

ИНЖЕНЕРНОЕ ПОРТФОЛИО

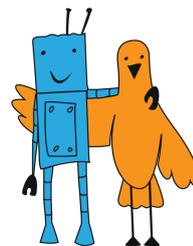
11044

**11044 PML30
WHITE NIGHTS**

Содержание

1. Команда.....	3
1.1 Участники.....	3
1.2 Миссия.....	4
1.3 Цели на сезон.....	4
2. Робот.....	5
2.1 Колесная база.....	5
2.2 Модуль вращения карусели.....	5
2.3 Захват элементов.....	6
2.4 Подъемник элементов.....	6
2.5 Текущая версия робота.....	7
2.6 Программирование.....	10
3. Социальная активность.....	13
3.1 Создание команд FIRST.....	13
3.2 Получение навыков.....	14
3.3 Взаимодействие со STEAM сообществом.....	15
3.4 Социальные сети.....	15

Спонсоры



1. Команда

1.1 Участники

Техническая команда



Дария Баснер
Капитан, инженер



Михаил Голубков
Главный программист



Виктория Байздренко
Главный инженер



Даниил Кайсаров
Инженер



Георгий Погребицкий
Инженер

Медиа команда



Марта Родионова
Координатор
медиа



Андрей Остапченко
Журналист



Мария Оганян
Сувениры



Владислав Баталенков
Журналист



Серафима Патрина
Перевод

Наши наставники



София Либерман



Дмитрий Лузин

1.2 Миссия

Участник каждой команды приходит в образовательную программу FIRST для того, чтобы получить необходимые ему знания и навыки. Помимо этого, участники учатся находить общее решение, доводить идею до работающего механизма и получать удовольствие от процесса. Миссией команды мы называем то, по каким принципам она работает и какие цели ставит перед собой.

Так как команды в нашем центре существуют еще с 2013 года, своей миссией мы считаем помощь другим командам, передачу опыта и создание новых команд FIRST.

1.3 Цели на сезон

Инженерия

- Научиться работать с новыми материалами
- Передать опыт новым участникам
- Использовать новый вид колесной базы

Медиа

- Создать новые элементы бренда
- Добавить больше визуального оформления в социальные сети
- Оформить Brand-book
- Сделать новые оригинальные сувениры

Личные качества

- Пройти курс лекций по публичным выступлениям
- Познакомиться и получить новые знания от специалистов в областях инженерии, программирования и т.д.
- Обучиться новым компетенциям (пайка, работа со станками, отливка деталей из силикона)

Сообщество

- Принять участие в двух технических фестивалях: Geek Picnic и Robotech
- Создание команд FTC по всей России
- Провести мастер-классы в пяти школах Санкт-Петербурга



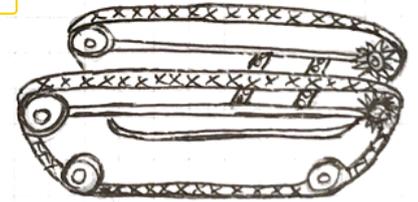
2. Робот

2.1 Колесная база

На обсуждении в начале сезона мы пришли к выводу, что из-за наличия барьеров на поле оптимальным вариантом колесной базы является гусеничная. Это связано с тем, что она отличается высокой проходимостью и устойчивостью при правильной конструкции.

Также одним из плюсов является то, что для всех членов команды это станет новым опытом, так как в прошлых сезонах использовались в основном другие колесные базы (меканум, шестиколесная, омни).

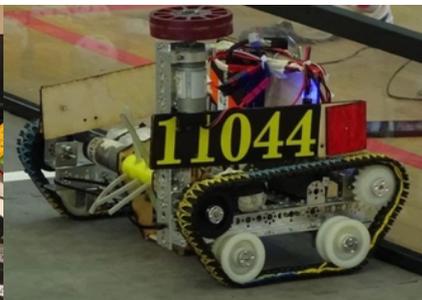
Благодаря прототипу, мы смогли понять, что робот лучше переезжает барьеры стороной, где гусеницы скошены. Поэтому колесная база имеет форму трапеции.



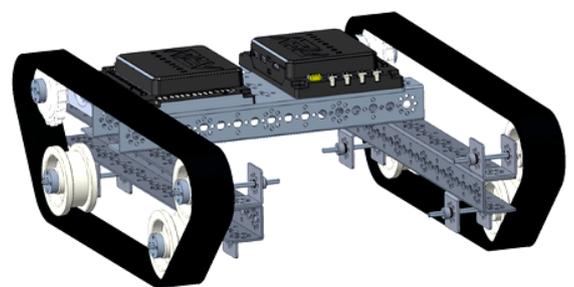
Прототип



Первая версия



Вторая версия

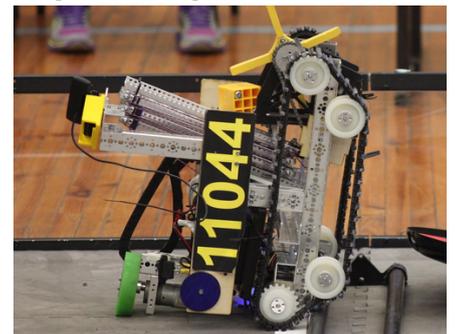


Одним из отличий второй версии колесной базы стали канцелярские резинки, натянутые на гусеницы. Это было необходимо для усиления трения колесной базы с полем.

Основным недочетом первой версии была неустойчивость. Это связано с ее слишком коротким основанием. Поэтому единственным отличием второй версии стало удлинение колесной базы.

После мы изменили положение поперечных балок, уменьшив длину робота, чтобы он помещался в размеры. Помимо этого, мы решили заменить канцелярские резинки на оригинальные проставки Tetrix. Но так как возможности купить их у нас не было, мы изготовили их самостоятельно. Первая попытка была из силикона, но она оказалась неудачной – такие проставки легко рвутся. Поэтому мы напечатали их из резины. Но оказалось, что наилучший результат дает комбинирование напечатанных проставок с резинками, поэтому мы остановились на этой идее.

Третья версия



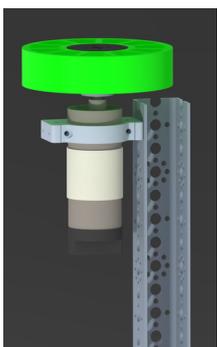
2.2 Модуль вращения карусели

Первая версия

Первая версия выглядит достаточно примитивно: мотор 40:1 с колесом (жесткостью 45А по Шору). Эта конструкция стояла на углу робота. Но вместо того, чтобы равномерно крутить карусель, колесо билось о неё или проскальзывало.

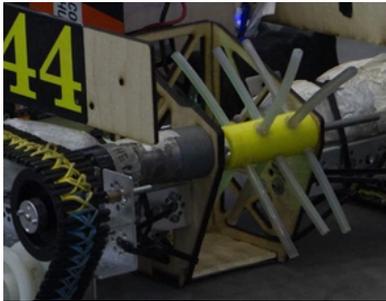
Вторая версия

Мы заменили колесо на более мягкое (30А по Шору) – теперь карусель вращалась равномерно, и переставили карусель ближе к центру робота. Это упростило написание автономного периода и езду для операторов.



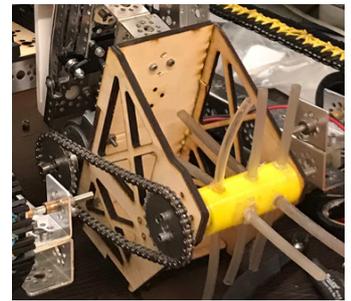
2.3 Захват элементов

Первая версия



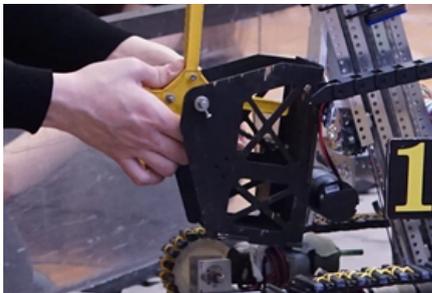
Первый вариант захвата состоял из коробки из фанеры и пластикового вала с резиновыми трубками. Так как теперь захват стал прикреплен на лифт, мы переместили мотор захвата на его заднюю стенку. Из-за этого пришлось добавить шестереночную передачу.

Вторая версия



Однако мы плохо продумали крепление захвата к лифту. Оно было шатким и ненадежным, а захват плохо брал некоторые элементы (утки и тяжелые кубики), так как стоял под углом. Добавив к трубкам стяжки, мы немного улучшили ситуацию.

Третья версия



В третьей версии мы заменили крепление захвата на печатную деталь, поэтому он стоял ровно. Но так как отверстия, на которые захват крепится, находились слишком близко, он остался шатким. Вал мы заменили на звезду, которую отлили из силикона. Первая такая звезда оказалась слишком упругой, поэтому она выбила дно захвата. Но при изготовлении второй звезды мы изменили размеры ее лепестков, а также подняли ось, на которой эта звезда была размещена. Теперь захват стал прекрасно брать все элементы.

2.4 Подъемник элементов



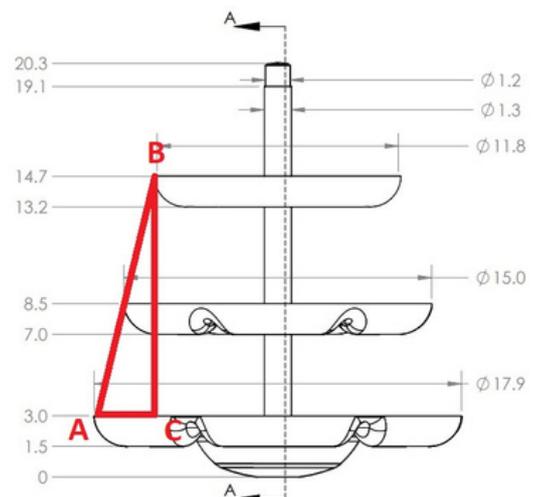
Мы используем каскад Gobilda, так как у него минимальный люфт (шаткость). Первые две встречи у нас стояло только три профиля, а к третьей товарищеской встрече мы поставили четвертый. Но из-за нашей ошибки одна из направляющих в этом лифте сломалась, поэтому мы сделали замену оригинальной. Направляющие из фанеры, пластика и оргстекла были слишком хрупкими, а наилучшим результатом оказалась комбинация из пластика и фанеры.

Для того, чтобы робот мог выкладывать элементы на все уровни Alliance Shipping Hub мы рассчитали угол наклона лифта. Для его расчета были использованы чертежи элемента поля и тригонометрические формулы.

Лифт поднимается параллельно гипотенузе [AB] треугольника ABC. Следовательно, угол наклона лифта относительно горизонтальной плоскости равен углу $\angle BAC$.

Тангенс угла $\angle BAC$ равен отношению $|BC|:|AC|$.

Из чертежа можно найти величину $|BC| = 14.7$ in, и величину $|AC| = 3.05$ in.

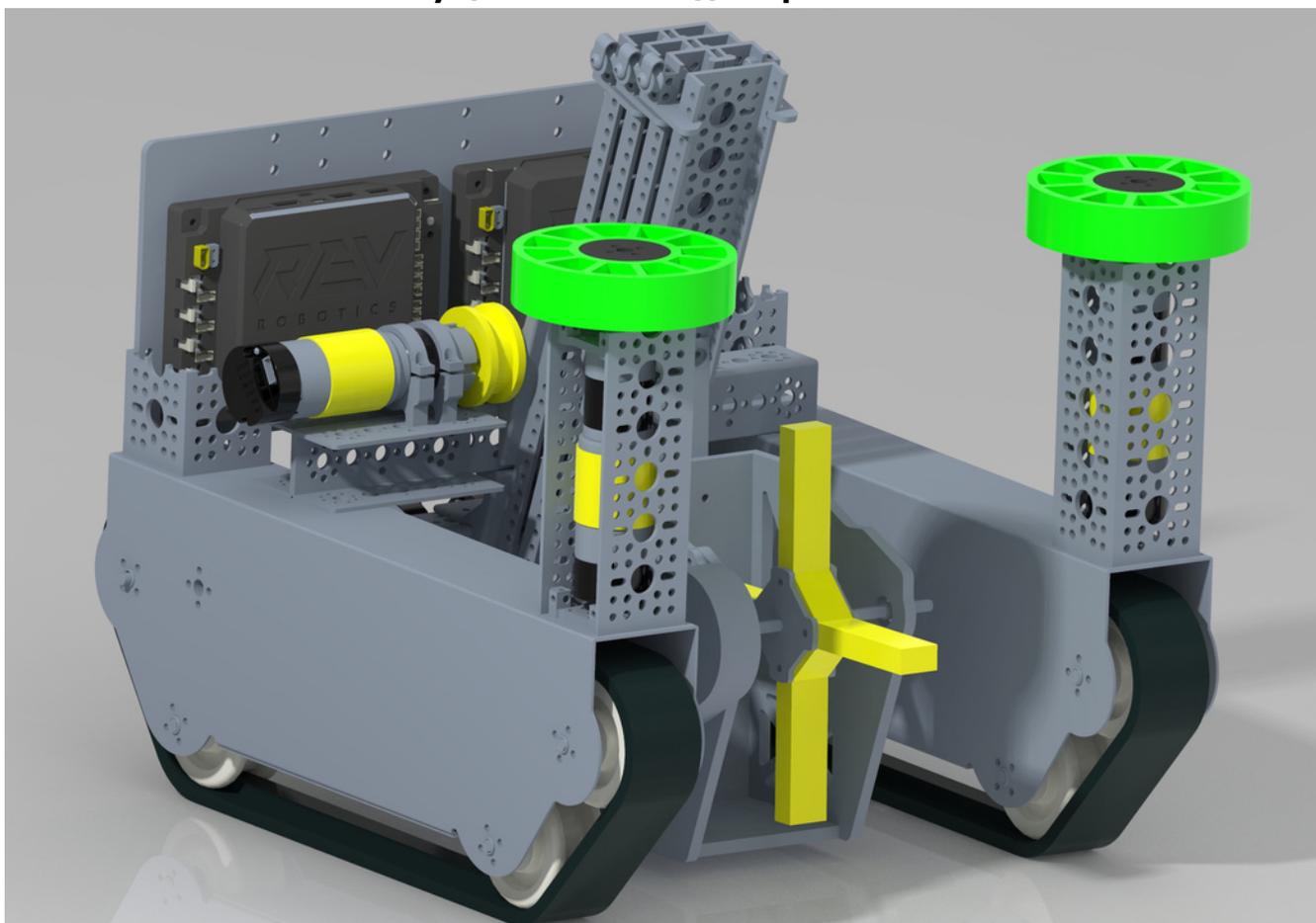


Тогда тангенс угла равен $78.278^\circ \approx 78^\circ$.

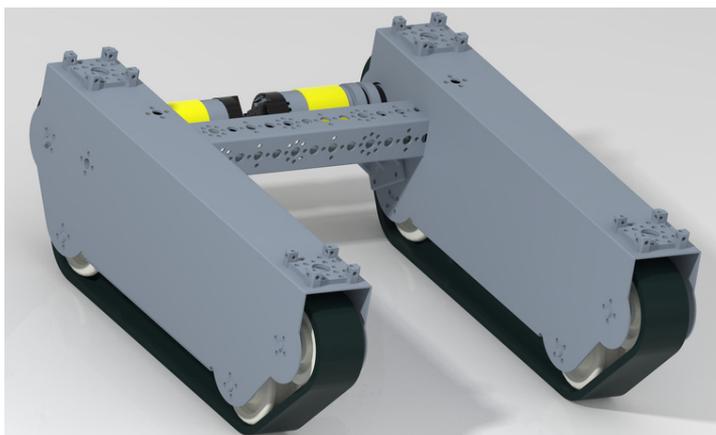
2.5 Текущая версия робота

К третьей товарищеской встрече мы убедились в правильности концепции робота, поэтому мы решили перейти от работы над прототипом к более глубокой проработке конструкции. Работа началась с создания подробной 3d-модели. Она позволяет точно оценить итоговые габариты модулей и их расположение, создать точное представление и изготовить множество специфичных деталей, а также учесть и просчитать множество нюансов заранее, упрощая работу всей команде.

Текущая полная модель робота



Кассеты из стали



Колесная база

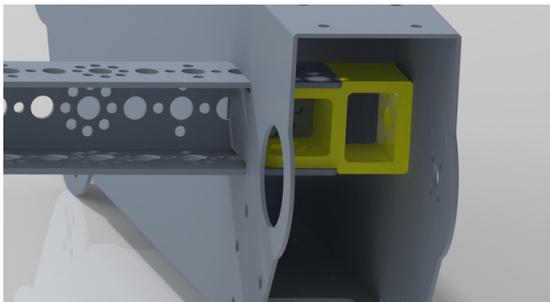
При создании 3d-модели сначала были разработаны кассеты (листовая модель). Они изготовлены из стали. Мы подготовили все необходимые чертежи и модели, после чего отправили их в компанию, занимающуюся лазерной резкой и гибкой металла, где нам их и изготовили. После этого мы приступили к сборке робота.

Первый и второй варианты крепления



Далее мы перешли к продумыванию крепления блоков и приводных звезд к кассетам. Теперь блок подвижен относительно оси, а между ними находится подшипник.

С креплением приводной звезды оказалось сложнее. Вариант, где звезда крепится исключительно к мотору был отброшен сразу, так как из-за натяжения гусеницы, ось мотора будет выгибаться, а это ломает редуктор. У нас было два варианта крепления оси (см. скрины). Ради простоты мы решили избежать варианта с шестеренками, поэтому приступили к продумыванию другого варианта. Теперь звезда с одной стороны крепится при помощи муфты Gobilda к оси мотора, а с другой стороны к неподвижной оси так, что между ними находится подшипник.

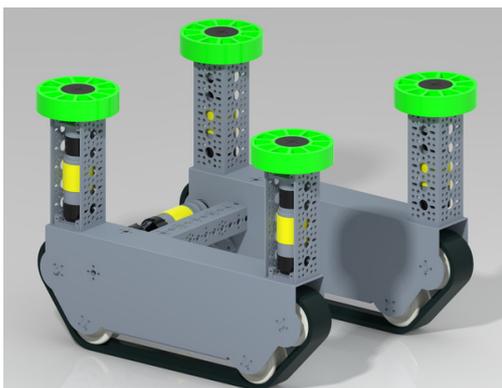
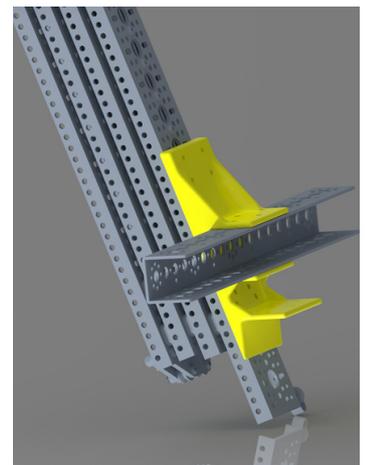


Для соединения двух кассет мы выбрали профиль Tetrix из-за его формы и габаритов. Но мы столкнулись со следующей проблемой: длина профиля не соответствует ширине робота. Изменить ширину робота мы не могли. Так как обрезать профиль мы не хотели, было решено взять профиль короче и удлинить его. Для этого был сделан удлиненный вариант magic П-шки.

Лифт

Положение поперечных профилей определило крепление лифта. Теперь оно состоит из двух уголков своеобразной формы, которые, как и раньше, обеспечивают угол 78 градусов относительно горизонтальной плоскости. Этот угол был выбран, как оптимальный, чтобы класть на все этажи Alliance Shipping Hub. Такое крепление было необходимо, чтобы сдвинуть лифт с захватом максимально вглубь робота, чтобы он мог свободно помещаться в размеры. Сломанную направляющую мы изготовили из фторопласта.

Две части крепления лифта



Модуль вращения карусели

Теперь на роботе стоит два модуля вращения карусели с уткой (спереди), но предусмотрено крепление и для двух сзади. Это упрощает написание автономного периода для программиста и езду для операторов, так как теперь нет необходимости делать дополнительные маневры, чтобы встать к карусели боком и при этом не упереться в бортик поля.

Захват

Захват мы оставили прежним, добавив несколько изменений. Во-первых, появилась защита для шестереночной передачи, которую мы напечатали на 3d-принтере. Чтобы поставить эту защиту, пришлось незначительно изменить форму пластин коробки. Во-вторых, мы разнесли отверстия, на которые крепится уголок от лифта, на большее расстояние. Это повысило надежность ее крепления.

Capping

Так как в End Game большое количество очков приносит capping, мы приняли решение сделать его. Так как времени на создание дополнительной конструкции у нас не было, мы решили приспособить для этого захват.

На его дно была прикреплена металлическая пластина. В качестве Team Shipping Element мы стали использовать стаканчик с магнитом, приклеенным ко дну. Подобрал в кратчайшие сроки магнит с подходящими характеристиками и его ориентацию внутри стаканчика (опираясь на полярность) эмпирическим путем, операторы могли приступить к тренировкам, столь необходимым для выполнения задуманной стратегии на игру.

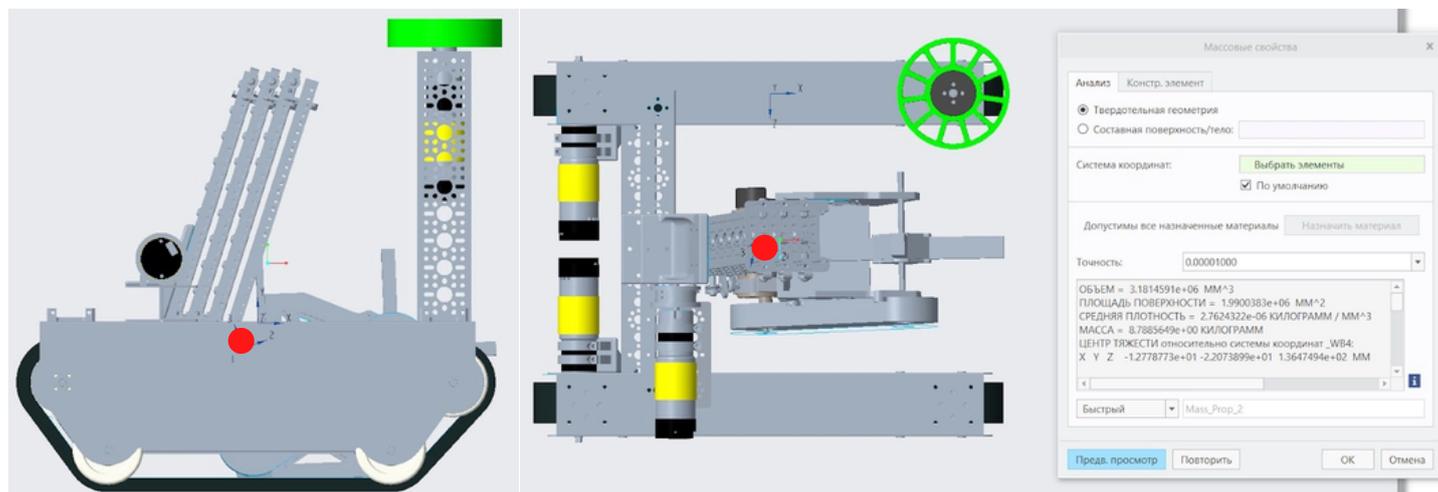
В процессе тренировок были исправлены небольшие недочеты, например, пластиковый стаканчик был заменен на бумажный.

Центр масс

После того, как мы завершили подробную модель робота, было необходимо проверить, где находится его центр масс. Для этого для каждой детали в модели был обозначен материал, из которого она будет изготовлена.

С моторами была небольшая сложность: его модель представляет из себя оболочку или стопроцентное заполнение, что не соответствует действительности. Поэтому пришлось высчитать среднюю плотность модели, зная массу (указана на сайте компании, продающей мотор - Gobilda или AndyMark), и, приняв мотор за однородное тело для упрощения вычислений (размер и масса мотора по сравнению с общей моделью достаточно малы, чтобы ими так пренебречь), обозначить только среднюю плотность мотора.

Таким образом мы узнали ориентировочную массу робота без контроллеров и проводов (8.8 кг) и положение его центра масс (выделен красным). К счастью, центр масс оказался достаточно близок к центру робота, чтобы его не пришлось уравнивать.



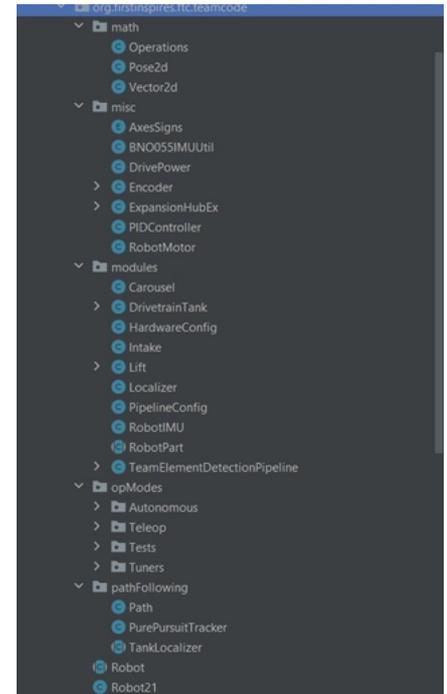
2.6 Программирование

Задачи

- Автономное перемещение по полю
- Определение положения Team Shipping Element в начале матча
- Управление колесной базой в управляемом периоде
- Управление узлами

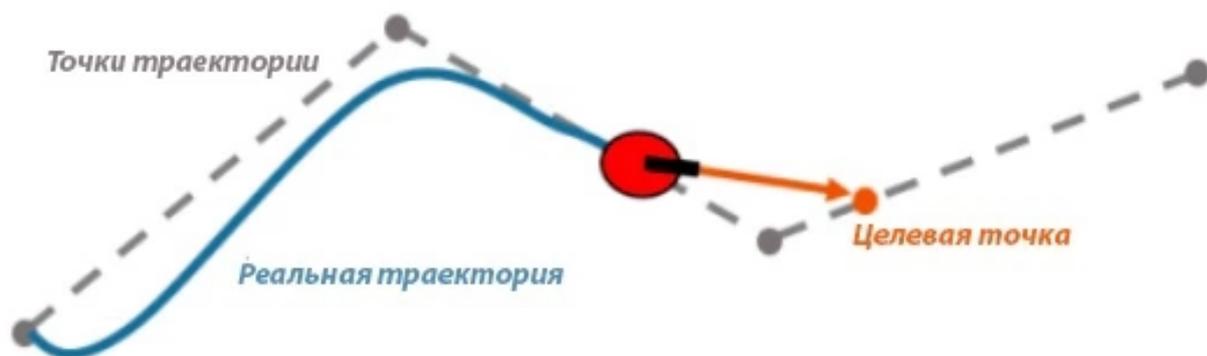
Структура

Мы пишем программу в среде разработки Android Studio на языке Java. Данный язык приспособлен для объектно-ориентированного программирования и C-подобен. Это позволяет нам разбить программу на отдельные классы для каждого модуля, классы автономного управления колесной базы и вспомогательные классы.



Перемещение по полю

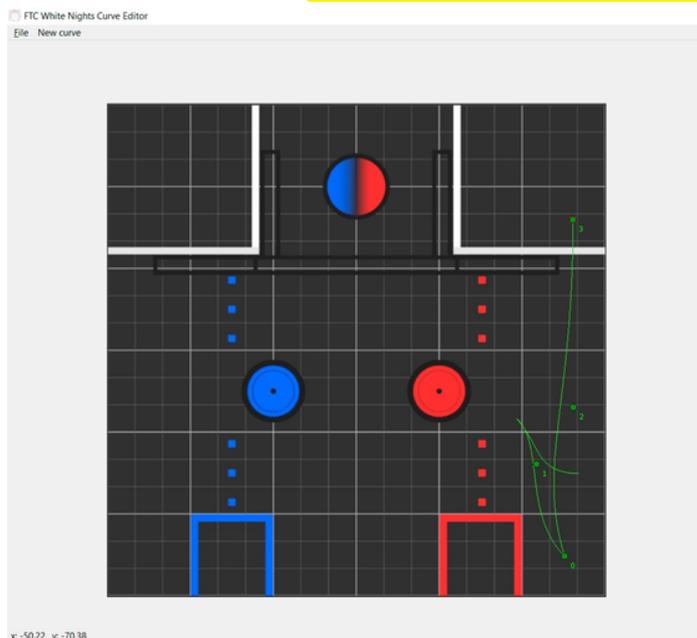
Для движения робота по этим точкам мы используем алгоритм **Pure Pursuit**, подробно описанный в документации команды FRC 1712. Этот алгоритм позволяет передвигаться быстро, точно и плавно. Идея алгоритма заключается в “преследовании” целевой точки, движущейся по траектории, что похоже на управление человеком.



Генерация траектории

Нами разработана программа, позволяющая строить кривые Безье и сохранять список точек, принадлежащих этой кривой в формате json.

Затем файл с точками помещается в проект, класс автономного периода получает файл и создается объект класса **Path**, имеющий список точек. Траектория является набором точек, полученных из json файла, для каждой из которых рассчитывается кривизна траектории, длина траектории от первой точки до данной и целевая скорость. При построении траектории указывается максимальная скорость и ускорение. Во время расчета целевой скорости учитывается кривизна в данной точке, чтобы робот замедлялся при резких поворотах, таким образом целевая скорость равна $\min(\text{максимальная скорость на траектории}, k / \text{кривизна})$, где k - коэффициент. Также учитывается максимальное ускорение. Подробнее прочитать об алгоритме и увидеть расчеты можно в нашей технической книге.



Контроль скорости гусениц

Во время передвижения по полю робот циклично совершает следующие действия:

- Нахождение ближайшей точки траектории
- Нахождение целевой точки
- Вычисление кривизны дуги до целевой точки
- Вычисление целевой скорости левой и правой гусеницы
- Использование регуляторов для контроля скорости моторов колесной базы

После расчета целевой скорости гусениц, нам надо подать некую мощность на моторы, чтобы достичь этой скорости. Наша реализация состоит из Feedforward и Feedback-составляющей. Такое сочетание регуляторов позволяет достигать целевой скорости даже в случае ошибки энкодера мотора.

$$FF = K_v * \text{target_vel} + K_a * \text{target_accel}$$

$$FB = K_p * (\text{target_vel} - \text{current_vel})$$

Мощность, подаваемая на моторы, равна $FF + FB$, расчеты производятся для каждой гусеницы индивидуально.

Управление модулями во время автономного периода

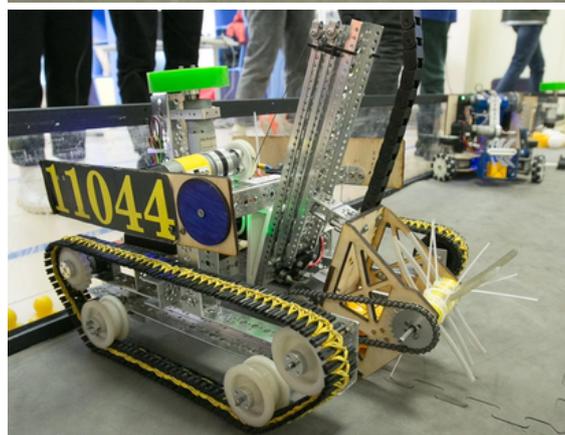
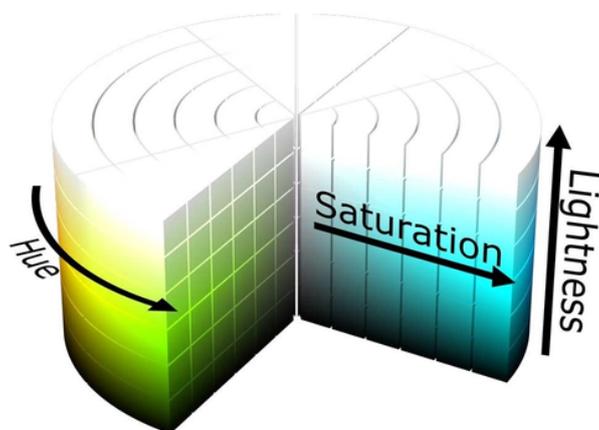
Во время автономного периода мы закидываем элементы на Alliance Shipping Hub, поэтому нам необходимо контролировать положение подъемника. Мы реализовали управление с помощью П-регулятора, чего оказалось достаточно. На мотор модуля карусели и мотор захвата элементов просто подается задаваемая мощность в течение задаваемого времени.

Видеозрение

Для определения положения Team Shipping Element в автономном периоде мы используем камеру logitech c920 и алгоритм видеозрения, написанный с помощью методов библиотеки EasyOpenCV, так как у нас уже был удачный опыт работы с этой библиотекой. Он накладывает фильтр, выделяющий пиксели с цветом из определенного диапазона палитры hsl, а затем описывает области таких пикселей прямоугольниками. Прямоугольник с наибольшей шириной и шириной больше минимальной, не выходящий за горизонт, считается искомым. Ранее мы определяли белые пиксели нашего Team Shipping Element, но теперь мы определяем красные/синие пиксели баркода для возможности использования абсолютно любого Team Shipping Element, закрывающего один из квадратов баркода. Мы находим две наиболее широких области искомого цвета, а элемент находится там, где области нет. Мы используем hsl, так как в этой палитре составляющие яркости и тона разнесены, поэтому определение работает при различном освещении.

Управляемый период

В управляемом периоде контролируется положение мотора подъемника, чтобы вблизи нижнего положения мотор блокировался, и нитка подъемника не могла слететь с катушки. Также на отдельную кнопку можно отключить этот режим, чтобы после в случае отлета на поле мы смогли пользоваться подъемником.



3. Социальная активность



3.1 Создание команд FIRST

Помощь в создании новых команд FIRST Tech Challenge в России - часть нашей миссии. Мы стараемся передавать опыт, который за годы работы с 2013 года накопили наши наставники и участники. Для того, чтобы заинтересовать профильные школы и лицеи в создании команды, мы выработали следующую стратегию:

1. Ищем школы с потенциально заинтересованными участниками, проводим у них выездной мастер-класс. Для этого привозим с собой поля, документацию и сувениры. У детей появляется возможность “потрогать” соревнования.
2. Общаемся с педагогами в школах, помогаем с регистрацией команды, организационными моментами и закупкой материалов.
3. Приезжаем повторно в школу и проводим три занятия для новой команды: инженерия, программирование, медиа. Благодаря такой стратегии за последние два сезона мы привлекли к участию в FIRST 7 команд:

19868 Dreamteam, 19869 Fixsiki,
Южно-Сахалинск



20128 ITES
школа 533, Санкт-Петербург



20236 MindPower
школа 509, Санкт-Петербург



18709 FIXIES,
школа 619 Санкт-Петербург



20866 SPIDER MAN,
лицей 126 Санкт-Петербург



20867 CYBERTRON642,
школа 642 Санкт-Петербург



3.2 Получение навыков

Мы здесь, чтобы получать профессиональные навыки, которые понадобятся во взрослой жизни. Расскажем о том, как мы получаем наши навыки и знания.

Летний лагерь

Перед началом сезона мы были в летнем лагере, где прошли курсы по FTC, программированию на Java, схемотехнике и 3D моделированию. Летний лагерь помог определиться каждому участнику с тем, что у него лучше получается и в какой сфере он сильнее заинтересован. Теперь каждый участник нашей команды умеет выполнять разного рода задачи и готов подменить своего товарища.



Передача опыта

Наш Alumni Георгий Карташов в летнем лагере передал новым программистам опыт, накопленный за два сезона. Также наш ментор София, которая провела в команде 3 года как участник, дает нам бесценные советы по работе каждый день. Помимо этого мы часто общаемся с бывшими участниками команд FIRST Tech Challenge, которые уже завершили свой путь в этом направлении.

Курсы Publik Talk

Каждый понедельник мы занимаемся с экспертом по публичным выступлениям - Екатериной Файнберг. На занятиях, помимо подготовки к собеседованиям с экспертами, мы разбираем основы публичных выступлений, коммуникации с аудиторией и т.д. Стоит отметить, что занятия проходят не только на русском, но и на английском языке, что помогает нам подготовиться к международным соревнованиям.



Общение с командами FIRST

На базе нашего лицея мы устраиваем товарищеские встречи с командами из Санкт-Петербурга, на которых пьем чай и вместе тренируемся на поле. Помимо этого мы обращаемся за помощью и советом к другим командам. Недавно 17517 WoEn консультировали нас по отливу силиконовых деталей. К команде KTM мы часто обращаемся за советами, так как считаем, что эта команда, на которую стоит ровняться.



3.3 Взаимодействие со STEAM

Еще одной важной частью нашей миссии является взаимодействие с местным инженерным и STEAM сообществом. Для реализации этой миссии мы участвуем в фестивалях технического творчества, выкладываем онлайн-курсы по инженерии и программированию в наших социальных сетях, приезжаем на ознакомительные экскурсии к спонсорам, посещаем научно-технические форумы и проекты.

Geek Picnic



Сколково



Motoricans



Экскурсия в StarLine



3.4 Социальные сети

Благодаря социальным сетям мы можем передавать наш опыт и знания большому количеству людей, обмениваться информацией с командами, информировать аудиторию о мероприятиях и заявлять о себе.

YouTube

Здесь мы публикуем лекции по программированию и инженерии, постоянную рубрику "FTC Russia. People", где общаемся с гостями, Robot Reveal и большие влоги.



Сайт

На сайте много информации про покупные компоненты робота и инструкция по заказу элементов из США. Также полная информация о нашем робототехническом центре



ВКонтакте

Во ВКонтакте робототехнический центр ФМЛ 30 рассказывает все новости про наши команды: выезды, победы, фотографии со всех мероприятий и т.д.



