

PORTFOLIO



18742 WOJEN

APERTURE IN REASONS

Наша команда

Мы, команда **18742 Workshop of Eternal Nonsense: Aperture in Reasons (WoEN: AiR)** из Санкт-Петербурга. Наша команда — это не просто группа инженеров робототехников, мы - небольшое, но дружное сообщество. Ведь мы не только воплощаем самые безумные идеи в реальность, но и контактируем и общаемся вне Лиги Инженеров.

Наш состав:

Кирирюша Качалов — капитан команды, 3D-дизайнер и оператор

Максимка Сидоров — инженер всяких 3D-моделей

Хасасин Мансур — инженер проектировщик, а также маскот (a.k.a. WoEN-Man)

Викчич Кальвийнен — программист, редактор портфолио, отдел скаутинга

Тихихихон Смовж — главный программист, специалист по камерам и алгоритмам, а также по работе в условиях автономного функционирования

Костянка Зеленков — программист сети, который связывает все модули в автономном режиме

Наша команда, безусловно, не смогла бы существовать без наших **руководителей**.

Дина Александрович

Повелитель инженеров



Иваня Максимович

Повелитель бессмыслицы



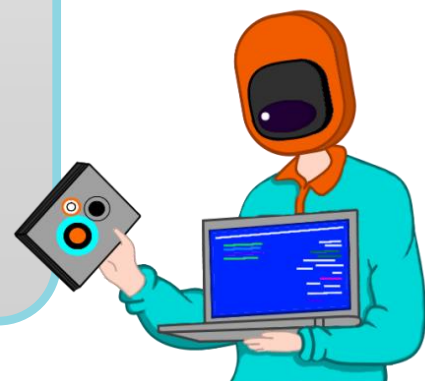
Санечка Сергеевич

Бог программирования



Главные **цели** команды в этом сезоне:

- Создать высоко функционального робота;
- Развить наше сообщество;
- Изучить новый язык программирования – Kotlin;
- Создать робота с использованием промышленного дизайна;
- Развить личностные качества каждого участника;
- Пройти на всероссийский этап!!!



Можно, пожалуйста, **control**

План устойчивого развития

Расписание сезона

Мы активно участвуем во **всех** товарищеских встречах, а также посещаем различные мероприятия.

- 7-10 Октября - мастер-класс на Ро-боФинисте
- 2 Ноября - товарищеская встреча в Москве - **получили награду "Альянс-победитель"**
- 1 Декабря - Ulianka Scrimmage
- 7-8 Декабря - WoEN Scrimmage- **получили награду "Инженерный подход"**
- 21-22 Декабря - ITMO Scrimmage
- 11-12 Января - PML30 Scrimmage - **победа в номинации "Дизайн"**
- 22- 23 Января - Региональный отборочный турнир Сибирь – **получили награду "Капитан альянс-победитель"**
- 1-2 Февраля - отборочный турнир Санкт-Петербург **победа в номинации "Инновационное решение"**.
- 1-2 Февраля - Региональный отборочный турнир Москва
- 8-9 Марта - Чемпионат Кипра- **победа в номинации "Дизайн"**
- 21- 23 Марта -Национальный чемпионат Лиги Инженеров

Диаграмма Ганта

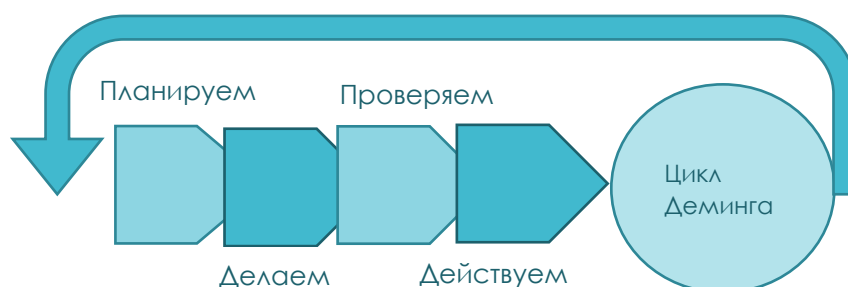
Сезон 2024/2025	Июнь	Июль	Август	Сент.	Окт.	Ноя.	Дек.	Янв.	Февр.	Март
Летний лагерь										
Поездка в Китай										
Начало сезона										
МК Робофинист										
TIME WALK (г. Москва)										
Ulianka scrimmage										
WoEN scrimmage										
ITMO scrimmage										
PML30 scrimmage										
Регион.Сибирь										
Регион.СПБ										
Регион.Москва										
Чемпионат Кипра										
Нац.чемпионат										

Кроме развития команды нам важно, чтобы **каждый** участник добился своих целей и стал лучше за этот сезон.

2024/2025	24.08	24.09	24.10	24.11	24.12
Кирюша: освоить искусство генеративного дизайна	Начал искать информацию	Нашел специалиста	Испробовал технологию на практике	Цель достигнута	
Максимка: освоить искусство риторики		Начал изучать этот вопрос в источниках	Начал практиковаться в этом деле	Цель достигнута	
Хасанчик: освоить модульное параметрическое моделирование	Узнал о существовании параметрического моделирования		Нашел специалиста	Начал практиковаться в этом деле	Цель достигнута
Тихончик: изучить язык программирования – Kotlin. Изучить TAU	Начал изучать (параллельно практиковаться)	Записался на курсы TAU	Цель достигнута		
Викочка: улучшить свои навыки пайки		Нашла подходящий видео материалы	Тренировалась на практике	Цель достигнута	
Костичка: изучить язык программирования – Kotlin			Начал изучать эту сферу	Начал тренироваться на практике	Цель достигнута

Дашборд

Расходы	Сумма (руб.)	Позиции	Источник
Ежемесячный бюджет	50 000	Трата на спонтанные покупки	НПО "StarLine"
Годовой	400 000	Крупных покупок	НПО "StarLine"
Поездки по России	2 000 000	Билеты и проживание	ПАО «Газпром нефть»
Поездки за границу	1 000 000	Билеты и проживание	НПО "StarLine"
Крупные закупки	>5 000 000	Оборудование, ремонт кабинета	ПАО «Газпром нефть»



Развитие сообщества

Обучающие видеоролики

На нашем **YouTube-канале** мы записываем короткие видеоролики, в которых делимся **информацией**, которая может быть полезна другим командам или тем, кто просто интересуется робототехникой.

Наш Telegram-канал и сообщество в ВК

В Telegram-канале **«Midnight Nonsense!»** публикуется информация о **разработке** робота, а также свежие **новости** и полезные **статьи**. В группе ВКонтakte можно найти **WoEN: Chronicles** — это рассказ команды о **полном** цикле **разработки** с нуля.



Мастер-класс на фестивале «РобоФинист»

Мастер-класс, посетило около **100** человек, в котором мы рассказали о трёхмерной печати (**3D-печати**). Участники мастер-класса создали свои собственные модели, а мы их распечатали и подарили владельцам.

Летний Всероссийский Робототехнический Лагерь

Ежегодно проводится **курс FTC**, где участники получают начальные знания робототехники. В этом году наш курс посетило около **80** человек. В конце каждой недели проводились соревнования по правилам прошлого сезона, то есть в лагере **были проведены 8 встреч!**



Наша товарищеская встреча

Ежегодно мы организовываем товарищескую **встречу «WoEN Scrimmage MK III»**. Мы занимались полигонами, настраивали трансляцию и нашли судей и экспертов. Участники других команд смогли почувствовать себя в роли **экспертов**, что сделало мероприятие полезным для всех.

Помощь другим командам

Мы всегда оказываем помощь другим командам, делимся оборудованием, знаниями и опытом. Вот уже три сезона наставляем команду **22462 Bad Bats**. За этот сезон мы провели более **10** видео конференций с российскими и международными командами.



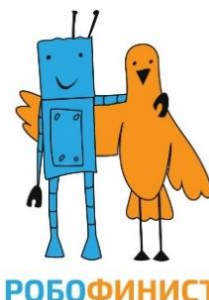
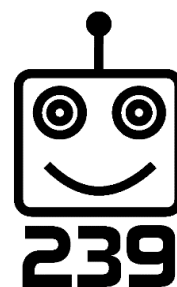
Установление научных связей

*проблема	*поиск компании	*поиск специалистов	*консультация	*итог
Отсутствия опыта при общении со спонсорами.	Центр робототехники 239	Филиппов Сергей Александрович	Рассказал о процессе общении со спонсорами.	Помогает при проблемах в общении со спонсорами.
Не умение рассчитывать нагрузок в процессе моделирование.	Coşkunöz Engineering and Technological	Абдуллин Русланчик Ренатович	Рассказал нам о плечевых винтах и генераторе шкивов, FEAM-таблицах, а также о генеративном дизайне	Активно используем эти технологии в нашей работе.
Отсутствие опыта во владении навыков подготовки документации.	АО "ИЦИУС"	Хадутин Владислав Сергеевич	Помог нам в написание документации.	Сотрудничаем, обращаемся за помощью при проблемах с документацией.
Проблема с покраской отбойников, которую мы решили с помощью, многоцветной печатью с которой не когда не работали.	ООО «Ингриятех»	Клочихин Артём Васильевич	Рассказали о таком виде печати, также помогли с печатью цветных отбойников.	Компания оказывает нам помощь в решении вопросов, связанных с многоцветной печатью.
Не умение настраивать ЧПУ станки. Отсутствия опыта работы в этой сфере.	КБ Крафт	Иванов Василий Леонидович	Рассказал о настройках ЧПУ станков.	Помогает с починкой инструментов или настройкой ЧПУ станков.
Недостаток опыта в владении СОФТ-скиллами.	Университета ИТМО	Тен Наталья Геннадьевна	Провела консультацию по использованию СОФТ-скиллов в лиге инженеров.	Помогает с подготовкой к техническим интервью.
Проблема при, составление архитектуры программы.	Университет ИТМО	Кальвияйнен Ярослав Олегович	Рассказал о грамотном построении структуры программы.	Помогает, при построении структуры программы.
Проблема в написании определения элементов, камерой, не находясь рядом с роботом.	Программист команды SPbUnited в категории SSL.	Викторов Борис Викторович	Рассказал о возможности обрабатывания фотографии с помощью Scripta на Python.	Координирует нас в области обрабатывания изображений.

У нашей команды есть несколько спонсоров. **НПО StarLine**, **Благотворительный фонд «Финист»**, **Газпром нефть**.



StarLine



Инженерный раздел

Планирование разработки:



На первом этапе обсуждаются варианты выполнения игровых задач сезона. По итогу отбирается 2-3 концепции робота, которые будут развиваться по ходу сезона

На следующем этапе мы создаем прототипы отдельных модулей. Это позволяет отсеять наименее эффективные варианты конструкции, и понять, как улучшить оставшиеся.

После создания прототипов, все наши смелые идеи переносятся в 3D-модель. В среднем именно на этом этапе мы тратим большую часть времени работы над роботом, чтобы добиться желаемого результата

После создания **полной** 3D-модели, робот обретает физический облик. Попутно сразу же записываются все недочеты, связанные с удобством сборки/проводки/надежности, чтобы в следующей версии их учесть и исправить.

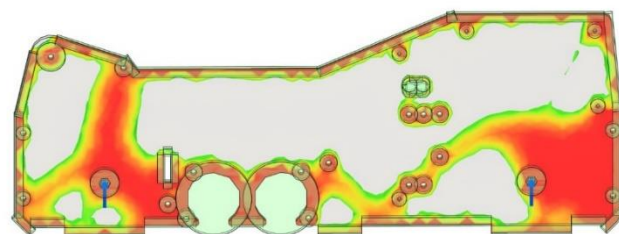
Когда все собрано, мы проверяем, **а работает ли все то, что мы напридумывали?** Обычно после первых испытаний становится ясен потенциал робота, и исходя из этого мы принимаем решение. Если нас устраивает то как работает вся система – мы начинаем работать над повышением надежности и удобства сборки. В обратном же случае – снова возвращаемся ко второму пункту.

Основные идеи:

Первое условие при определении концепции – робот **обязательно** должен быть **сквозным**. То есть захват игровых элементов производится с одной стороны, а выгрузка с другой.

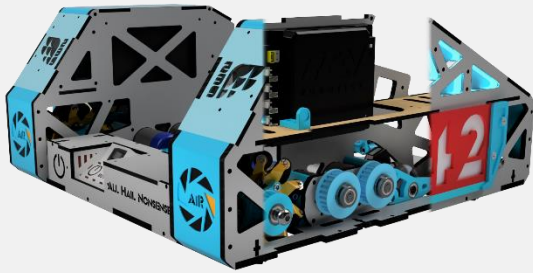
Промышленный дизайн – **неотъемлемая** часть наших роботов. Он должен быть узнаваемым и функциональным. Ну и конечно же не забываем про **подсветку!**

Во всей конструкции робота применяется технология **“Генеративного дизайна”** или **“Pocketing”**. Она заключается в удалении частей детали, которые не несут сильных нагрузок. Благодаря этому мы уменьшаем вес робота, а также придаем ему неповторимый и уникальный дизайн.



Для облегчения сборки весь робот состоит из отдельных модулей. Благодаря этому каждая часть может собираться по отдельности, и не мешает работе других. Такая система позволяет упростить и ускорить процесс сборки всего робота.

Колесная база



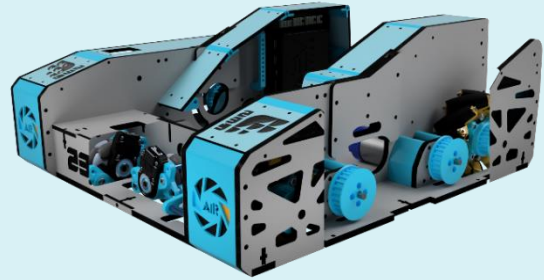
Первая версия

Нововведения:

- Крышки на **магнитах**
- Двусторонние номера команды из пластика
- **Самокатные** оси
- Наиболее компактные одометры в бортах

Минусы:

- Сложная сборка
- Низкая ремонтпригодность
- Сложность организации безопасной проводки



Вторая версия

Нововведения:

- Контроллеры перемещены для улучшения **доступа** к разъемам
- Одометры перемещены в переднюю часть
- Крышки над контроллерами, защищающие проводку и предотвращающие застревание игровых элементов

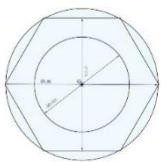
Минусы:

- Сложная сборка
- Одометры отрываются от земли из-за смещения центра масс к задней части робота
- Отсутствие подсветки

Третья версия

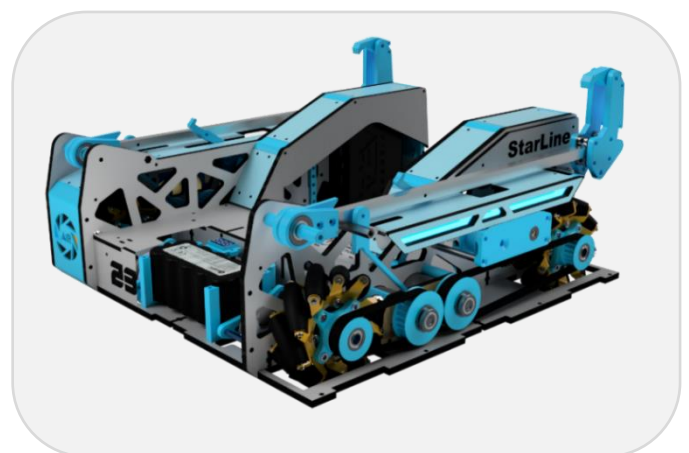
Нововведения:

- Заменили самокатные оси на **шестигранные**. Описанный диаметр 8мм позволяет использовать их с обычными подшипниками, а наличие резьбы с 2-х сторон упрощает процесс сборки.



- Для решения проблемы с **центром тяжести**, моторы и аккумулятор были перемещены в переднюю часть робота.
- Крышки приобрели крепление на магнитах, что облегчает **обслуживание REV**.
- Одометр Y-оси переместился ближе к центру робота, что позволило переместить аккумулятор на его место.

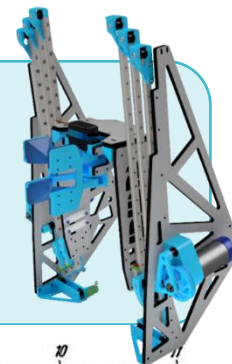
И конечно же мы не забыли про **подсветку!** Мы смогли установить светодиодную ленту и смоляные рассеиватели.



Подъемник

Первая версия

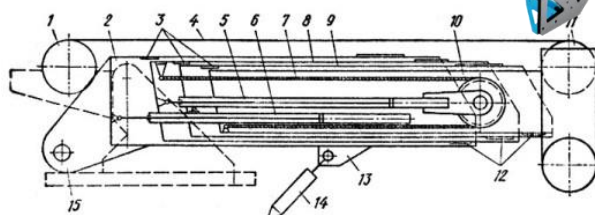
Представляла собой ступенчатый подъемник, основанный на рельсах **MGN9** с каскадной ременной передачей. Однако при работе с модулем мы обнаружили некоторые **недостатки**:



- сложность сборки и большой размер механизма
- проблемы с прицеливанием при захвате и выгрузке элементов.

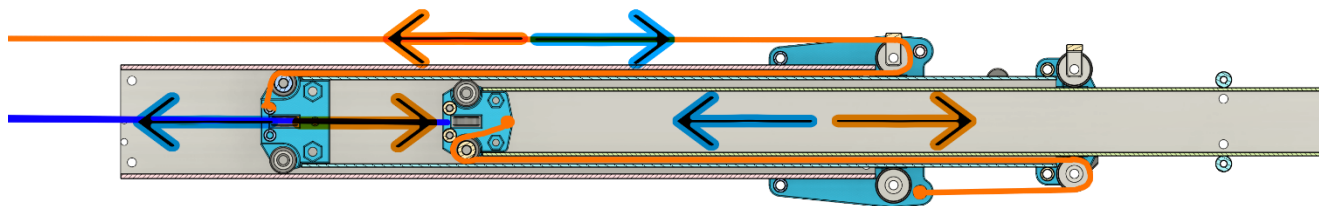
Вторая версия - Телескоп

Основой для конструкции нового подъемника нам послужила **телескопическая** стрела подъемного крана. Мы были впечатлены его относительной компактностью в сложенном состоянии и его жесткостью в раздвинутом.



1 — отводной блок, 2 — основная секция, 3, 12 — верхние и нижние опорные элементы секций, 4 — грузовой канат, 5, 6 — гидроцилиндры, 7 — канат, 8, 9 — выдвижные секции, 10 — удлинительная секция, 11 — обводной блок, 13 — проушина, 14 — гидроцилиндр подъема стрелы, 15 — пята стрелы

Вторая версия подъемника представляет собой **телескопический** подъемник, изготовленный из трех квадратных алюминиевых труб разной ширины (ступеней подъемника). Гладкое движение между ступенями обеспечивают подшипники, которые мы стараемся использовать во всех подвижных модулях для улучшения их надежности.

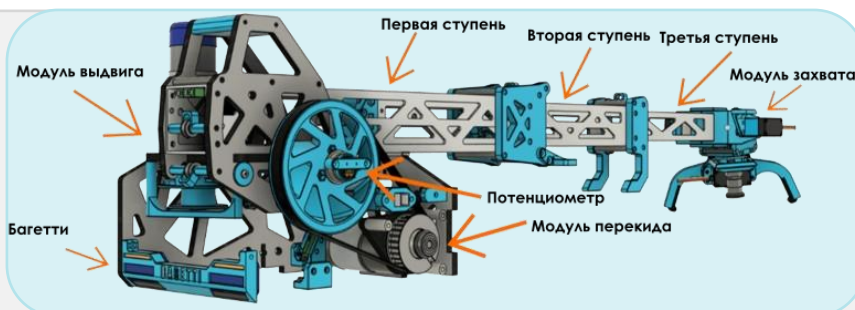


Система закреплена на **шестигранной оси** и переворачивается мотором через ременную передачу. Подъемник выдвигался двумя моторами через систему ременных и шестерённых передач. Это обеспечило их низкое, фиксированное положение относительно колесной базы, но из-за большого количества передач и трения в них скорость и грузоподъемность оказались ниже ожидаемого.

Третья версия - Актуальная

Нововведения:

- Мотор на привод выдвигания переместили на стрелу подъемника чтобы упростить конструкцию и **уменьшить потери** в передачах.
- Также мы добавили **облегчающие отверстия** в подъемник чтобы ускорить его движение.

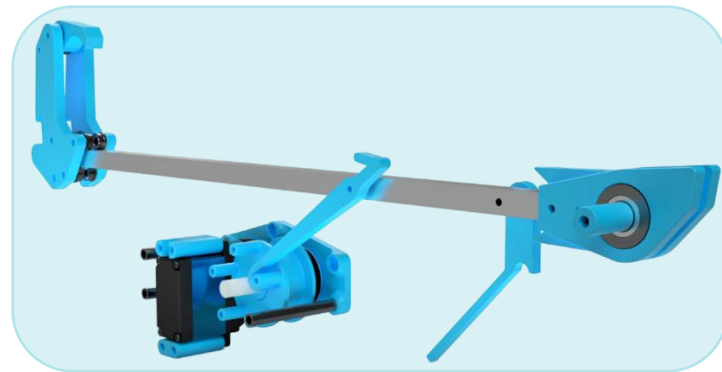


Спасибо ФМЛ №30 и команде **11044 PML30 White Nights** за то, что порезали нам отверстия в подъемнике на своем фрезере.

Система подвеса

Система подвеса состоит из 2х зеркальных модулей по обе стороны робота. Каждый модуль представляет из себя:

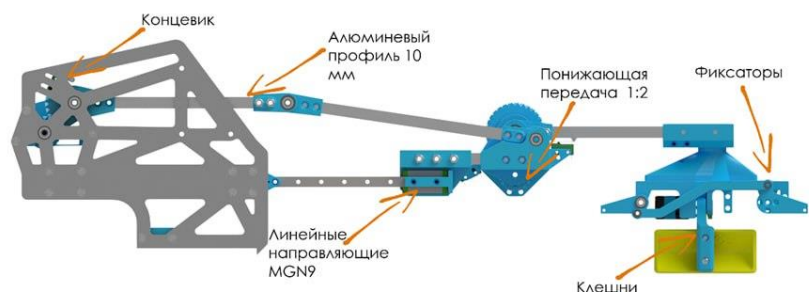
- Подпружиненную алюминиевую трубу с магнитом на конце.
- Крюк с магнитом и на защелке, перемещающийся вдоль трубы на фланцевых подшипниках.
- катушку с веревкой приводимую в движение сервомотором в режиме **постоянного вращения**.



Свободное перемещение крюков вдоль трубы позволяет им **подстроиться под центр массы** робота что минимизирует время подвеса, так как робот висит параллельно земли в конце маневра.

Захват

Первая версия



Нововведения

- Дальность и скорость выдвигения.
- 2 степени свободы для захвата пробы.
- Модульность механизма от других частей робота.

Минусы

- Несовместимость подъемника и захвата.
- Всего 2 положения панели.
- Сложность добавления модуля подвеса в робо

Вторая версия

Новая версия состоит из двух основных частей: захвата и конического **дифференциала**. В их состав входят:

- Две клешни, соединенные **шевронной передачей**, которая обеспечивает стабильную работу механизма из-за большой площади контакта и отсутствия осевой нагрузки на подшипник.
- **Камера IMX355**, зафиксированная над клешнями, для определения ориентации пробы на полигоне.
- Двух ведущих **конических шестерней**, приводящиеся в движения двумя сервоприводами.
- Главной конической шестерни, приводящейся в действие за счет движения **ведущих шестерней**. Такое расположение шестерней обеспечивает **две степени свободы** положения клешни, а также большой диапазон вращения главной конической шестерни за счет передаточного отношения **28:16**.

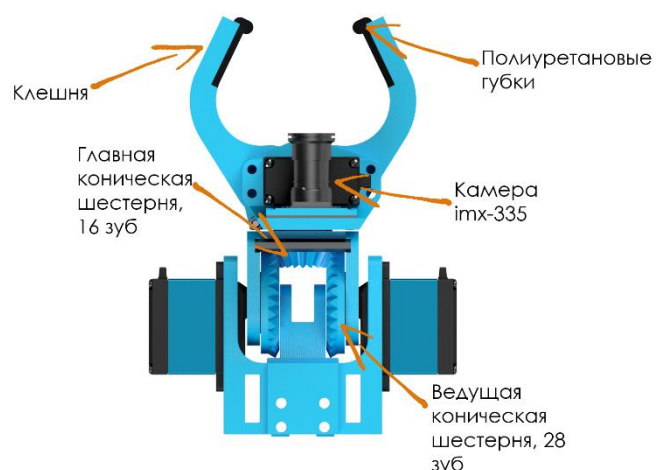


Таблица рисков (FMEA)

Модуль	Проблема	Последствия	Обнаружение	Решение
Колесная база	Раскрученные муфты	Потеря управления	Прокрутка колеса, наблюдение за осью мотора	Затянуть через слоты в дне
	Перетянутые ремни	Изгиб оси, поломка подшипников	Проверка натяжения вручную	Переделать модель шкива, заменить его на колесе/моторе
	Плохо натянутые ремни	Проскальзывание колеса		
	Отсоединение контакта мотора	Потеря управления	Подача на мотор напряжения	Снятие крышек, Восстановление контакта
	Сгоревший мотор	Потеря управления	Наблюдение за температурой мотора	Снятие внешней доски борта и замена мотора
Захват	Маленький диапазон вращения	Игровые элементы попадают в захват, не при всех положениях	Выставление максимального и минимального порога	Увеличение передаточного соотношения шестерней
	Плохая фиксация игрового элемента	Потеря игровых элементов	Проверка захвата вручную	Изменение геометрии захвата
	Сгоревший сервомотор	Невозможность схватить игровой элемент	Подача на мотор напряжения	Замена сервомотора
Подъемник	Порвавшаяся/развязавшаяся/закусанная веревка	Заклинивание/Неуправляемость подъемника	Визуальная инспекция	Снятие нужной ступени подъемника и замена веревки
	Плохо натянутая веревка	Возможность закусывания веревки/Плохое управление	Проверка натяжения веревки	Натянуть веревку с помощью натяжителей или вручную
	Сломанная пластиковая деталь	Вывод подъемника из строя	Визуальная инспекция	Оптимизировать прочность детали и перепечатать ее
Система подвеса	Магнитная защелка слишком слабая	Падение крюка раньше времени	Проверка работы подвеса	Усилить защелку, рассмотреть иные варианты
	Алюминиевая труба слишком слаба	Изгиб трубы, невозможность повеситься	Проверка работы подвеса	Заменить алюминиевую трубу на стальную
	Преждевременный запуск крюков	Помехи во время матча	Работа робота	Оптимизировать/переделать метод запуска

Программный раздел

Проектирование кода

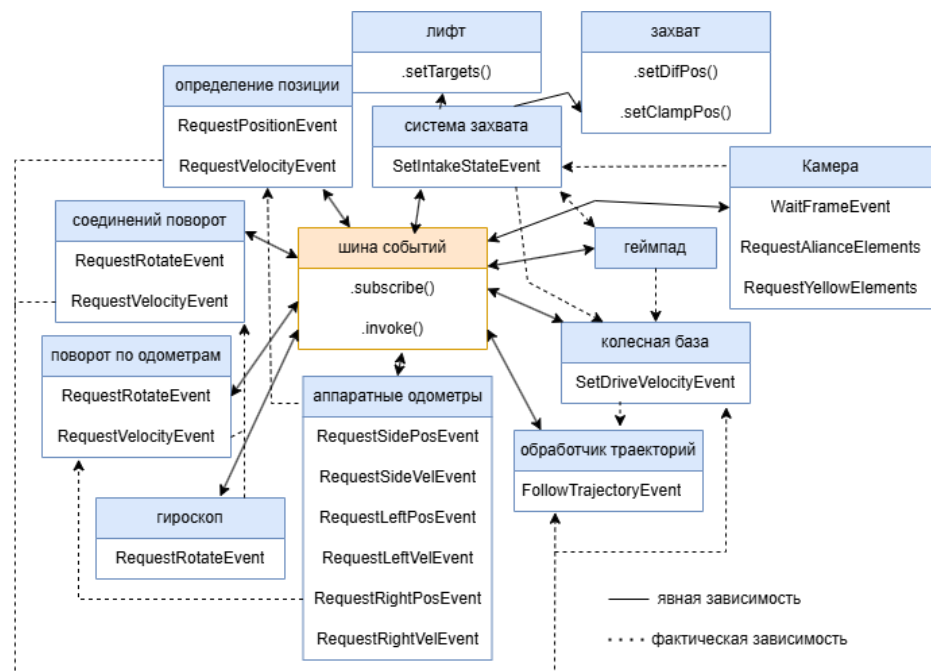
Чтобы код был понятен всем мы используем **всемирные** правила построения кода: **SOLID, DRY, KISS, YAGNI, BDF, APO**. В коде много абстракций, модули представляют универсальные интерфейсы взаимодействия. Название функций и классов несет их истинное значение. Код выглядит лаконичным, простым и расширяемым. В этом сезоне мы так же решили использовать в качестве основного языка программирования **Kotlin**.

Критерий сравнения/Язык	Java	Kotlin
Синтаксис	Многословный	Лаконичный
Сопрограммы(Coroutines)	нет	Есть

Сопрограммы помогают оптимизировать работу программы засчет прерываний.

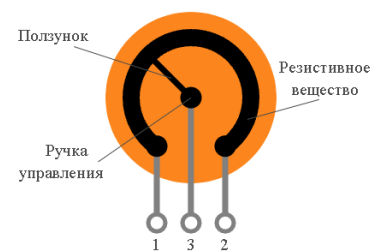
Архитектура программы

Все модули **соединены** с помощью шины событий (event bus), каждый модуль представляет свои события для взаимодействия.



Используемые датчики

- **3 одометра** – получение позиции и поворота робота
- 1 Гироскоп - получение поворота робота
- **1 Потенциометр** - во время управления углом подъемника мы столкнулись с тем, что **обычные энкодеры** быстро накапливали большую ошибку, так что определением угла у нас занимается **аналоговый потенциометр**, имеющий абсолютную позицию.
- **1 Датчик тока** – для защиты драйвера от взятия двух элементов и для того чтобы робот в автономном периоде мог проконтролировать взятие элемента мы поставили датчик тока на сервопривод захвата.

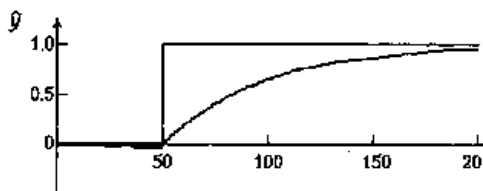
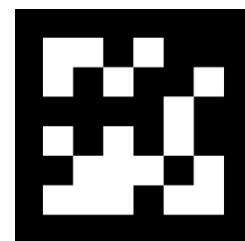


устройство потенциометра

Система навигации

Система одометрии позволяет определить позицию робота на поле.

Одометр – это энкодер в котором есть интегратор, позиция считается **относительно** поэтому со временем ошибка накапливается. В то же время на поле расположены метки - **April-tag**, которые имеют абсолютную позицию, которую можно узнать, просканировав их. Однако, метки не всегда видны, правильное совмещение обоих способов позволяет получить наиточнейшую позицию робота.



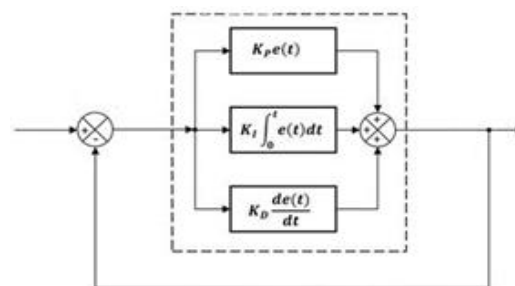
пример фильтрации

Встроенный в REV гироскоп используется для исправления ошибки угла. Все данные, полученные с одометров, гироскопа, камеры объединяются **в экспоненциальном фильтре**.

Управление колесной базой

3 PID-регулятора с F дополнением помогают нам исправить конструкционные не точности и воздействие внешних физических сил, что делает езду робота прямой.

Робот получая скорость с одометров, считает ошибку относительно целевой скорости, подает ее на вход регулятора, а выход на уже реальные моторы.



Наши аккумуляторы из-за своего принципа работы теряют выходное напряжение, из-за этого скорость моторов проседала. Поэтому мы вывели формулу, которая управляет ШИМ сигналом мотора, тем самым компенсируя просадку и разряд аккумулятора.

$$motorPower = \frac{vBat}{vTarget}$$

Колесная база для езды в автономном периоде использует **библиотеку road runner**, которая строит траектории для езды, в виде функции скорости от времени, в отличии от многих команд из библиотеки используется **только строитель траектории**, а дальнейшая обработка и езда по ней **полностью наша**, это дает нам полный контроль над действиями робота.

Автоматизация ручного управления

Мы считаем, что концепция двух драйверов нам не подходит, потому что, бывает сложно договориться, даже на берегу, не говоря уже о глубине. Поэтому мы налаживаем отношение между роботом и драйвером, а не двумя людьми.

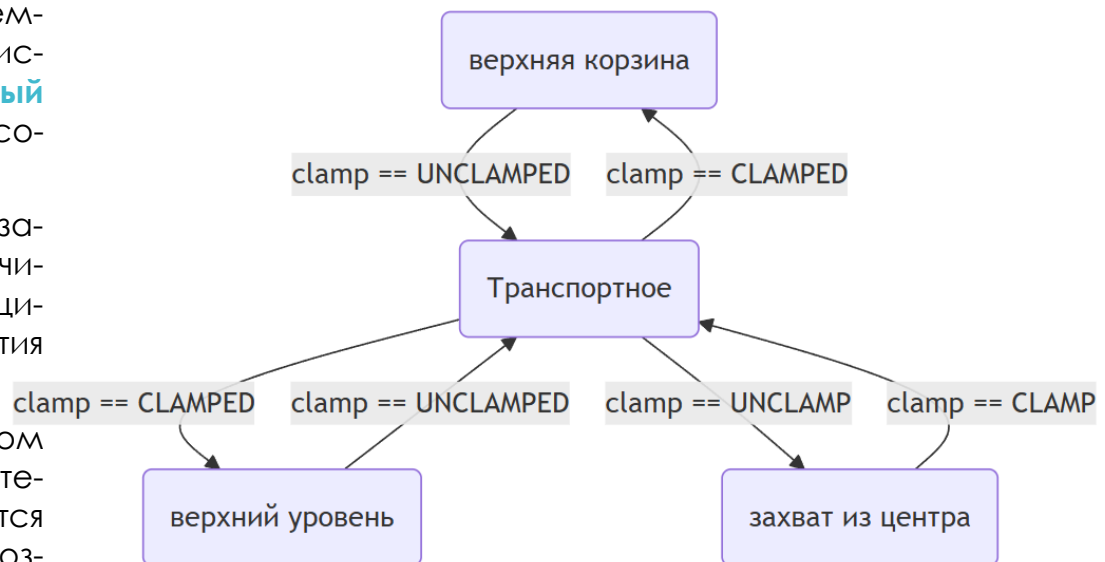
Дифференциал захвата – наиболее **сложный механизм** в управлении. Для решения этой задачи используются два линейных уравнения.

$$\begin{cases} sLPos = (xRot - yRot) / SERVO_MAX \\ sRPos = 1.0 - (xRot + yRot) / SRVO_MAX \end{cases}$$

Для защиты подъёмника с захватом используется **конечный автомат** из четырех состояний.

Сервопривод на захвате оснащен датчиком тока, чтобы защитить драйвера от взятия двух элементов.

Таким образом на управление системой захвата требуется **всего 4 кнопки**, что позволяет максимально разгрузить драйвера.



Управление сервоприводами

Сервопривода которые мы используем не имеют обратную связь, что не дает нам нормальной информации о позиции сервопривода, поэтому мы решили **вывести формулы**, которые решают эту проблему.

Вращение сервопривода делиться на три участка: **разгон** с ускорением a , **вращение** с постоянной скоростью ω , **торможение** с ускорением $-a$. Периоды движения разделяем по времени: t_1 , t_2 , t_3 .

график скорости от времени



$$t_1 = \frac{\omega}{a}$$

$$t_2 = \frac{|y_1 - y_0|}{\omega}$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{|y_1 - y_0|}{a}}$$

Иногда, особенно когда ускорение очень большое, сервопривод не успевает разогнаться до максимальной скорости, поэтому надо рассматривать два случая движения.

Если $t_3 \geq t_2$:

$$sPos = y_0 + \operatorname{sgn}(y_1 - y_0) \cdot \frac{a \cdot t^2}{2} \{t < t_1\}$$

$$sPos = y_0 + \operatorname{sgn}(y_1 - y_0) \cdot \left(\frac{a \cdot t_1^2}{2} + \omega \cdot (t - t_1) \right) \{t_1 \leq t \leq t_2\}$$

$$sPos = y_0 + \operatorname{sgn}(y_1 - y_0) \cdot \left(\frac{a \cdot t_1^2}{2} + \omega \cdot (t_2 - t_1) + \omega \cdot (t - t_2) - \frac{a \cdot (t - t_2)^2}{2} \right) \{t_2 < t \leq t_2 + t_1\}$$

Если $t_3 < t_2$:

$$sPos = y_0 + \operatorname{sgn}(y_1 - y_0) \cdot \frac{a \cdot t^2}{2} \{t \leq t_3\}$$

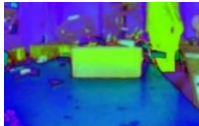
$$sPos = y_0 + \operatorname{sgn}(y_1 - y_0) \cdot \left(\frac{a \cdot t_3^2}{2} + t_3 \cdot a \cdot (t - t_3) - \frac{a \cdot (t - t_3)^2}{2} \right) \{t_3 < t \leq t_3 \cdot 2\}$$

Камера

Камера используется не только для исправления накапливающейся ошибки одометров, но и для нацеливания дифференциала при захвате проб из центра. Для правильного определения элементов мы изучили библиотеку **OpenCV**.

Всего у нас было две версии алгоритма определения элементов:

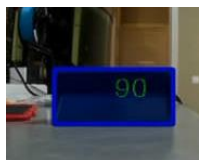
1 версия проста, но очень чувствительна к освещённости. Обработка кадра с камеры происходит в 3 действия:



Перевод изображения в цветовой формат HSV, **чтобы исправлять проблему разной освещённости**.



Поиск прямоугольников определенного цвета, через **цветовую маску**.



Определение угла поворота каждого найденного прямоугольника, через функцию определяющую поворот прямоугольника **по длинной стороне**.

2 версия сложнее, не привязана к освещению, но обработка кадра происходит дольше:

Канал R	Канал G	Канал B	
			Разделение изображения на каналы
		-	Вычитание одного цветового канала из другого (картинки приведены для синего элемента)
		-	Применение порогового фильтра



Совмещение обеих бинарных матриц



Определение и выделение элементов.

Стратегия игры

Автономный период

Мы поставили перед собой цель создать максимально эффективную траекторию, для чего у нас есть два варианта для получения очков в первые 30 секунд матча.

Первый случай

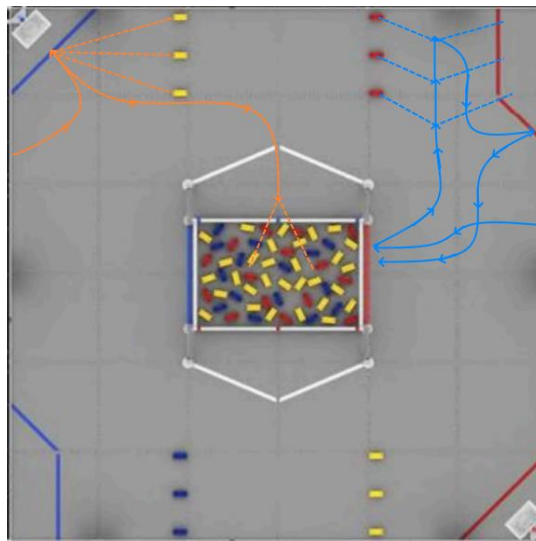
Преимущество этой траектории в том-что она легка к восприятию и не занимает много времени.

8б-элемент в верхней корзине.

3б-парковка в зоне хьюман плеера.

$$8*6=48б$$

Итог: 48 баллов.



Второй случай

Этот случай мы считаем более выгодным, ведь получаем большее количество баллов.

10б-элемент весит на верхнем уровне.

3б-парковка в зоне хьюман плеера.

$$10*4+3=43б$$

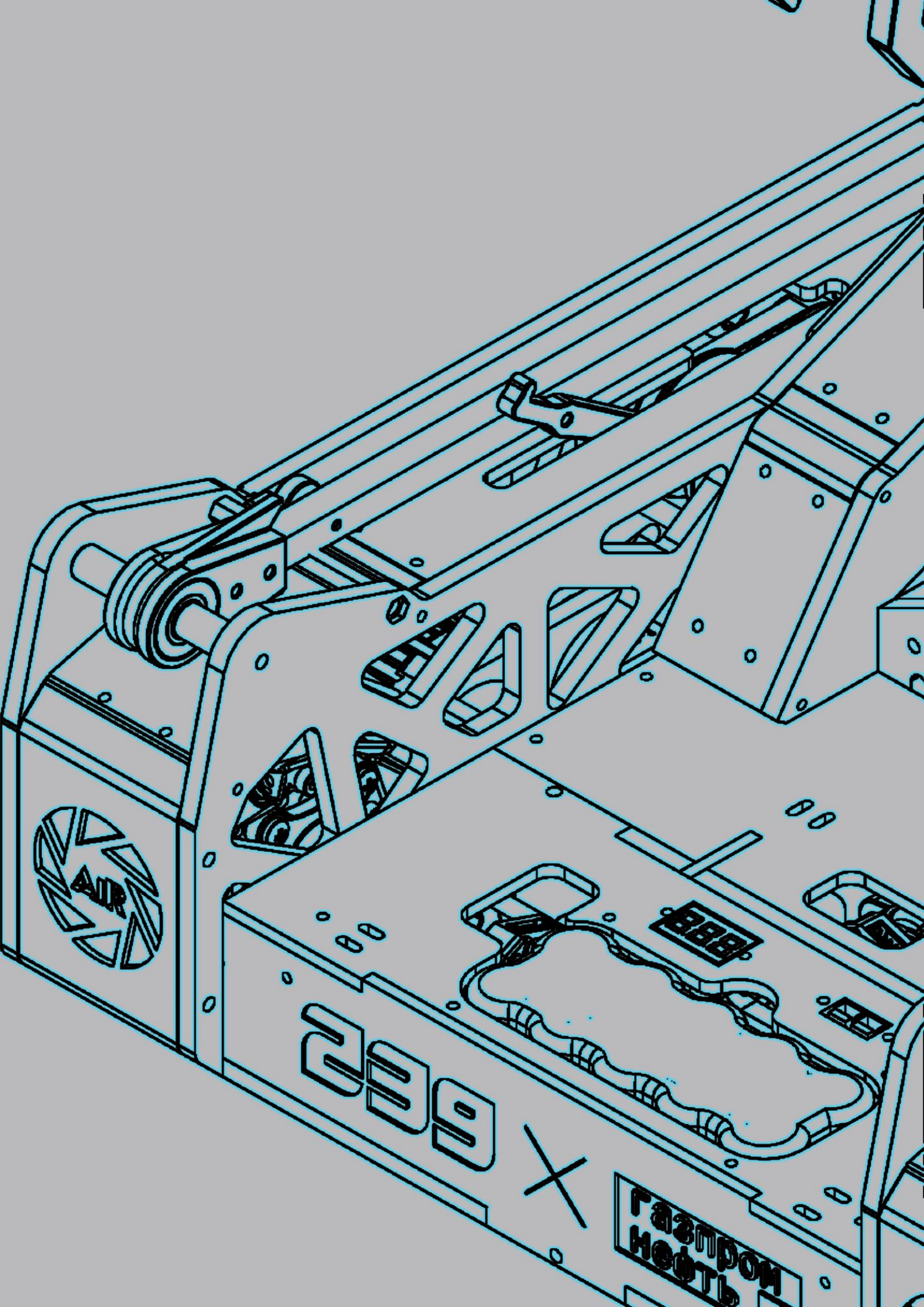
Итог: 43 балла.

Управляемый период

В управляемом периоде наши действия **зависят** от действий наших **союзников** для большей эффективности. Всего мы можем выделить два случая:

В первом случае, если у наших **союзников** проблемы с **вешанием проб**, мы берем эту обязанность **на себя**. Примерно 90 секунд мы возим элементы к хьюман плееру, чтобы он надел на них крюки. Ближе к концу управляемого периода хьюман плеер выставляет пробы в ряд, и мы **вешаем** их на **второй** уровень перекадин.

Во втором случае, если у **союзной** команды стабильный заработок очков при помощи **вешания** образцов с крючками, мы возим элементы из аппарата в **корзину** на **второй** уровень.



Газпром
Нефть

ГАЗПРОМ