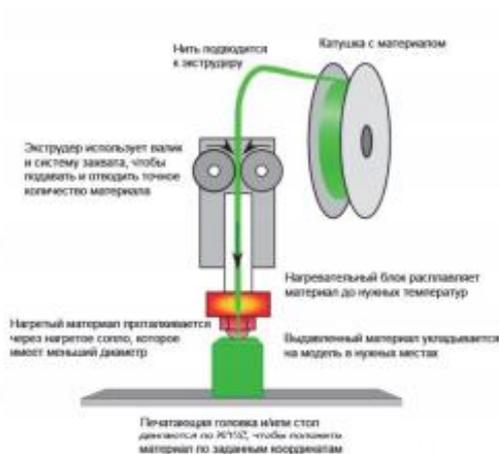
# Технологии изготовления и ПО

## Технологии изготовления



## Технологии аддитивных производств

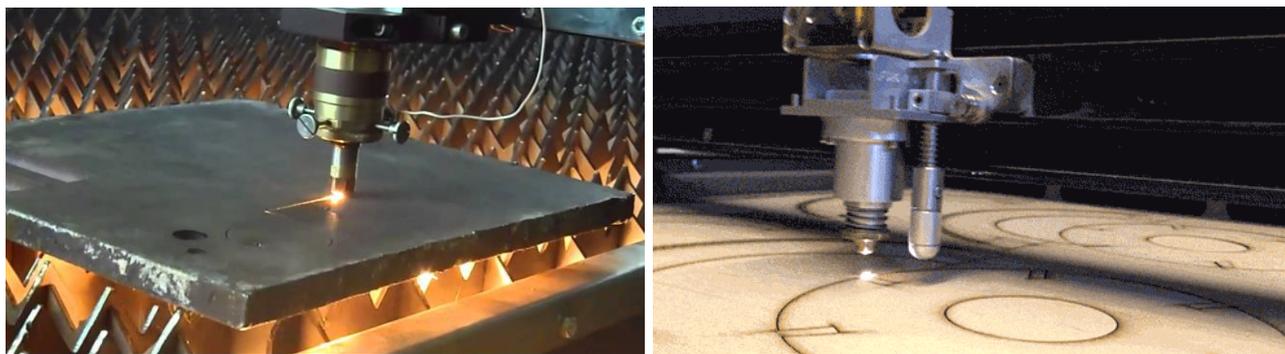
**Технология трехмерной печати FDM (Fuseddepositionmodeling), печать пластиком, подающимся в виде прутка**



## Технологии САМ обработки (изготовление деталей прототипов на станках с ЧПУ)

К технологиям САМ обработки можно отнести работу на станках с ЧПУ, лазерно-гравировальных станках, установках плазменного раскроя, работа на планшетных резчиках и т.д.

Наиболее популярными технологиями САМ обработки применяемыми при изготовлении прототипов, являются обработка на станках с ЧПУ и лазерно-гравировальных станках.



### Программное обеспечение

- Keil uVision 5 IDE – написание и отладка ПО для робота
- Solidworks 2015 - 3D моделирование
- Altium Designer 18.1.7 – проектирование и трассировка плат
- ArtCam – для фрезеровки изделий
- Cura – для подготовки 3D модели к печати
- RW Works – для лазерной резки

## Работа с другими командами

Мы консультировались у нескольких команд, которые помогли решить некоторые вопросы с железом, а именно:

Kerler (Команда занявшая первое место в младшей возрастной категории в футболе на Robocup Russia Open 2017, а также участвовавшая на мировом этапе в 2017 году в Японии),

Uran 239 (Команда занявшая первое место в старшей возрастной категории в футболе на Robocup Russia Open 2017, а также участвовавшая на мировом этапе в 2017 году в Японии),

Samovar (Команда занявшая первое место в RoboCup Junior Rescue Maze на Robocup Russia Open 2017, а также участвовавшая на мировых этапах 2017 и 2018 годов в Японии и Канаде соответственно), сейчас это команда МК,

и также с командой из Ирана «Sadrobot6», которая участвовала в мировых этапах в Японии и Канаде, сейчас это команда VCC.



# Благодарности

Наша команда хотела бы выразить благодарность:

директору Президентского физико-математического лицея № 239 Максиму Пратусевичу и коллективу преподавателей, которые помогли нам создать наших роботов, а именно:

Сергею Филиппову и Даниилу Веденину,

а также экспертам ЦНИИ РТК:

Дмитрию Королеву,

Анатолию Логачеву,

Николаю Китаеву.

Мы также хотели бы выразить благодарность спонсорам: благотворительному фонду Темура Аминджанова "Финист", ОАО "Кировский завод" и Фонду поддержки классического образования "Анабасис".