

ENGINEERING PORTFOLIO

12524 SPUTNIK ORIGINAL

NIZHNY NOVGOROD // RUSSIA CHAMPIONSHIP // 23-25 APRIL 2021



**LEARN TO CREATE
CREATE TO LEARN**

КОМАНДА



Виктор Яковлев CAD Lead

Витя отвечает за проектирование робота в САПР. Кроме того он контролирует сборку робота.



Иван Данилюк Hardware

Ваня отвечает за сборку отдельных модулей и техническое обслуживание робота. Также он оформляет портфолио и книгу.



Денис Фокин Hardware

Денис разработал в САПР модель механизма для стрельбы. Вместе с Ваней он отвечает за сборку отдельных модулей.



Дарья Козодёрова Outreach

Даша занимается дизайном различных документов, робота и созданием медиа-контента. Именно она сделала наш баннер.



Маргарита Оганова Software

Марго в этом сезоне решает задачу распознавания, а также настраивает датчики для движения робота в автономном периоде.



Анатолий Моисеенко Software

Толя решает задачу управления механизмом для стрельбы и настраивает его работу в автономном периоде.



Наталья Лобашева Software

Наташа делает управление роботом максимально удобным, а также настраивает проезды робота в зоны доставки.



Мария Моисеева Outreach

Маша занимается ведением соц. сетей, фотографированием всего рабочего процесса и распределением медиа-задач.

МИССИЯ И ЦЕЛИ

Миссия нашей команды в создании комфортной образовательной среды, в которой каждый ученик может получить возможность для собственной реализации.

Ниже вы можете прочитать о наших целях и шагах для их достижения.

Цель 1: существование команды в течение долгого времени, для реализации своей миссии

- развивать сообщество Sputnik в школе;
- создать третью команду FTC из учеников 6 классов;
- обучать и помогать участникам других команд сообщества;
- создать и развивать команд FLL Challenge (5 класс) и FLL Explore (2 класс);
- привлекать волонтеров для работы с командами FTC и FLL;
- провести обучающий лагерь Sputnik FTC летом 2021 года;
- вести работу по поиску и привлечению спонсоров.

Цель 2: создание робота, который будет конкурентоспособен на национальном уровне:

- потратить достаточное время для разработки стратегии;
- создавать робота по схеме прототип → модель → готовый механизм → улучшенный механизм;
- использовать высокоточное оборудование для создания деталей;

– применять научные знания при проектировании робота;

- участвовать в достаточном количестве турниров;
- использовать продвинутую систему управления роботом;
- развивать общую культуру работы в команде.

Цель 3: создание благоприятной атмосферы в команде

- учиться распределять задачи между участниками;
- прислушиваться к мнению каждого;
- передавать друг другу накопленный опыт;

Цель 4: заниматься продвижением миссии FIRST в России

- организовать презентацию направления FIRST Tech Challenge в Санкт-Петербурге;
- активно контактировать с образовательными учреждениями, рассказывая им о программе FIRST;
- помогать новым командам (FLL и FTC);
- открыто делиться со всеми знаниями и опытом, полученными в ходе сезона

Достижение наших целей подразумевает в том числе и материальные затраты, а поэтому перед началом сезона мы составили примерный бюджет нашей команды, а по ходу сезона ведем учетов наших доходов и трат, чтобы понимать, что мы можем себе позволить, или в какой момент нам необходимо привлечь дополнительные средства.

Ниже вы можете увидеть краткие таблицы источников наших расходов и доходов в текущем сезоне.

на 17.04.2021

Расходы сообщества

Статьи расходов	
1 Игровые элементы	77 271
2 Электроника	103 798
3 Материалы для создания робота	11 923
4 Медиа	38 515
5 Мебель для кабинета	24 094
6 Инструменты	6 131
7 Создание бренд-материалов	11 935
8 Поддержка молодых наставников	112 000
9 Чемпионат России	214 374
ИТОГО:	599 793

на 17.04.2021

Доходы сообщества

Статьи доходов	
1 СтарЛайн	298 309
2 Родители	187 400
3 Школа	69 400
4 Индивидуальные спонсоры	34 873
5 Остатки с прошлого года	6 000
6 Грант REV	3 811
ИТОГО:	599 793



РАЗВИТИЕ СООБЩЕСТВА

НАБОР УЧАСТНИКОВ

В состав команды Sputnik Original попадают лучшие ребята из нашего Лицея. Для отбора и подготовки этих ребят мы выстраиваем целую систему обучения, охватывающую ребят с 1 по 8 класс.

В начале апреля мы вместе с участниками команды FTC нашей школы Sputnik S.O.S. и участниками команд FLL Challenge презентовали FIRST (FTC и FLL) в 4-9 классах нашей школы и пригласили их участвовать в следующем сезоне. Участники команд FLL, получив базовые знания, смогут в дальнейшем стать участниками команды FTC нашего сообщества.

На сегодняшний день нам уже поступило более 50 заявок. После чемпионата России мы проведем собеседования с кандидатами и краткий курс обучения, и в конце мая сформируем команду FTC и 3 команды FLL Challenge на следующий сезон.



ПРИВЛЕЧЕНИЕ МЕНТОРОВ

Одной из основных задач нашего сообщества является привлечение менторов.

На сегодняшний день, кроме преподавателей нашей школы в состав наших менторов входят 4 выпускника команды Sputnik Original. В этом году еще 2 участника команд, как мы надеемся, смогут стать менторами новых команд.

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ STEM

В ходе работы мы перенимаем опыт менторов и узкопрофильных специалистов, которых приглашаем в школу.

Мы активно взаимодействуем с другими командами FTC в Инстаграме и на международном сервере в Discord, где можно быстро получить ответ практически на любой технический вопрос.

Мы постоянно участвуем в предметных олимпиадах по физике, информатике, программированию, что повышает их технический уровень.

Также участники нашей команды ежегодно соревнуются в компетенции «Командная работа на производстве» движения WorldSkills.

Кроме того, перед сезоном по нашей просьбе ментор Миша провел онлайн-курс, где мы научились основам программирования. В нем также участвовали команды Phantom и Победа.

Совсем недавно мы съездили в объединение ОЛИМП, где наши команды презентовали FIRST и FTC, а руководители из ИТМО дали несколько советов по улучшению робота и показали инженерную лабораторию и мастерскую.



МАТЕРИАЛЫ

Для того, чтобы всем командам FTC России было удобнее и проще ориентироваться в программе, мы постоянно занимаемся созданием различных материалов.

В прошлом году весной мы создали **онлайн-курс по программированию** в Android Studio, который в итоге посмотрело более 100 человек.

Кроме того, наблюдая на соревнованиях за тем, что многие команды не знают, как вести себя в случае несогласия с судьями, нам в голову пришла идея создания серии различных инструкций **BE GRACIOUS PROFESSIONAL**. Мы уже подготовили такие инструкции, как **Be Gracious Professional Using Question Box, Be Gracious Professional Using Forum**.

Еще один материал, подготовленный нашей командой совместно с командой 14103 Sputnik S.O.S — **мастер-класс по написанию инженерной книги**. Мы провели онлайн-встречу, запись которой выложена на нашем Youtube-канале, где рассказали, зачем нужна инженерная книга и что следует в нее включать.

Все материалы для большего удобства мы выкладываем на нашем сайте (**spuntik.lab244.ru**), который этой весной мы обновили. Кроме вышеперечисленных материалов на сайте мы разместили **методичку по 3D-моделированию** для начинающих, подготовленную нашим ментором Иваном Юрьевичем. А еще, в течение сезона мы выкладываем наши **инженерные портфолио, 3д-модель робота и программный код**.



ПОМОЩЬ КОМАНДАМ FTC

Мы стараемся помогать другим командам, чтобы сделать наше сообщество лучше. Кроме создания и публикации в открытом доступе большого количества вспомогательных материалов, в сентябре этого года вместе с украинской командой FRC NeuraBlink мы провели первый в истории русскоязычный онлайн-лагерь.

На этом мероприятии присутствовали участники команд из 9 стран! Запись лагеря можно найти на нашем ютуб-канале.

Кроме этого в январе вместе с американской командой 8680 Kragen Pinion мы договорились о проведении вебинара по программированию для российских команд. В вебинаре приняли участие представители почти всех российских команд, а сам вебинар был очень полезен.

Также в этом сезоне мы активно взаимодействовали с командами: **16950 Phantom** и **18709 Fixies**.

Мы предоставляли им наше тренировочное поле, 3д-печать, консультировали по различным вопросам, а также перед каждым соревнованием мы организовывали **Лигу Ульянки** с матчами и собеседованиями экспертами.

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ВОЛОНТЕРОВ

Мы постоянно ведем активную работу по поиску и привлечению волонтеров для развития FIRST в России. При этом часть этих волонтеров раньше никогда не были связаны со STEM-сообществом, а теперь становятся его неотъемлемой частью.

Так, например, судья соревнований FTC Настя Миняева, которую мы пригласили в прошлом году, в этом году приняла наше приглашение и стала наставником, созданных нами команд FLL.

На отборочный чемпионат в Политехническом университете мы пригласили более 15 волонтеров, а большинство из них до этого не были связаны с техническим сообществом.



СОЗДАНИЕ КОМАНД FIRST

В этом году мы сконцентрировали внимание на привлечение в FIRST молодых ребят. Всего мы создали 7 новых команд FIRST.

В нашей школе мы создали две команды FLL Challenge и две команды FLL Explore. Этим командам мы всячески помогали в течение сезона, и как итог, команды FLL Challenge стали призерами регионального отбора с Санкт-Петербурге. А команда FLL Explore — Sputnik Explorers — стала победителем регионального этапа и тоже едет на чемпионат России в Нижний Новгород.

Кроме того, после презентации FIRST в прошлом году в школе Гете-Шуле, нас попросили помочь создать команды FLL. В течение сезона мы помогли этим командам адаптироваться к формату FIRST. Например, 5 марта две команды нашего сообщества (Sputnik Original и Sputnik S.O.S.) организовали товарищескую встречу для команд FLL Challenge нашей школы и школы Гете Шуле, где мы выступили в роли экспертов и дали командам обратную связь.

На зимних каникулах мы презентовали направление FTC преподавателям и учащимся Кванториума из Северодвинска. В мае мы планируем презентовать программу FIRST в школах города и уже имеем договоренности с 4 школами и Кванториумом. Для того, чтобы презентация прошла эффективнее, мы подготовили **брошюру** и **видео о FTC**.

РАЗВИТИЕ БРЕНДА

Чтобы нашу команду узнавали, а мы могли распространять идеи FIRST, мы ведем социальные сети и канал на Youtube.

Также мы изготовили баннер сообщества и планируем использовать его при презентации команды и поиске спонсоров.

Перед набором участников мы решили полностью обновить сайт нашего сообщества, чтобы каждый желающий могут узнать любую информацию о сообществе Sputnik и о FIRST.

СТРАТЕГИЯ И КОНЦЕПЦИЯ

Всегда в начале сезона мы собираемся всей командой, чтобы обсудить правила сезона. В ходе первого изучения правил мы выделили основные действия, которые будет необходимо выполнять на игровом поле в этом сезоне:

- захватывать кольца в робота;
- стрелять по 3 кольца в ворота и по мишеням;
- стрелять из разных позиций;
- захватывать воббл;
- поднимать его на высоту примерно 35 см;
- забрасывать кольца на воббл;
- определять количество колец в стартовом стеке.

Эта таблица основана на собираемых нами статистических данных. Каждый сезон на каждом соревнованиях мы считаем набранные очки каждой команды в отдельности с помощью специальной системы подсчета очков (подробнее см. в инженерной книге на странице 42), и, таким образом, мы можем понимать, сколько примерно очков будут набирать команды на разных этапах сезона.

		LEAGUE		QUALIFIER		NATIONAL	
		ALLIANCE	TEAM	ALLIANCE	TEAM	ALLIANCE	TEAM
AUTO	Wobble Delivery	1	1	2	1	2	1
	PowerShot	2	-	2	-	3	3
	High Goal	2	2	3	3	3	-
	Parking	2	1	2	1	2	1
TELE-OP	High Goal	18	6	24	9	36	15
END GAME	Rings on Wobble	-	-	-	-	5	6
	PowerShot	2	-	3	1	3	1
	Wobble Drop	2	2	2	2	2	2
Total		257	120	335	165	447	240

При создании робота мы уже не первый год придерживаемся подхода прототип — модель — готовый механизм — улучшенный механизм. Для того, чтобы такой подход можно было реализовать, после обсуждения правил и действий, которые надо выполнять, мы обсуждаем полную концепцию робота. Только тщательное обсуждение концепции робота на начальном этапе, с попыткой максимально учесть все плюсы или минусы тех или иных модулей, позволяет создать действительно конкурентноспособного робота.

При обсуждении правил этого сезона мы решили, что на очных соревнованиях важно будет уметь сбрасывать кольца на воббл, ведь это, помимо набора очков, лишает соперника свободных колец. Исходя из такой стратегии мы пришли к следующей концепции робота (модули перечислены в порядке их реализации, исходя из плана):

КОЛЕСНАЯ БАЗА

Колесная база должна позволять роботу двигаться во всех направлениях, поэтому, как и в прошлых сезонах, мы решили использовать меканум-колеса и для надежности конструкции наша колесная база должна иметь внешние и внутренние борта

МАНИПУЛЯТОР ВОББЛА

Захват воббла расположен на передней части робота. Он будет осуществляться двумя крюками, закрепленными на двух сервомоторах. А подъем — шариковыми направляющими и системой блоков и катушки.

Захват воббла должен быть таким, чтобы мы впоследствии могли сбрасывать кольца на воббл, поэтому захват колец должен быть с другой стороны робота.

ЗАПУСК КОЛЕЦ

Запуск колец происходит с помощью мотора без редуктора, на котором закреплено мягкое колесо. Кольцо подается в пространство между колесом и неподвижной стенкой специальным подталкивателем.

Наш опыт позволяет нам сделать механизмы для всех этих действий. Но перед тем, как начинать работу, мы всегда считаем, какие примерно очки будут необходимы для победы на конкретных соревнованиях по ходу сезона. Это позволяет нам спланировать рабочий процесс, грамотно распределить время на работу с модулями по ходу сезона и выйти на пик формы к решающим турнирам.

Ниже представлена таблица по примерному максимальному количеству очков, которое будут набирать альянсы на каждом этапе по ходу сезона.

СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ

Чтобы мы могли стрелять по целям из разных точек, мы решили, что высота полета кольца должна меняться.

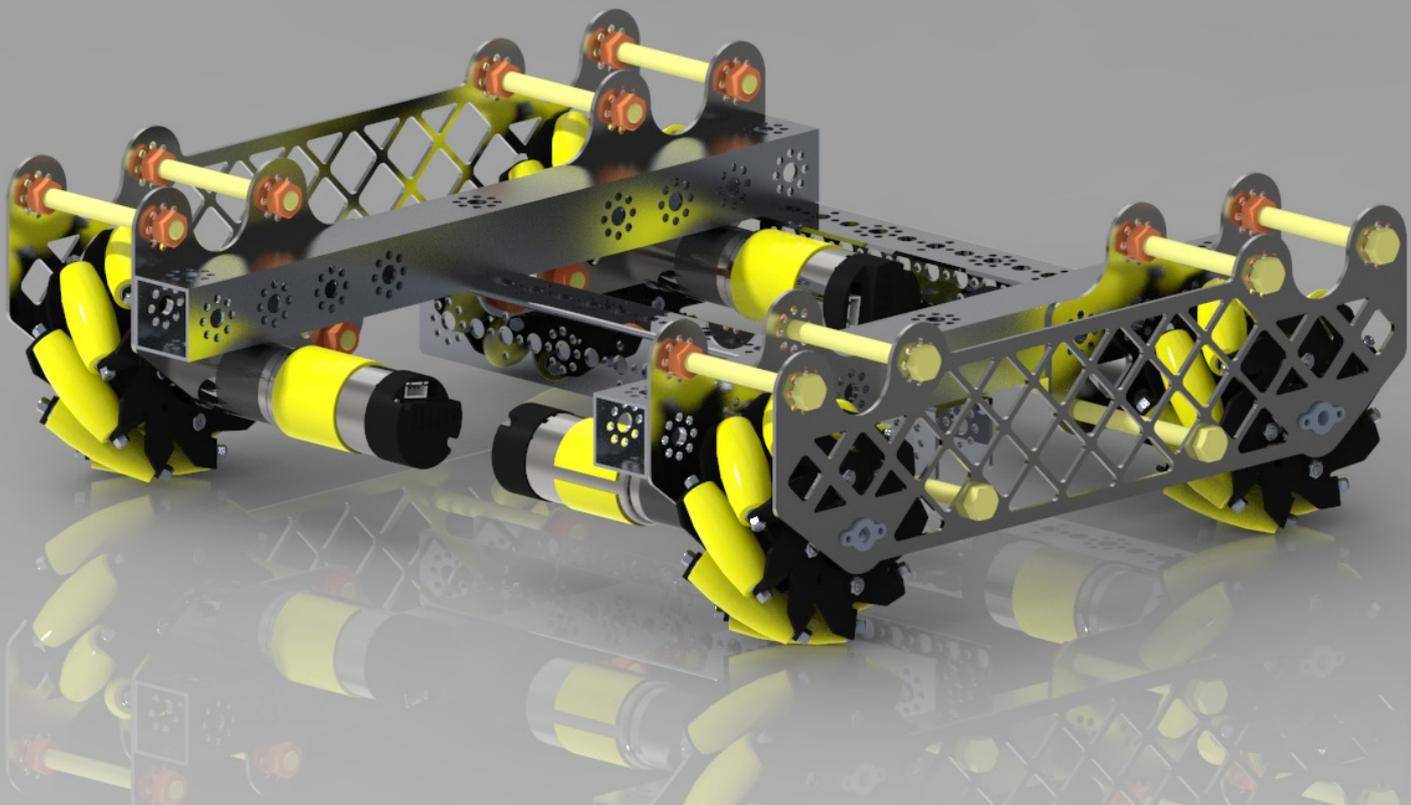
Система наведения представляет собой два сервомотора с двух сторон, на которых закрепляется обойма для запуска колец. Эти сервомоторы регулируют положение обоймы.

ЗАХВАТ КОЛЕЦ

Захват колец расположен на задней части робота, он состоит из двух подмодулей: "щетки", "ролики". С помощью щеток кольца попадают в систему роликов, с помощью которых кольца будут подниматься вверх и попадать в обойму, из которой производится запуск колец.

СБРОС КОЛЕЦ

Для сброса колец на каждом крюке захвата воббла устанавливается стенка в четверть круга. Когда крюки соединяются, образуется полукруг - "экран". Дальше обойма выставляется в горизонтальное положение, кольца выстреливаются с маленькой скоростью, ударяются в экран и падают на воббл.



КОЛЕСНАЯ БАЗА

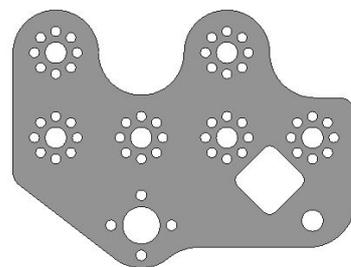
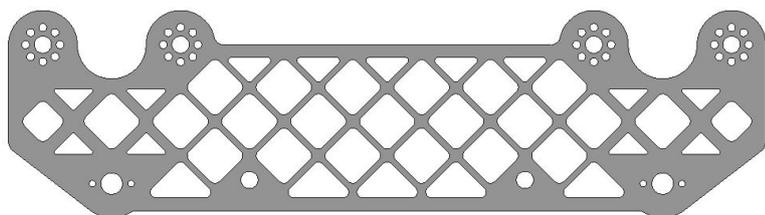
При создании колесной базы мы опирались на опыт прошлых лет. Мы решили делать колесную базу, похожую на базу из сезона SKYSTONE, потому что она была достаточно надежной.

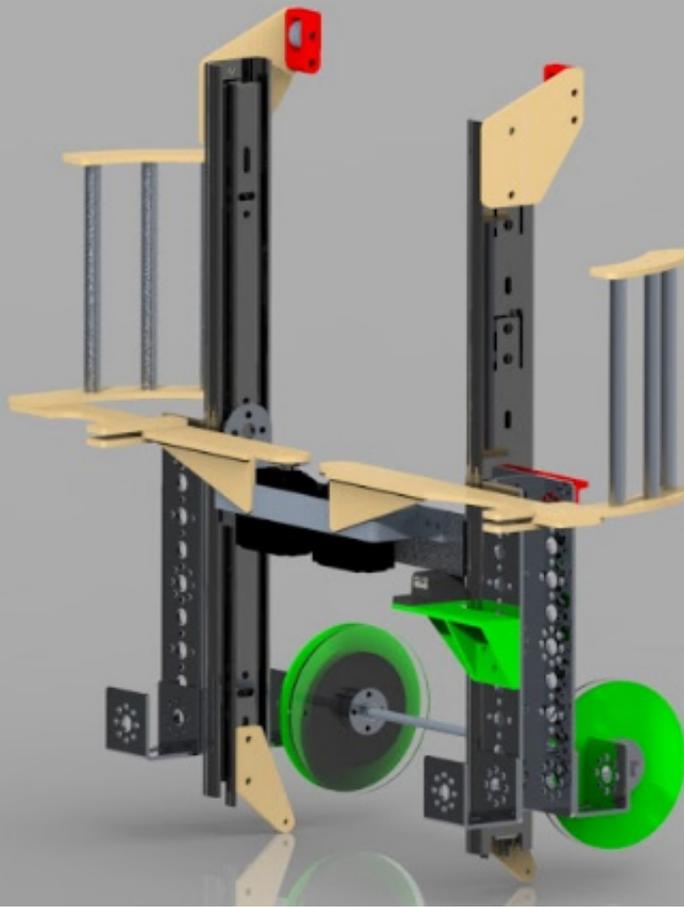
Колесная база должна позволять роботу двигаться во всех направлениях, поэтому, как и в прошлых сезонах, мы решили использовать механум-колеса. Нашей задачей было сделать более быстрого робота, поэтому мы облегчили внешние борта колесной базы в 2 раза, а также мы установили моторы с редуктором 20:1 напрямую к колесам для большей надежности.

Сами колеса расположены между моторамой и внешним бортом, в котором находится подшипник, в который вставляется ось колеса.

Чтобы контролировать движение робота в автономном режиме мы решили установить два датчика: датчик расстояния, датчик цвета. Датчик цвета мы установили так, чтобы он мог отличать черное поле от белой линии.

А датчик расстояния мы установили на высоте ниже верхнего края периметра поля и так, чтобы захваченный воббл не закрывал ему обзор.





ПОДЪЕМ ВОББЛА

Устройство для взаимодействия с вобблом располагается на передней части робота и состоит из двух модулей: захвата воббла и подъемника воббла.

При обсуждении мы рассматривали два варианта подъема воббла:

1. переворот вокруг оси
2. движение вверх с помощью направляющих.

Поскольку в нашу стратегию входит в том числе сброс колец на воббл в конце матча, мы решили, что вариант с направляющими будет более эффективным и позволит проще решить задачу по сбросу колец на воббл.

Подъем воббла осуществляется шариковыми направляющими, соединенными профилем, на котором установлены сервомоторы для захвата воббла. Направляющие приводятся в движение системой двух катушек и блоков. Катушки установлены на одной оси. Одна из них приводится в движение мотором через цепную передачу 1:1, вторая — через ось.

В ходе первых тестов мы обнаружили проблему: при опускании направляющих, мы не успевали вовремя остановить мотор и происходило раскручивание веревки и ее запутывание.

Поэтому мы улучшили эту систему с помощью датчика касания и специальной направляющей для веревки.

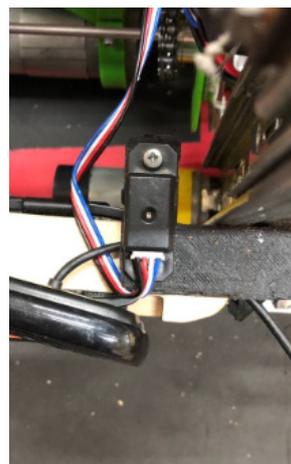
Датчик касания установлен и запрограммирован так, что когда направляющие опускаются в крайнее

нижнее положение, происходит нажатие на датчик и мотор автоматически перестает вращаться.

После многочисленных тестов мы заметили, что этот датчик не всегда удается нажимать так, чтобы он реагировал. И мы решили заменить датчик касания на магнитный концевик, который, в отличие от датчика, реагирует, даже когда магниты не касаются, а находятся в сантиметре друг от друга.

Специальная направляющая для веревки смоделирована и установлена таким образом, чтобы веревка при своем движении никуда не попадала и не застревала.

В итоге, данный механизм легко и быстро поднимает воббл на нужную высоту для сброса его через борт в конце управляемого периода. А в автономном периоде позволяет аккуратно доставлять воббл, без риска поставить свой воббл на чужой.



ЗАХВАТ ВОББЛА

Захват должен быть простым в создании, быстрым, эффективным и способен достать воббл в любой точке игрового поля. Поэтому мы решили, что в качестве захвата будем использовать два крюка, закрепленных на сервомоторах.

ВЕРСИЯ 1



Изначально захват представлял собой два простых фанерных крюка. Из-за достаточно большой длины крюков они достаточно сильно отклонялись вверх-вниз. И из-за этого при резком движении воббл выпадал из захвата.

ВЕРСИЯ 2



Мы решили сделать крюки не из фанеры, а из пластика и сделать их толще, рассчитывая, что увеличение площади обхвата сделает захват более надежным. В этой версии воббл сильно давил на один из крюков, раздвигал их и выскальзывал.

ВЕРСИЯ 3



Мы уменьшили толщину крюков, вернувшись фактически к первой версии, дополнив ее пластинами поддержки, который должны были препятствовать отклонениям крюков вверх-вниз.

ВЕРСИЯ 3.1



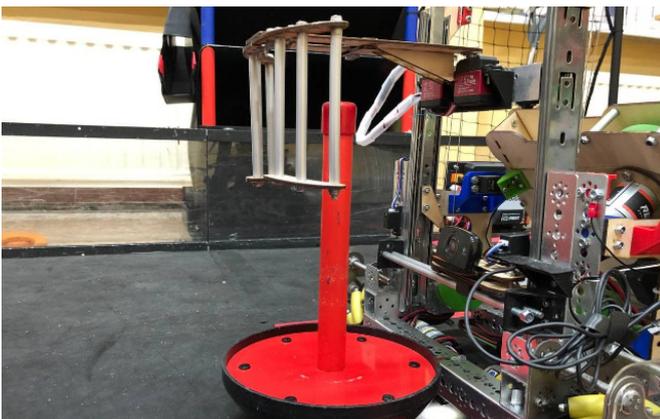
Эта версия хорошо показала себя в тестах, поэтому мы доработали ее и сделали более элегантной. Таким образом финальная версия захвата воббл представляет собой два фанерных крюка с упорами. Этот механизм позволяет захватить воббл в любом месте поля, включая самый угол, и быстро двигаться с ним.

СБРОС КОЛЕЦ НА ВОББЛ

ВЕРСИЯ 1

Механизм сброса колец на воббл представляет из себя экраны из фанерных деталей, которые соединяются между собой алюминиевыми трубками.

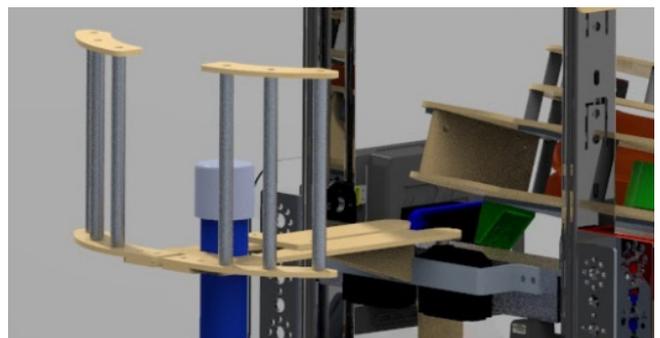
В первой версии экраны прикреплялись к крюкам захвата воббл снизу. Таким образом, при поднимании направляющих кольцо должно было пролетать под профилем, который соединяет направляющие, попадать в экраны и падать на воббл.

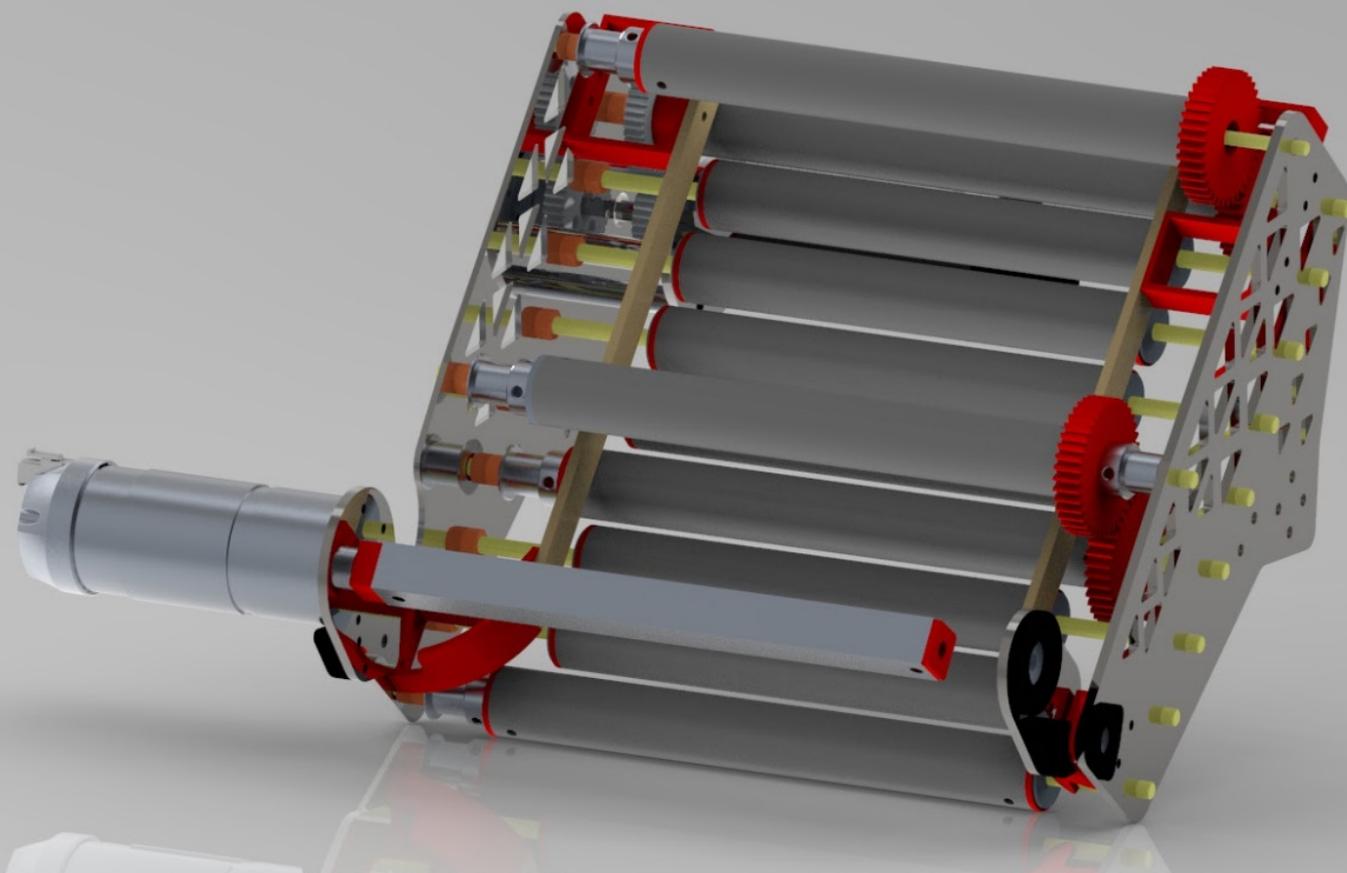


ВЕРСИЯ 2

Проблема первой версии состояла в том, что для точного попадания колец на воббл, его нужно было придерживать отдельным механизмом внизу робота.

Во второй версии мы решили сделать такой механизм сброса колец на воббл, который не требует дополнительных механизмов. Экраны мы закрепили на крюки захвата воббл сверху. Таким образом, когда мы захватим воббл, мы выстреливаем кольца прямо в экраны и они падают на воббл (как показано на картинке снизу), остается только открыть захват и кольца окажутся прямо на воббле.





ЗАХВАТ КОЛЕЦ

Захват колец состоит из двух подмодулей: “щетки” и “ролики”. С помощью щеток кольца попадают в систему роликов, которые поднимают кольца в обойму. В 1 и 2 версиях у нас были реализованы только ролики.

ВЕРСИЯ 1

В первой версии кольца поднимались по резиновым уплотнительным кольцам, а сверху их прижимала фанерная крышка. В движение эту систему приводил мотор REV Core Hex. Но оказалось, что уплотнительные кольца сильно растягиваются, и поэтому кольцо не может подняться на нужный нам уровень.

ВЕРСИЯ 2

Во второй версии мы заменили уплотнительные кольца на мартенцев бинт. Верхнюю крышку мы тоже решили заменить на два ролика, между которыми натянут мартенцев бинт, и приводили ее в движение при помощи зубчатой передачи.

Для нормальной работы зубчатой пары, мы строили зуб при помощи эвольвенты.

$$r = d_0/2$$

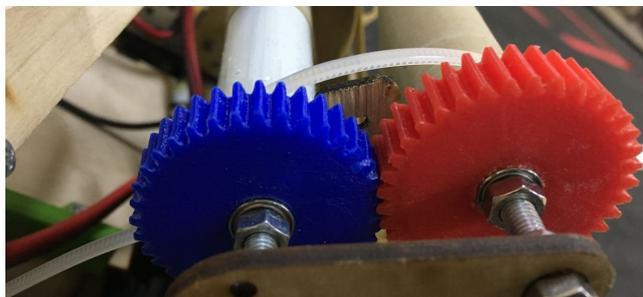
$$\varphi_{rad} = t * 2 * \pi/4$$

$$\varphi_{deg} = t * 360/4$$

$$x = r * \cos(\varphi_{deg}) + r * \varphi_{rad} * \sin(\varphi_{deg})$$

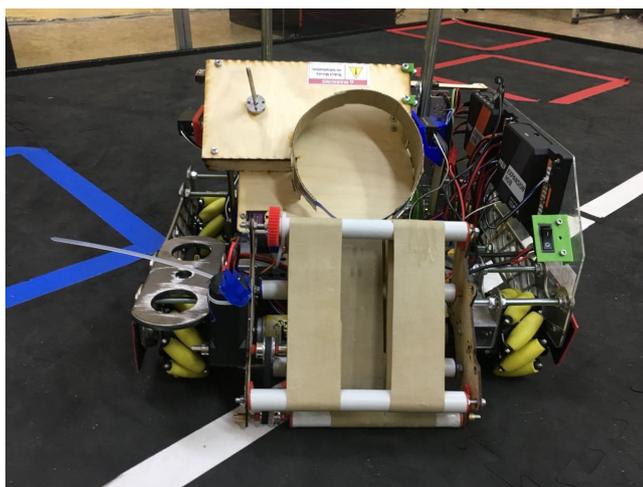
$$y = r * \sin(\varphi_{deg}) - r * \varphi_{rad} * \cos(\varphi_{deg})$$

$$z = 0$$



Но у этой версии захвата колец был ряд проблем:

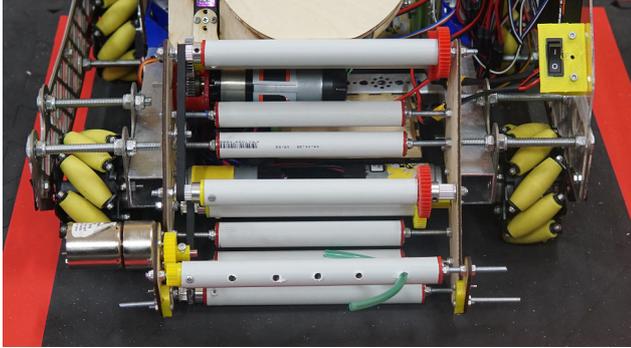
- захват и подъем колец происходил слишком медленно, потому что расстояние между роликами было очень маленькое;
- мы могли захватывать кольца только тогда, когда они были у борта;
- конструкция выглядела не очень красиво.



ВЕРСИЯ 3

В третьей версии мы отказались от бинта и сделали три приводных ролика снизу и три сверху. Эти ролики приводятся в движение с помощью зубчатых ремней и шестеренок.

Помимо приводных роликов снизу также располагаются и неприводные, по которым едет кольцо. На первом из нижних роликов располагаются щетки, которые позволяют осуществить захват кольца.



Чтобы реализовать эту систему, нам нужно было 4 ремня. Но, так как не все ремни, которые продаются в магазинах, нам подходят, из-за длины, нам пришлось купить один большой и сшивать из него ремни нужной нам длины.

Проводя тесты, мы сталкивались с проблемой проскакивания ремней. Для ее решения мы установили натяжительный ролик.

Главной проблемой было натяжение ремня с мотора на верхний ролик. Мы решили устранить эту проблему, сделав привод с помощью зубчатых шестеренок.

Также мы решили подмодуль “щеток” сделать откидывающейся частью захвата и приводить их в движение другим мотором.

Кроме этого, в первом варианте такого подъемника в середине конвейера у нас отсутствовал один ролик, так как его было достаточно сложно установить. Из-за этого кольца при подъема часто попадали в свободное пространство и застревали.

ВЕРСИЯ 3.1

Чтобы устранить проблему застревания колец в середине подъемника, мы установили там дополнительный ролик.

Для осуществления сброса и удержания “щеток” захвата мы поставили сервомоторы с обеих сторон и приводили их в движение во время сброса колец.

Чтобы улучшить надежность механизма, мы изменили крепление мотора подъема, теперь мотор закреплен на фанерной детали, которая соединена со стенкой механизма подъема колец алюминиевыми трубками.



ВЕРСИЯ 3.2

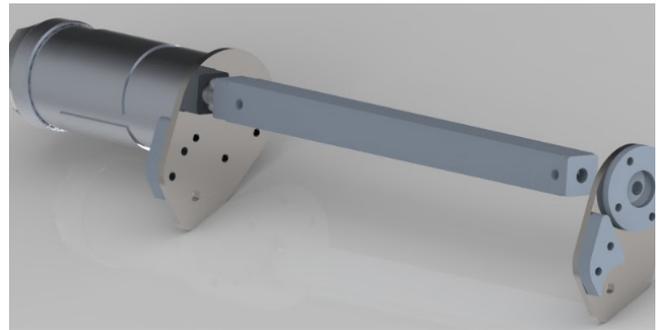
В предыдущих версиях мы сталкивались с проблемой изнашивания шестеренок на захвате колец.

В версии 3.2 мы решили заменить Tetrix мотор 40:1 на мотор REV 20:1. Благодаря данной замене мы:

1. избавились от шестеренок и их изнашивания
2. сделали конструкции более тяжелой, из-за чего ей легче откинуться.



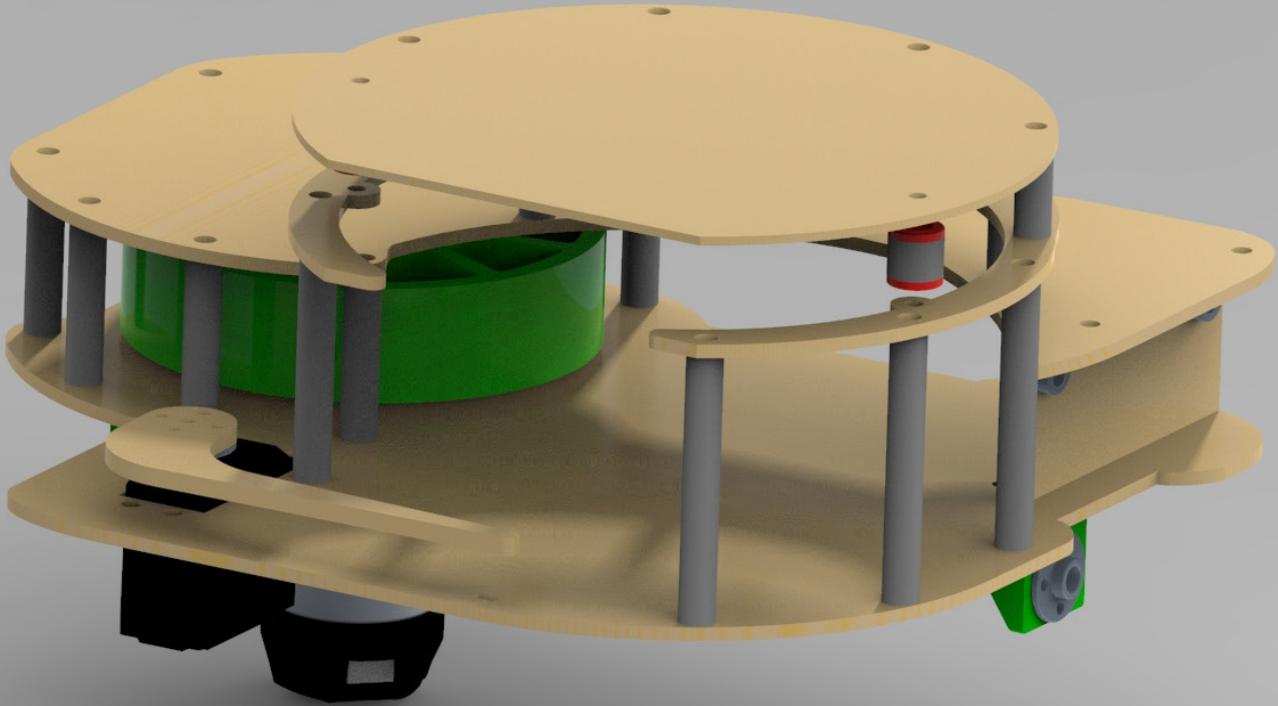
Также мы заменили оси, с помощью которых соединены подъем и захват колец, на подшипники. Кроме этого, мы отказались от использования сервомоторов, которые ломались из-за высокой нагрузки.



Еще мы столкнулись с проблемой с поломкой ролика на захвате колец из-за его непрочного материала, поэтому мы заменили его на алюминиевую трубку квадратного сечения.

Для прочности всего механизма мы нарезали борта из стали с вырезами для облегчения.





ЗАПУСК КОЛЕЦ

Первым делом мы посчитали, какова должна быть скорость мотора, чтобы кольцо летело, сколько нам нужно:

Основные формулы, определяющие баллистическое движение:

$$S = \left(\frac{V^2}{g}\right) * \sin 2\alpha, h = \left(\frac{V^2}{2g}\right) * \sin^2 \alpha$$

S - длина полета, h - максимальная высота полета, V - начальная скорость, g - ускорение свободного падения, α - угол между ободом и землей.

$$\frac{S * g}{\sin 2\alpha} = \frac{h * 2g}{\sin^2 \alpha}, \frac{4,88 * 9,8}{\sin 2\alpha} = \frac{1 * 2 * 9,8}{\sin^2 \alpha}$$

$$\alpha = 39^\circ, V = 7 \text{ м/с}$$

Дальше мы определили, сколько оборотов в секунду должен совершать вал мотора для достижения такой скорости:

N - кол-во оборотов вала, V - начальная скорость, 2πr - длина окружности колеса:

$$N = \frac{V}{2\pi r} = \frac{7}{2 * 3,14 * 0,097} = 22$$

Скорость нашего мотора с редуктором 20:1 — 5 об/с. С учетом потерь скорости колеса при контакте с кольцом минимальная передача, которая нам нужна — 1:6.

В процессе тестирования мы поняли, что такой передачи недостаточно, чтобы сообщить кольцо необходимую скорость.

Далее у нас было 2 варианта, как ускорить запуск колец:

1. поставить передачу 1:9

2. попробовать поставить мотор без стандартного редуктора.

Мы решили выбрать второй вариант, так как мотор без редуктора занимает меньше места и существенно меньше весит и не требует покупки дополнительного мотора.

Мы создали прототип с колесом, поставленным на вал мотора и после удачных тестов мы начали создавать модель механизма запуска колец в САПР.

Для выбора материала для ободы мы провели опыты измерения силы трения кольца о фанеру и оргстекло. С помощью динамометра мы измеряли силу, действующую на три кольца и колеса.

По 2-му закону Ньютона

$$ma = F_{\text{тяги}} - F_{\text{трения}}$$

Если мы будем тянуть кольца равномерно, тогда ускорение будет равно 0.

$$0 = F_{\text{тяги}} - F_{\text{трения}}, F_{\text{трения}} = F_{\text{тяги}}$$

При измерениях силы трения на оргстекле динамометр показал 1.2Н, а при измерениях на фанере 0.7Н. Фанера показала лучший результат, поэтому мы решили делать ободы из фанеры.



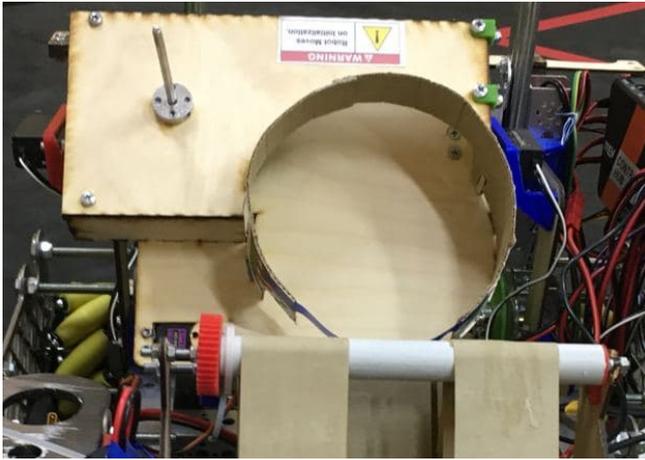
ВЕРСИЯ 1

Чтобы закрепить колесо на валу мотора, мы создали переходник с отверстия под крепление колеса и отверстием под пиньон.

На крышке механизма мы установили хаб для оси TETRIX в колесо AndyMark, вложили бронзовую втулку TETRIX и напечатали проставку, которую надели на ось между колесом и хабом. Проставка плотно прижимает наше колесо и не дает ему слетать.



Саму обойму мы сделали из картона, чтобы не тратить материал на ее изготовление. Кольца, находящиеся в обойме для запуска толкаются фанерной деталью, закрепленной на сервомоторе.



У этой версии было несколько существенных проблем:

1. кольца могут вылетать из обоймы;
2. подталкиватель не помещается из-за подъема колец
3. вся конструкция не очень красиво выглядит (особенно обойма)

Но также есть и плюсы данной конструкции:

1. в отличие от использования редуктора наш механизм работает менее шумно
2. нам не пришлось покупать дополнительный мотор 3:1 или 1:1

ВЕРСИЯ 2

В второй версии мы решили эти проблемы тем, что сделали вместо картонных стенок стойки из алюминия, добавили крышку и изменили форму подталкивателя.

Также был добавлен подшипник между верхней стенкой и колесом вместо хаба и бронзовой втулки. Ось была заменена на болт. Подшипник позволяет надежно зафиксировать колесо на валу мотора.

ВЕРСИЯ 2.1

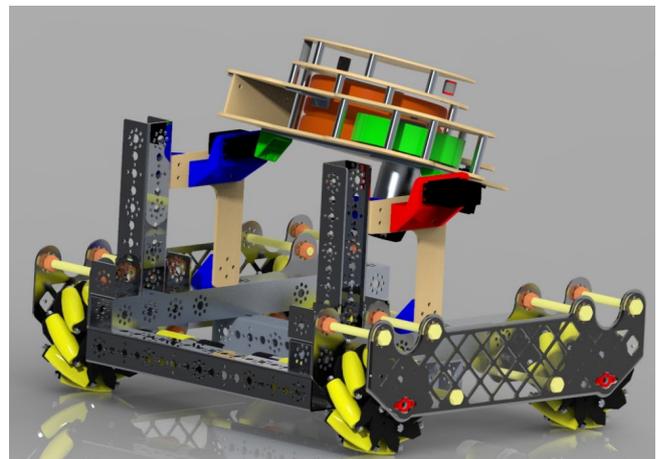
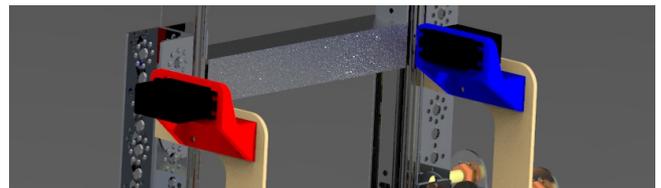
Для того чтобы улучшить попадание колец в обойму, мы добавили ролики, которые сжимают кольцо и используют его энергию упругости для проталкивания в механизм.



СИСТЕМА НАВЕДЕНИЯ

Для того, чтобы иметь возможность стрелять по воротам и мишеням из разных точек поля, а главное, иметь возможность сбрасывать кольца на воббл тем же механизмом стрельбы, мы сделали нашу обойму подвижной.

Система наведения состоит из двух сервомоторов REV, на валы которых одевается наш механизм запуска колец. Таким образом, при вращении вала сервомотора, меняется угол обоймы и благодаря этому мы можем как стрелять по воротам и мишеням, так и сбрасывать кольца на воббл.



ПРОГРАММИРОВАНИЕ

В этом сезоне у нашей команды появились 3 начинающих программиста, поэтому мы начали с нуля осваивать самые простые алгоритмы.

Весной ребята прошли онлайн-курс по базовому программированию в Android Studio, который подготовил на тот момент участник нашей команды Миша. Но вся реальная практика и обучение начались в сентябре после публикации правил.

ПЕРВЫЙ ЭТАП

В качестве инструмента программирования на первом этапе мы выбрали текстовый FTC OnBotJava, потому что там легче освоится.

Самая первая наша программа — это движение одного мотора с заданной на него мощностью. До первой встречи Лиги Санкт-Петербурга мы также написали TeleOp и примитивные автономы, которые контролировались по времени.



ВТОРОЙ ЭТАП

После Первой встречи мы пришли к решению, что будем использовать движение по энкодерам, ведь оно не зависит от зарядки аккумулятора и обеспечивает более точный проезд.

Для решения этой задачи мы научились писать циклы, процедуры, сложные методы и функции.

Также в это время, кроме маршрутов, мы начали работать над решением задачи распознавания. Для решения этой задачи мы начали работать в Android Studio, потому что там легче работать с библиотеками (OpenCV, например).

Кроме того, мы систематизировали наши маршруты в наглядные схемы движения робота в автономном периоде.

После Второй встречи, мы выбрали другой режим работы моторов по энкодерам: RUN_TO_POSITION, где программа управляет каждым мотором по-отдельности.

ТРЕТИЙ ЭТАП

После того, как мы научились самым базовым вещам и алгоритмам, мы полностью перешли в более профессиональную среду Android Studio (там уже было написано распознавание).

Для того чтобы писать удобно редактируемый код, мы предварительно обсудили и разобрались со структурой системы управления роботом.

Мы решили, что будем писать отдельные классы для каждого механизма и для работы с датчиками и с распознаванием. Такой формат сборки отдельных классов облегчает работу с ними, редактирование, а также позволяет быстро определять проблемы в конкретных местах кода и устранять их.

Для того, чтобы долго не настраивать каждый маршрут проезда робота по энкодерам, мы начали разбираться с датчиками цвета и расстояния.

После этого уже начали реализовывать маршруты по схемам, но, так как у нас возникли проблемы с датчиками на финал Лиги, мы решили настраивать движение по энкодерам.

После того, как мы прописали все классы, мы создали абстрактный класс, в который собрали классы отдельных механизмов (распознавание, колесная база и тп).

И после этого мы начали создавать четыре программы автономного периода, которые наследуются от абстрактного класса AutoParent. Он запускает распознавание и выбирает маршрут доставки воббла.



ЧЕТВЕРТЫЙ ЭТАП

После финальной встречи лиги Санкт-Петербурга, мы решили разобраться с проблемой в методе с датчиками. Для этого нам помог онлайн мастер-класс по программированию от американской команды Kraken Pinion 8680. Ребята рассказали, что при работе с датчиками нужно уменьшить скорость движения робота, чтобы он успел распознать линию.

Датчик Цвета нам нужен для движения в автономном периоде, чтобы робот двигался от линии до линии.

В программе у нас есть 2 главные функции, в которых происходит распознавание линий. Первая функция включает в себя условие для Бесцветной линии, то есть белой. Вторая функция нужна для Цветных линий, которая включает 3 условия для синих, красных линий и черного поля.

Также мы написали защиту для наших методов, если датчик не срабатывает.

Помимо этого, мы используем датчик расстояния в автономном периоде, когда стартуем ближе к центру поля, так как там меньше линий для ориентирования.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ

РАСПОЗНАВАНИЕ

Наш обработчик изображений выделяет 3 значимых фрагмента: для нижнего кольца, для верхних трёх колец и для калибровки относительно покрытия.

После мы переводим значение с камеры в цветовую схему YCbCr и выделяем компоненты Cb.

Теперь мы сравниваем эти пиксели: где Cb больше порога - белые (255 - кольца), а все остальные чёрными (0).

После этого мы вычислили среднее значение цвета пикселя в каждом фрагменте изображения, которое сравниваем с калибровочным фрагментом.

КОНТРОЛЬ СТРЕЛЬБЫ

Для обеспечения точности стрельбы нам необходимо запускать кольца с одинаковой начальной скоростью. А для этого нужно точно регулировать угловую скорость механизма.

Вместо интерфейса DcMotor мы стали использовать интерфейс DcMotorEx, где определены методы set и getVelocity.

Метод getVelocity считывает значение скорости в тиках энкодера в секунду(тик/с), а метод setVelocity

устанавливает и поддерживает угловую скорость мотора с помощью PIDF-регулятора.

Мы подобрали скорость, при которой стрельба является легальной, и записали ее в константу, на которую позже ссылаемся при установке скорости. Также это позволило существенно ускорить стрельбу 3 кольцами.

КОНТРОЛЬ ПОДЪЕМА ВОББЛА

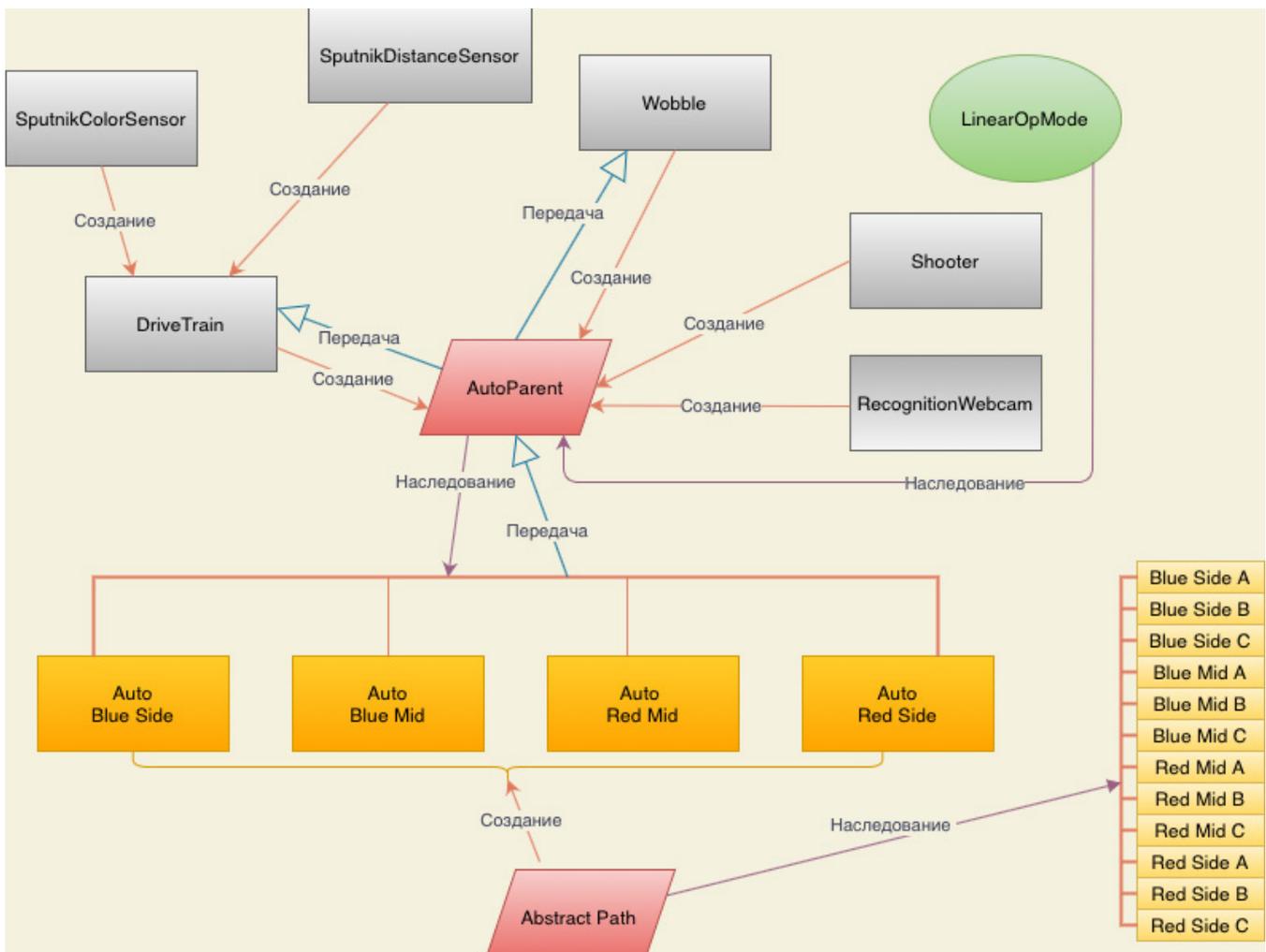
Для сброса воббла и колец на него необходимо удержание его в управляемом периоде в определённых позициях.

Мы используем режим работы моторов по энкодерам: RUN_TO_POSITION, где программа управляет каждым мотором по отдельности, устанавливает и удерживает нужное значение энкодера с использованием PID регулятора.

У нас есть три позиции: самая верхняя, промежуточная, самая нижняя. Для них прописаны значения энкодера и мощность, которая подаётся на мотор. Также имеется переменная с позициями, которая хранит нужное положение.

С помощью правого и левого триггеров можно уменьшать или увеличивать номер позиции.

Структурную схему нашего программного кода вы можете увидеть ниже.





SPUTNIK