УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ Г. ХАБАРОВСКА

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ Г. ХАБАРОВСКА
«ДЕТСКО-ЮНОШЕСКИЙ ЦЕНТР «ВОСХОЖДЕНИЕ»

Принята
на заседании
педагогического совета
от «30» июня 2026 г.
протокол № 4

Утверждаю
Директор
МАУДО ДЮЦ «Восхождение»
г. Хабаровска
_____ Зыкова Е.Н.
от «30» июня 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«ЛИГА РЕШЕНИЙ»

с использованием электронных ресурсов

Направленность программы: техническая
Возраст обучающихся: 12-14 лет
Уровень освоения: продвинутый
Срок реализации программы: 2 года

Автор-составитель программы:
Мартынова Татьяна Сергеевна,
педагог дополнительного образования

г. Хабаровск
2026 год

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы

1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность программы: техническая, направление робототехника, продвинутый уровень.

При разработке данной программы были учтены нормативно - правовые документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года».
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 “Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи”».
5. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 “Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания”».
6. Положение о дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе, реализуемой в Хабаровском крае (утверждено приказом КГАОУДО «Центр развития творчества детей (Региональный модельный центр дополнительного образования детей Хабаровского края)» от 27 мая 2025 г. № 220П).
7. Постановление администрации г. Хабаровска от 25.10.2019 г. № 3501 «Об утверждении Положения о персонифицированном дополнительном образовании детей на территории городского округа “Город Хабаровск”».
8. Устав муниципального автономного учреждения дополнительного образования г. Хабаровска «Детско-юношеский центр “Восхождение”» от 13.05.2025 г.

Актуальность программы

Актуальность данной программы обусловлена глобальной цифровизацией экономики и ростом спроса на специалистов в области STEM. В рамках курса обучающиеся осваивают основы макетирования корпусов механизмов, принципы соединения механических элементов с электронными компонентами (датчики, исполнительные устройства), а также развивают навыки алгоритмизации поведения автономных моделей.

Программа формирует метапредметные компетенции: от алгоритмического мышления до управления проектами. Особое внимание уделяется подготовке к участию в Международном конкурсе «Лига решений», «ИдеАльные решения», где участники решают кейсы реального сектора — логистика, умный город, Агро тех, экологический мониторинг, производство алюминия.

Отличительные особенности

Переход от конструктора к платформе: наряду с LEGO Mindstorms EV3 активно используются Arduino-compatible платы и датчики.

Интеграция ИИ и IoT: введение основ машинного зрения и интернета вещей — сбор данных с сенсоров, их обработка и принятие автономных решений.

Проектная деятельность как основа процесса.

Обучение построено по принципу модульности: каждый тематический блок завершается разработкой действующего технического устройства.

Командная разработка: формирование микрокоманд внутри группы с распределением ролей (инженер-конструктор, программист, тестировщик, менеджер проекта).

Цифровые сервисы: использование GitHub Classroom (хранение кода), Trello/Notion (управление задачами) и CoppeliaSim/Gazebo (виртуальный полигон).

Педагогическая целесообразность

Программа формирует у обучающихся системное инженерное мышление. Через практическую работу участники учатся видеть задачу целиком: от поиска причины неисправности до внедрения улучшений в готовую модель. Это закладывает фундамент для дальнейшего обучения в технических вузах и развивает ключевые навыки XXI века: командную работу, управление временем и культуру презентации идей.

Адресат программы

По данной программе осуществляется обучение мотивированных обучающихся 12–14 лет, успешно освоивших базовый уровень образовательной программы «Лаборатория роботов» и готовых к переходу от конструирования по инструкции к самостоятельному проектированию робототехнических систем, имеющие базовые компетенции: опыт сборки типовых робототехнических конструкций из образовательного конструктора; навыки составления алгоритмов в среде блочного программирования.

Требования при зачислении на программу: прохождение входной диагностики (сборка механической модели по схеме + загрузка тестового алгоритма); уверенное владение ПК на уровне пользователя.

Режим занятий: 2 раза в неделю по 2 часа, всего 4 часа в неделю, 144 часа в учебный период и 28 часов летний интенсив. Общий объём: 172 часа в год.

Объем и срок освоения программы: 344 часов на 2 года обучения.

Форма обучения: очная.

Особенности организации образовательного процесса

Форма обучения

Состав группы постоянный, оптимальная наполняемость — 8 человек для обеспечения индивидуального подхода при работе со
сложным оборудованием. Основная форма занятий - групповые занятия в одновозрастных группах постоянного состава. Основные виды занятий - фронтальные вводные лекции, парная и групповая практическая работа, Хакатоны и мини-соревнования внутри программы, регулярные демо-дни с презентацией промежуточных результатов, консультации в формате технологии наставничества (ученик-ученик).

При реализации программы с применением ИК - технологий используется смешанный подход к выбору инструментария:

- в организация учебного процесса взаимодействие педагога и обучающихся осуществляется через защищённые каналы связи (например, «Max»); соответствующие требованиям законодательства РФ о персональных данных.
- при проектном планировании»**:** для визуализации этапов работы («спринтов») применяются общедоступные цифровые планировщики задач (Padlet).
- **Техническая разработка**: отладка программного кода производится в специализированных средах виртуального моделирования (CoppeliaSim, Gazebo). Для командной работы над исходным кодом используются системы контроля версий (GitHub) как отраслевой стандарт подготовки инженеров.

Специфика содержания программы 2-го года обучения

Программа второго года обучения предполагает переход от конструирования автономных моделей к созданию интеллектуальных робототехнических систем. **Ключевые отличия**:

- **Работа со зрением.** Вместо простых датчиков роботы оснащаются камерами для распознавания объектов, разметки и цвета в реальном времени.
- **Сетевое взаимодействие.** Программный код распределяется между контроллером робота и внешним компьютером (сервером) для обработки больших объёмов данных.
- **Командная инженерия.** Обучение переходит в формат полноценной команды с разделением ролей: конструктор, программист, стратег — по правилам реальных инженерных соревнований.
- **Летний инженерный цикл.** Работа в каникулярный период посвящена подготовке технической документации, анализу правил (регламента) и наставничеству над младшими участниками.

1.2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Цель программы: формирование у обучающихся 12–14 лет инженерного мышления через освоение полного цикла создания робототехнических систем — от проектирования механики до написания автономных алгоритмов управления.

Программа 1-го года: «Лига решений: Основы инженерии»

Цель: формирование базовых компетенций конструирования устойчивых мобильных платформ и освоения фундаментальных принципов алгоритмизации движения.

Задачи

Предметные

- изучить физические основы устойчивости и передачи движения;
- освоить сборку многоступенчатых механических передач (редукторов);
- овладеть навыками калибровки мощности моторов и программирования базовых траекторий перемещения.

Метапредметные

- развить навыки технического анализа конструкций при поиске причин неэффективной работы модели;
- сформировать умение оптимизировать конструкцию под конкретную соревновательную задачу.

Личностные

- воспитать культуру аккуратности при выполнении точных механических операций;
- развить навыки конструктивного взаимодействия в паре или малой группе при сборке единого механизма.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

1 год обучения

Инженерное прототипирование и автономная навигация (172 ч)

№	Тема	Теория	Практика	Всего	Форма проверки
1	Инструктаж ТБ. Введение в системную инженерию	2	2	4	Устное тестирование
2	Механика продвинутого уровня: масса, устойчивость, трение, угловые и многоступенчатые передачи, давление	14	16	30	Лабораторные расчёты + сборка стенда
3	Конструирование шасси: дифференциал, сервомоторы, фермовые конструкции, сочленённые платформы, шагающий движитель,	14	16	30	Самостоятельная сборка ходовой части

№	Тема	Теория	Практика	Всего	Форма проверки
	трансмиссия				
4	Программирование динамики: синхронизация скоростей, захват/подъём, калибровка рулевых, алгоритмы движения со смещённым ЦТ	14	16	30	Выполнение комплексных практических заданий
5	Специализированные движители: гусеничный, планетоход, снегоход. Режимы следования, клиренс, особенности геометрии	14	16	30	Тестирование в симуляторе + натурный эксперимент
6	Проектная интеграция и подготовка к соревнованиям	7	6	13	Мини-защита промежуточного проекта
7	Итоговая аттестация	4	3	7	Защита индивидуального/членского вклада в командный проект
Всего:		**69**	**75**	**144**	
Летний период	Работа над ровером/модернизация	2	26	28	Отчёт о летней практике
Итого		**71**	**101**	**172**	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Содержание данного раздела направлено на углублённое изучение механики, динамики и систем управления мобильными роботами. Практическая деятельность основана на переходе от сборки по инструкции к инженерному проектированию собственных шасси и движителей под конкретные задачи среды. Особое внимание уделяется соблюдению техники безопасности при работе с LiPo-аккумуляторами, острыми элементами конструкций и высокоскоростными приводами.

1. Введение (2 ч.)

Теория. Инструктаж по технике безопасности в лаборатории продвинутой робототехники. Обзор эволюции платформ: от LEGO Mindstorms EV3 к гибридным системам (EV3 + Raspberry Pi). Знакомство с архитектурой соревнований «Лига решений»: регламент, зоны ответственности, критерии оценки автономности.
Практика. Калибровка энкодеров моторов. Тестирование отклика датчиков цвета/гироскопа на динамические нагрузки. Настройка рабочего места: организация кабельного хозяйства, фиксация батарейного отсека.

2. Масса, устойчивость и трансмиссия сложных сред (34 ч.)

Теория. Роботы-внедорожники: клиренс, углы въезда/съезда, давление на грунт. Многоступенчатые передачи: повышающие (драгстеры) и понижающие (сумоисты, трактора). Распределение массы и центр тяжести при движении по наклонной плоскости. Трение качения vs трение скольжения. Угловые зубчатые передачи — правила построения без люфтов. Особенности планетарных редукторов.
Практика.

- Гонки драгстеров: зависимость скорости от передаточного числа и диаметра колеса.
- Соревнования сумо-роботов: максимальная тяга при ограниченной массе.
- Игра «Робо-хоккей»: баланс между скоростью и манёвренностью.
- Перетягивание каната: тестирование КПД червячной и цилиндрической передач.
- Гонка «самых медленных»: точность позиционирования на микрошагах.

3. Дифференциалы, манипуляторы и сочленённые платформы (36 ч.)

Теория. Функции дифференциала в повороте. Имитирование блокировки дифференциала программно. Сервомоторы повышенной мощности: режим удержания момента. Строение и кинематика манипуляторов: рычаги, передача крутящего момента, храповые механизмы. Фермовые конструкции в тяжёлой робототехнике. Сочленённые шасси (трайки, роботы-пауки): синхронизация работы секций, коленчатый вал шагающего движителя. Полноприводная трансмиссия модульной сборки.
Практика.

- Доставка радиолокационной станции по пересечённой местности.
- Сбор «энергонов» манипулятором с точным позиционированием.
- Стрельба из требушета: расчёт дальности от точки вылета снаряда.
- Гонки фронтальных погрузчиков по лабиринту.
- Промежуточное тестирование: сборка узла по эскизу за ограниченное время.

4. Синхронизация, алгоритмы навигации и динамика центра масс (36 ч.)

Теория. Синхронизация скоростей левого/правого борта через PID-регулятор. Программирование пульта ДУ: мёртвые зоны, экспоненты руля. Алгоритмы выхода из лабиринта: правило правой руки, flood fill. Смещённый центр тяжести: влияние на проходимость гусеничного робота. Центр масс в режиме подъёма груза. Режим «маяк»: следование за объектом по IR-метке или компьютерному зрению.
Практика.

- Соревнование тракторов с прицепом: проезд до цилиндров без сбрасывания.
- «Выход из лабиринта» вслепую (датчик касания + бампер).
- Перемещение грузов между складами: оптимизация маршрута.
- Сборка космических модулей: точное позиционирование стыковочных узлов.
- Гонки с грузом: сохранение скорости при смещённом ЦТ.

5. Специализированные движители и биомиметика (34 ч.)

(На основе твоего нового краткого содержания)
Теория. Универсальный робот: переключение режимов «внедорожник / гонщик / манипулятор». Режим следования за хозяином (IR-маяк, Bluetooth beacon). Клиренс и его регулировка. 4-зубые шестерёнки: высокая скорость vs низкий момент. Гусеничный движитель: натяжение, ведущие звёздочки, подвеска. Планетоход: особенности маневрирования на сыпучем грунте, имитация низкого сцепления. Снегоход: комбинация лыж и гусениц, роль подвески в амортизации ударов. Ровер-драгстер: влияние запрограммированной мощности на динамику разгона. Дифференциал в скоростных моделях.
Практика.

- Тестирование разных режимов работы одного шасси.
- Гонка по бездорожью: преодоление искусственных препятствий.
- Робо-хоккей: управление высокоманёвренной платформой.
- Соревнования драгстеров в парных заездах.
- Показательные заезды трайков и тяжеловесных трициклов.
- Исследование поверхности: симуляция миссии марсохода.
- Гонки на снегоходах: прохождение трассы с переменным рельефом.

6. Итоговая аттестация (2 ч.)

Практика. Построение и защита робота собственной разработки под заданный кейс («Лига решений» или аналог). Оценка по критериям: надёжность, ремонтопригодность, эффективность решения задачи, качество кода.

7. Летний период (28 ч.)

Теория. Социальная робототехника: роботы-тренеры, эмоциональные компаньоны, интерактивные томагочи. Основы UX в физическом взаимодействии человека и машины.
Практика. Конструирование роботов, создающих настроение (танцоры, музыканты). Разработка робота-тренера для физической активности. Создание собственного проекта по индивидуальным требованиям и критериям защиты портфолио.

Программа 2-го года: «Лига решений: Интеллектуальные системы»

Цель: подготовка к самостоятельному решению комплексных инженерных задач путём интеграции сенсорных данных, управления сложными механизмами и реализации проектной деятельности.

Задачи

Предметные
- освоить алгоритмы обработки данных с датчиков расстояния и цвета для навигации в замкнутом пространстве (лабиринт) и следования по линии;
-научиться программировать синхронизированную работу манипуляционных захватов;
- разработать индивидуальный проект робота под нестандартное техническое задание.

Метапредметные
- овладеть этапностью ведения инженерного проекта: от постановки ТЗ и эскизирования до натурного тестирования прототипа и фиксации результатов испытаний;
- развить навыки планирования этапов разработки во времени.

Личностные
- сформировать готовность к распределению ролей и ответственности внутри команды;
- развить навыки публичной защиты технических решений и аргументированной дискуссии при оценке проектов.

1.3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ
2 год обучения

№	Тема	Теория	Практика	Всего	Форма проверки / аттестации
1	Инструктаж ТБ. Сложные автономные системы	2	2	4	Устный опрос: разбор схемы сложного алгоритма

2	Работа со зрением без линий (датчик цвета V3, AR-метки)	6	24	30	Лабораторная: робот сортирует детали по цвету/форме без нарисованной трассы
3	Робот как часть сети. Обмен данными (Bluetooth)	6	24	30	Проект: два робота обмениваются командами («один ищет — второй увозит»)
4	Умные алгоритмы поведения (FSM, деревья решений)	8	22	30	Зачет: робот выполняет миссию с ветвлением условий (если... то...)
5	Командная тактика и стратегия матча	6	24	30	Тренировочный заезд парами: защита базы + атака
6	Энергоэффективность и механика повышенной проходимости	4	9	13	Испытания: чей робот проедет дальше на одном заряде или поднимется на крутой склон
7	Финальный проект: подготовка к турниру	2	5	7	Защита проекта перед педагогом и группой
	Всего за учебный год:	**34**	**110**	**144**	
	Летний период	**4**	**24**	**28**	Подготовка документации, менторство новичков
	ИТОГО	**38**	**134**	**172**	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ — 2-Й ГОД ОБУЧЕНИЯ

Содержание 2-го года обучения направлено на переход от следования инструкциям к самостоятельному решению задач высокой сложности. Основной упор делается на программирование сложной логики, использование продвинутых датчиков и командную работу.

1. Введение (4 ч.)

Теория. Техника безопасности при работе с моторами под нагрузкой и Li-Po аккумуляторами. Анализ правил соревнований: что важнее — скорость или надёжность? Как делить задачи в команде из 3 человек.

Практика. Настройка соединения между компьютером и блоком EV3/SPIKE через кабель и Bluetooth. Первая программа для управления двумя моторами одновременно.

2. Машинное зрение и восприятие среды (30 ч.)

Теория. Датчик цвета версии 3.0: режимы работы (яркость, цвет, инвертированный свет, отражение). Использование камеры смартфона/планшета как «глаз робота» через приложения. Распознавание простых объектов по яркостному пятну. Понятие «AR-метка» , как упрощённый QR-код для навигации.

Практика.

Сортировщик деталей: робот берёт кубик, определяет его цвет датчиком и кладёт в нужный отсек.
Движение вдоль стены или полустёртой линии переменной ширины.
Навигация по карте: поиск меток (QR-кодов/AprilTags) в лабиринте для определения координат.

3. Интернет вещей и телеметрия (30 ч.)

Теория. Протоколы связи LEGO: Bluetooth Classic и BLE. Архитектура «Мастер — Раб» (когда один пульт управляет несколькими роботами). Передача чисел и текста между устройствами. Основы экономии энергии: когда отключать модули.

Практика.

«Умный склад»: база отправляет команду дрону-роботу вылететь и забрать груз.
Робот-тележка отправляет на экран телефона показания датчика нажатия (бампер).
Удалённая загрузка новой программы по воздуху (OTA), не подключая провод.

4. Алгоритмы принятия решений (30 ч.)

Теория. Конечный автомат: рисуем схему состояний робота кружочками и стрелками Деревья выбора: если препятствие слева — едем вправо, если справа — влево.

Практика.

Миссия «Робокар-полиция»: патрулирование территории, объезд препятствий, возврат на базу при низком заряде.
Игра «Холодно-Горячо»: робот ищет спрятанный маячок по силе сигнала Bluetooth.
Отладка сложных программ: вывод состояния мотора на экран блока, чтобы понять, где ошибка.

5. Командная стратегия «Лиги решений» (30 ч.)

(Адаптация планетоходов/снегоходов под контекст соревнований)

Теория. Тактика 2x2: распределение ролей (штурмовик vs саппорт). Особенности шасси для бездорожья: высокий клиренс, независимая подвеска на штифтах. Управление заносом гусеничного бота (как повернуть танк на месте). Режим «Караван»: ведомый робот повторяет траекторию ведущего по меткам.

Практика.

Гонка внедорожников по пересечённой местности (ковролин, пороги).
Кооперативная игра: один робот строит башню, второй подвозит блоки.
Манипулятор-планетоход: после долгого пути рука должна точно попасть в паз захвата.

6. Итоговая аттестация (7 ч.)

Защита. Демонстрация робота на полигоне. Оценивается: преодоление всех этапов миссии (надёжность), время выполнения (скорость), способность команды объяснить код.

7. Летний период (28 ч.)

Теория. Как писать отчёт о проекте: фото сборки, схема программы (скриншоты блоков Python/C++), список использованных деталей (Bill of Materials).

Практика.

Оформление паспорта своего лучшего робота года.
Помощь младшим группам: объяснение, почему у них слетает гусеница.
Сборка собственного пет-проекта дома (например, кормушка для кота или автополив цветка на базе Arduino/LEGO).

1.4 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1-й год обучения: «Основы инженерии»

(Фокус на механику, надёжность и базовую логику)

Предметные результаты

- Сформированы навыки расчёта простых механизмов: понимание того, как шестерёнки меняют скорость вращения и мощность мотора.
- Освоено конструирование устойчивых шасси: умение собирать платформы с высоким клиренсом для езды по неровностям и базовые гусеничные движители.
- Умение проектировать простые захваты: создание механических «клещей» и подъёмников для предметов разной формы (кубики, шары).
- Навыки автономного движения: программирование следования по линии (датчик цвета), объезда препятствий (ультразвуковой датчик/ИК-дальномер) и поиска объекта по звуку/свету.
- Понимание работы базовых датчиков: калибровка датчика касания, гироскопа и ультразвука для точного измерения расстояний.

Метапредметные результаты

- Развито конструкторское мышление: способность понять, почему робот заваливается набок или теряет сцепление, и исправить это изменением рамы.
- Сформирован навык отладки: методичный поиск ошибок — сначала проверяем механику, затем провода, затем код.
- Умение читать схемы сборки: работа со сложными инструкциями более 50 шагов без пропуска деталей.
- Навык ведения лабораторного журнала: фиксация версий программы («версия 1.2 — едет быстрее, но падает») и параметров робота.
- Способность улучшать конструкцию: снижение веса модели за счёт удаления лишних балок без потери прочности.

Личностные результаты

- Сформированный интерес к созданию работающих устройств, а не просто игрушек.
- Ответственность за свой участок работы: если манипулятор сломался перед стартом — чинит тот, кто его собирал.
- Инициативность: желание переделать стандартное решение из инструкции, чтобы робот стал лучше.
- Умение спокойно воспринимать замечания педагога при тестировании и исправлять ошибки без обид.
- Навыки конструктивной критики: способность аргументированно объяснить товарищу, почему его узел ненадёжен.

2-й год обучения: «Интеллектуальные системы»

(Фокус на сложную логику, датчики нового поколения и командную работу)

Предметные результаты

- Владение датчиком цвета V3.0: распознавание оттенков объектов без линий (сортировка кубиков по цвету «глазами» робота).
- Использование AR-меток (AprilTags): навигация робота в пространстве с помощью визуальных ориентиров через камеру планшета/смартфона.
- Основы сетевого взаимодействия: передача данных между двумя блоками EV3/SPIKE по Bluetooth (режим «Мастер — Раб»).
- Навык проектирования алгоритмов принятия решений: составление схем состояний («ищу →→ нашёл →→ везу») для выполнения многоэтапных миссий.
- Умение разрабатывать индивидуальный проект: создание уникального манипулятора или корпуса робота под нестандартное техническое задание (выход за рамки стандартных деталей набора).
- Знание методов оптимизации энергопотребления: настройка режима сна блока и экономия заряда батареи во время ожидания.

Метапредметные результаты

- Развито системное мышление: понимание связи между весом робота, скоростью разряда батареи и временем заезда.
- Управление мини-проектом: планирование этапов постройки всей командой на неделю вперёд; ведение списка задач .
- Навык защиты проекта: умение объяснить жюри, почему выбрано именно такое расположение мотора или тип колеса.
- Адаптивность: способность быстро перестроить программу, если регламент изменили за день до старта или датчик вышел из строя.
- Анализ неудач: после проигрыша команда проводит разбор полётов — что именно сломалось и как избежать этого в следующий раз.
- Навык документирования: оформление паспорта проекта (фото сборки, схема программы, список использованных деталей).

Личностные результаты

- Лидерство в команде: готовность взять на себя роль капитана, распределить задачи и проверить их выполнение.
- Стрессоустойчивость: сохранение спокойствия, если робот завис во время финального заезда, и быстрая перезагрузка системы.
- Менторство: помощь младшим группам в сборке узлов и объяснение основ программирования простым языком.
- Этика открытого обмена знаниями: готовность показать свой код товарищам и принять помощь.
- Устойчивая профессиональная ориентация: понимание разницы ролей инженера-конструктора и программиста; желание развиваться в технических специальностях.
- Готовность представлять проект на уровне городских/региональных соревнований с осознанием ответственности за имидж команды.

2.2 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-техническое обеспечение

Организационные условия предполагают наличие кабинета, позволяющего реализовывать гибридные проекты на стыке конструкторов и электроники:

Рабочее место преподавателя:

- Персональный компьютер с ОС Windows.
- Мультимедийный проектор и экран / интерактивная панель;
- Маркерная доска или флипчарт;
- Лазерный ч/б принтер + сканер;
- Доступ к сети Интернет со статическим IP \

8 рабочих мест учащихся:

Каждое рабочее место укомплектовано как инженерная лаборатория базового уровня:

1. Конструкторы и механика:

- Наборы **LEGO Mindstorms EV3 Education** (1–2 набора на группу): основной ресурс для создания сложных трансмиссий, дифференциалов, манипуляторов.
- Наборы **LEGO Education SPIKE Prime** (1 набор на 2-х учащихся): для быстрого прототипирования алгоритмов, тестирования датчиков цвета/гироскопа, изучения блочного программирования перед переходом на текстовое.
- Дополнительные элементы: балки Technic большой длины, шестерни нестандартных модулей, гусеничные траки.

2. Электроника и микроконтроллеры:

- Платы **Arduino Uno / Nano** (по 1 шт. на учащегося): используются как сопроцессоры к EV3/SPIKE для задач, где не хватает мощности родного контроллера (например, обработка данных с лидара, управление большим количеством сервоприводов).
- Motor Shields / драйверы моторов (L298N, TB6612) для подключения мощных внешних двигателей к Arduino.
- Макетные платы (breadboard), соединительные провода (jumper wires), наборы резисторов/светодиодов.

3. Сенсорика и зрение:

- Камеры: совместимые с Raspberry Pi (если используется в связке) или USB-камеры низкого разрешения для тестов OpenCV на ноутбуках.
- Датчики расстояния: ультразвуковые (HC-SR04) для Arduino, инфракрасные дальномеры (Sharp GP2Y0A).
- Специфические датчики: гироскоп/акселерометр (MPU6050) для стабилизации шасси; датчики линии высокой контрастности.
- Для SPIKE Prime — встроенные датчики цвета и силы, гироскопический блок.

4. Питание и инструменты:

- LiPo-аккумуляторы (2S–3S) + балансировочные зарядные устройства (для питания Arduino-проектов вне ПК).
- Набор ручного инструмента: отвёртки, бокорезы, пинцеты.
- Кабели Micro-USB / USB Type-C в достаточном количестве.

5. Программное обеспечение:

- Ноутбуки с установленным ПО: LEGO Mindstorms EV3 Home/EDU, LEGO Education SPIKE App, Arduino IDE, VS Code (Python).
- Среда симуляции: CoppeliaSim (Edu) для отладки кинематики до сборки.

Кадровое обеспечение

Программу реализует педагог дополнительного образования с высшим педагогическим образованием и переподготовкой (педагог дополнительного образования технической направленности)

Ключевые компетенции педагога именно под этот парк техники:

- Владение программированием в трёх средах одновременно: Python (EV3DEV/SPIKE), Blockly (SPIKE), C++ (Arduino). Понимание разницы между прошивкой и скриптом.
- Навык интеграции: умение подключить датчик HC-SR04 к порту EV3 через стороннюю библиотеку или соединить Arduino и EV3 по UART/I²C.
- Опыт диагностики механических люфтов в передачах Technic и их компенсации программно (калибровка энкодеров).
- Знание ограничений железа: понимание, почему нельзя запустить тяжёлую нейросеть на борту EV3, но можно передать кадр с камеры на ноутбук по Wi-Fi.
- Способность организовать работу группы, где часть детей собирает механику из LEGO, а часть пишет код для Arduino — синхронизация их усилий.

2.3 ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

Уровень	Формы отслеживания и фиксации результатов	Формы предъявления и демонстрации
Предметные (Механика + Базовое программирование)	- Журнал сборки в тетради (эскиз узла → фото готового механизма). - Скриншоты/фото работающих программ в средах LEGO Mindstorms и SPIKE App. - Папка проектов на ноутбуке учащегося с именованием по дате и задаче.	-Демонстрация движения робота по заданной траектории без схода. - Мини-защита: объяснение выбора типа передачи (червячная vs цилиндрическая) для конкретной задачи.
Интеграция и Сенсорика (EV3/SPIKE + датчики)	- Логи показаний датчиков (экспорт CSV из среды программирования). - Видео работы алгоритма следования за линией / избегания препятствий. - Заполненные чек-листы калибровки (Приложение 3).	- Соревнование «Лабиринт»: робот проходит трассу автономно. - Демо-день «Робот-манипулятор»: захват и перенос объекта по координатам.
Проектная деятельность (Сложные миссии)	- GitHub Classroom репозиторий (для продвинутых): версионирование кода Python для EV3 или MicroPython для SPIKE. - Фотоотчёт этапов сборки крупногузовного робота. - Дневник команды (Trello/Miro-lite): бэклог задач спринта.	- Итоговый проект года: защита перед жюри. - Участие во внутренних соревнованиях «Лига решений-базово». - Онлайн-выставка видео-демо работ на сайте центра.
Arduino (Фрагментарно)	- Схема подключения на макетной бумаге или скетч Fritzing. - Лог последовательного порта (Serial Monitor) при отладке. - Фото работающего стенда (датчик + светодиод / мотор).	- Демонстрация сопроцессора: Arduino управляет периферией по команде от EV3/SPIKE. - Мини-проект «Умный датчик», подключённый к основному шасси.

2.4 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценивание результативности обучения проводится по пяти направлениям с использованием конструкторов LEGO (Spike, Mindstorms), наборов «Спайн», элементов конструктора «Мастер» и микроконтроллеров Arduino.

1. Сформированность знаний

- Практические тесты-сборки: сборка узлов (дифференциал, ременная передача) за ограниченное время по схеме без инструкции.
- Терминологические викторины: понятия механики («передаточное число»), блоки программирования SPIKE/Arduino.
- Устный опрос у доски-экрана: демонстрация люфта на модели и объяснение способов его устранения.
(См. Приложение 3 — Банк тестовых заданий).

2. Динамика развития практических навыков
Сравнительный анализ этапов работы:

- Начальный этап: сборка базовой модели строго по инструкции (LEGO Spike/Mindstorms).
- Промежуточный этап: модификация конструкции под задачу (замена передачи, добавление датчика касания или ультразвукового сенсора через Arduino).
- Итоговый этап: самостоятельная разработка шасси для задач типа «Сумо» или «Вездеход».
(См. Приложение 4 — Чек-лист освоения навыков конструирования и настройки датчиков).
Примечание: Использование Arduino фрагментарно не оценивается как отдельный предмет, а учитывается в рамках данного критерия как нестандартная интеграция электроники.

3. Уровень развития творческой активности
Анализ выполненных проектов по критериям:

- Оригинальность решения: нестандартные крепления Technic, комбинация балок разной длины.
- Энергоэффективность: расчет времени работы от аккумулятора при разных режимах моторов.
- Ремонтопригодность: возможность замены узла менее чем за 2 минуты на полигоне.
- Качество сборки на базе «Спайн»: точность позиционирования деталей, отсутствие паразитных люфтов.
(См. Приложение 5 — Рубрикатор оценки проектной работы, max 20 баллов).

4. Уровень развития коммуникативных навыков

- Работа в микрокоманде: распределение ролей (капитан, конструктор, программист, тестировщик).
- Защита мини-проекта: обоснование инженерных решений («Мы выбрали гусеничный движитель из-за недостаточного клиренса колёсной версии»).

- Культура инженерной работы: аккуратное обращение с кабелями, портами контроллеров; качество пайки соединений Arduino визуально проверяется в рамках общей культуры труда.
(См. Приложение 6 — Карта наблюдения за работой в паре/микрокоманде).

5. Уровень интереса к деятельности
Инструменты мониторинга вовлеченности:

- Анкета Т.Д. Дубовицкой (адаптированная): желание собирать сложные механизмы.
- Статистический учёт сохранности контингента (% детей, дошедших до майской защиты).
- Обратная связь после интенсивов: короткий опрос о сложностях и пожеланиях.

Все результаты диагностики вносятся в Карту мониторинга результатов освоения ДООП (Приложение 2) ежеквартально.

2.5 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
Особенности организации образовательного процесса

Методы обучения:

- Словесные: техническая лекция, разбор кейсов соревнований, дебрифинг ошибок.
- Наглядные: схемы трансмиссии, диаграммы состояний FSM, 3D-модели в Onshape.
- Практические: парное программирование, стендовые испытания, симуляция в CoppeliaSim.

Формы организации:

- Индивидуальная: настройка своего узла (камера, драйвер мотора).
- Групповая: работа микрокомандой над интеграцией системы.
- Фронтальная: общий разбор регламента сезона.

Формы учебного занятия:

- Беседа-дискуссия (анализ стратегии соперника).
- Лабораторно-практическая работа (сборка + измерение КПД).
- Педагогическое наблюдение (оценка soft skills в реальном времени).
- Проектный спринт (2 недели на реализацию функции).

Методы контроля:

- Устный: технический опрос («Почему выбрал именно этот редуктор?»).

- Письменный: отчёт об эксперименте (гипотеза → методика → данные → вывод).
- Самоконтроль: чек-лист перед запуском робота (проверь крепления, заряди АКБ, проверь Wi-Fi).

Педагогические технологии:

- Технология проектного обучения (PBL).
- Кейс-метод (разбор реальных отказов на соревнованиях).
- Коммуникативная технология (питчинг проекта).
- Коллективная творческая деятельность (совместный дизайн корпуса).
- Игрофикация: бейджи за освоенные навыки («Мастер дифференциала», «Повелитель MOSFET»).

Избираемый темп обучения: адаптивный (подстраивается под готовность группы; сложные темы — двойной час).

Алгоритм учебного занятия (90 минут)

1. Разминка (10 мин): задача дня на карточке (например, «Рассчитай клиренс для уклона 30°»).
2. Цель и задачи (5 мин): что строим сегодня и зачем это нужно для итогового проекта.
3. Теория (15 мин): мини-лекция + схема на доске.
4. Практика (45 мин): работа в командах. Педагог — консультант, не исполнитель.
5. Тест-драйв (10 мин): запуск, фиксация багов.
6. Рефлексия (5 мин): Kahoot-викторина по теории + запись следующего шага в Trello.

Учебно-методическое обеспечение

- Рабочая программа с календарным графиком (как выше).
- Раздаточный материал:
    - Технологические карты сборки сложных узлов (шаговый мотор + энкодер).
    - Таблицы расчёта передач (Excel-шаблон).
    - Онлайн-карточки Quizizz для терминов (MOSFET, I2C, UART).
- Информационные ресурсы:
    - Книга: «LEGO BOOST. Книга идей» Йошихито Исогава (для вдохновения механики).
    - Комплект LEGO Education «Построй свою историю» (для сторителлинга проекта).

- Аудиоподкасты: разбор матчей «Лиги решений» прошлых лет (для дороги домой).
- Видеотека: записи собственных тестов + демо ролики аналогичных зарубежных команд (FIRST Robotics).

РАЗДЕЛ: ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ ПРОГРАММЫ

Основой воспитательного процесса является национальный воспитательный идеал — высоконравственный, творческий, компетентный гражданин России, принимающий судьбу Отечества как свою личную. Робототехническое направление выступает эффективным инструментом формирования этого идеала через инженерное творчество. В процессе конструирования и программирования обучающийся не просто собирает модель, он учится созидать, брать ответственность за результат и работать на благо команды и общества.

Цель воспитания в рамках программы — формирование личности юного инженера, для которого труд, знания и служение Отечеству являются высшими ценностями.

Реализация направлений воспитания через деятельность объединения:

1. Гражданское и патриотическое воспитание

- **Содержание:** Изучение вклада российских учёных (С.П. Королёв, И. Сикорский, современные инженеры-разработчики отечественного ПО) в мировую науку. Участие в проектах ко Дню Победы («Роботы памяти»), создание макетов техники ВС РФ (в познавательных целях).
- **Формы:** Тематические встречи поколений с ветеранами инженерных войск; разработка проектов по цифровизации городской среды родного края (Хабаровска); волонтёрская помощь центру технического творчества.

2. Духовно-нравственное воспитание

- **Содержание:** Формирование честности при судействе соревнований (fair play). Уважение к чужому труду — бережное отношение к общим конструкторам LEGO/SPIKE, аккуратность на рабочем месте. Осознание того, что технология должна служить добру.
- **Формы:** Разбор этических дилемм ИИ («Может ли робот навредить?»), коллективная рефлексия после проигрыша в турнире (умение достойно принять неудачу).

3. Трудовое воспитание

- **Содержание:** Культура производства. Понимание, что качество пайки или затяжки болта напрямую влияет на победу. Навык доводить начатое до конца, даже если код содержит баги.
- **Формы:** Организация рабочего места перед началом смены; дежурство по лаборатории; ремонт оборудования своими руками; наставничество (старшие помогают младшим).

4. Экологическое воспитание

- **Содержание:** Принципы «зелёной инженерии». Утилизация батареек и аккумуляторов LiPo. Проектирование энергоэффективных алгоритмов (чтобы робот проехал дальше на одном заряде). Использование перерабатываемых материалов в декорациях стендов.
- **Формы:** Акция «Чистая энергия»: проект робота-сортировщика отходов; квест по экономии ресурсов.

5. Ценности научного познания

- **Содержание:** Инженерный скептицизм и опора на данные. Не верить «на слово», а проверять гипотезу экспериментом (например, действительно ли широкая гусеница лучше едет по песку?).
- **Формы:** Научно-практические конференции юниоров; ведение лабораторного журнала наблюдений; публикация результатов тестов в группе ВК/Telegram центра.

6. Физическое воспитание и культура здоровья

- **Содержание:** Профилактика нарушений зрения и осанки при работе за компьютером. Правила электробезопасности (высокотоковые сборки). Эмоциональная саморегуляция во время стрессовых финалов соревнований.
- **Формы:** Обязательные физкультминутки каждые 45 минут; инструктажи ТБ; беседы со школьным психологом о борьбе с волнением.

7. Эстетическое воспитание

- **Содержание:** Красота инженерного решения. Эстетика чистого кода и лаконичной механики. Дизайн корпуса робота, эргономика пульта управления.
- **Формы:** Выставки-конкурсы «Инженер как художник»; оценка внешнего вида роботов на выставках прототипов.

Формы организации воспитательной деятельности:

- **На занятиях:** Через микроклимат в команде, личный пример педагога-наставника, культуру диалога.

- **Вне занятий:** Совместные выходы на профильные заводы/музеи, хакатоны, сборы команд.
- **С социальными партнерами:**

    - Родители включены как члены жюри внутренних турниров или помощники в логистике выездов.
    - Партнерство с вузами (ТОГУ): экскурсии в лаборатории, лекции студентов старших курсов.
    - Волонтёрство: выступление агитбригады объединения в школах города с рассказом о профессии инженера.

Ожидаемые результаты воспитания:

К концу обучения учащийся демонстрирует:

- **Социальную ответственность:** Бережёт общественное имущество, помогает отстающим сокомандникам.
- **Трудолюбие:** Способен выполнять монотонную работу (пайка, калибровка) без потери концентрации.
- **Патриотическую идентичность:** Гордится возможностью представлять свой город/регион на всероссийском уровне.
- **Устойчивость к стрессу:** Воспринимает ошибку не как катастрофу, а как точку роста .
- **Готовность к выбору пути:** Может аргументированно объяснить выбор технической специальности для поступления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ
I. Для педагога (Профессиональная база)

(Для подготовки к занятиям, проектирования сложных механизмов и изучения продвинутых алгоритмов)

А. Механика и конструирование (Классика LEGO Technic)

1. Йошихито Исогава. «Большая книга идей Lego Technic. Машины и механизмы». — М.: Эксмо, 2017.
   (Основа: дифференциалы, трансмиссии, рычаги без использования моторов).
2. Йошихито Исогава. «Большая книга идей Lego Technic. Фантастические механизмы». — М.: Эксмо, 2018.
   (Шагающие роботы, биомиметика, необычные передачи).
3. Лоренс Валк. «LEGO Mindstorms EV3 Discovery Book» (или перевод «Большая книга Lego Mindstorms EV3»). — No Starch Press / Эксмо.
   (Подробнейший разбор сенсоров, гироскопа, энкодеров и блочного программирования).
4. Дэвид Дж. Пердью. «The Unofficial LEGO Technic Builder's Guide».
   (Инженерные принципы: прочность конструкций, углы трения, расчёт

нагрузок — обязательно для 7-го года при работе с Arduino и тяжелыми шасси).

5. Yoshihito Isogawa. «The LEGO Power Functions Idea Book, Volume 1 & 2».
   (Идеи приводов, коробок передач, пневматики — актуально для интеграции с внешними моторами через Arduino).

Б. Программирование, Алгоритмы и Педагогика (Современность)

1. Гордон Макинтош. «Python for Kids: A Playful Introduction to Programming». — No Starch Press, 2022.
   (Базовый кодинг для перехода от блоков SPIKE/EV3 к MicroPython).
2. Кэти Корнелл, Моника Маккарти**.** «First LEGO League: The Unofficial Guide».
   (Стратегии подготовки команд к соревнованиям уровня «Лига решений», работа с судейскими рубриками).
3. М. Петров, С. Осипов**.** «Программируем микроконтроллеры ESP32/Arduino на MicroPython». — BHV, 2023.
   (Актуально для 7-го года: подключение камер, Wi-Fi модулей, датчиков среды).
4. Роберт Мартин. «Чистый код: создание, анализ и рефакторинг». — Питер, 2021.
   (Для педагога: как научить детей писать читаемый код, а не "спагетти", который невозможно дебажить перед финалом).
5. Материалы WorldSkills Juniors (Компетенция «Мобильная робототехника»).
   (Официальные сборники заданий CIS, инфраструктурные листы — стандарт индустрии в РФ).

В. Цифровые ресурсы (Online)

1. EV3DEV Documentation (ev3dev.org) — официальная документация по Linux для LEGO.
2. Pybricks Documentation (pybricks.com) — современная среда программирования для LEGO (замена медленного стандартного ПО).
3. Stack Overflow / Habr (Хабр) — разделы QA по python-sensors, opencv, raspberry-pi.
4. Rytube-каналы: James Bruton, Jeremy Fielding (инженерное дело), RVmakers (российская робототехника).

II. Для учащихся и родителей

(Для мотивации, самостоятельного чтения и понимания контекста профессии)

Базовый уровень (Вход в тему)

1. Построй свою историю. Комплект учебных проектов LEGO Education.
   (Развитие сторителлинга: зачем мы строим этого робота? Какую проблему он решает?)
2. Александр Печерский. «Занимательная робототехника для детей и взрослых». — АСТ, 2021.
   (Легкое чтение о том, как устроен мир вокруг нас).
3. Сергей Филиппов. «Робототехника для детей и родителей». — Наука, 2011 (переиздания есть).
   (Хороший фундаментальный текст для совместных чтений дома).

Углубленный уровень (Для 2-го года и амбициозных шестиклассников)

1. Адам Стамбо. «Make: Sensors». — Maker Media, 2022.
   (Книга-сенсорарий: как подключить фоторезистор, датчик газа, ИК-бампер к любому контроллеру. Очень пригодится для фрагментарного Ардуино).
2. Джереми Близдейл. «Learn Robotics with Raspberry Pi: Build and Code Your Own Moving, Sensing, Thinking Robots». — No Starch Press, 2019.
   (Практическое руководство по сборке робота на Raspberry Pi + OpenCV — идеальная дорожная карта для 7-го года).
3. Павел Вороновский. «Твой первый квадрокоптер: теория и практика». — БХВ-Петербург, 2020.
   (Понимание PID-регуляторов, IMU и физики полёта — высший пилотаж инженерной мысли, вдохновляет старшую группу).

Родителям (О воспитании технарей)

1. Салман Хан. «Весь мир — школа. Преобразованное образование». — Классика-XXI, 2018.
   (Почему проектное обучение важнее оценок).
2. Елена Первушина. «Как говорить с детьми об искусстве и науке?». — Пальмира, 2021.
   (Советы родителям, как поддержать интерес ребёнка, если у него что-то не получается собрать).

III. Нормативно-справочная литература (для ссылок в программе)

1. Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года».
2. Письмо Минпросвещения РФ от 29.09.2023 г. № АБ-3935/06 «Методические рекомендации по формированию механизмов обновления содержания... направленных на повышение качества допобразования...»

Приложение №1

РАЗДЕЛ 2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

1 год обучения
Группа 601 Четверг, воскресенье
(144 ч + 28 ч лето)

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
1	Сентябрь	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности в лаборатории продвинутой робототехники. Обзор платформы EV3 + Python.	Практическое занятие	2
2	Сентябрь	Калибровка энкодеров моторов и гироскопа. Тестирование датчиков цвета/касания под динамической нагрузкой.	Лабораторная работа	2
3	Сентябрь	Проект «Гуманоид»: механика бипедального шага. Угловые передачи, синхронизация ног через коленвал.	Конструировани е	2
4	Сентябрь	Программирование гуманоида: выход из лабиринта вслепую (датчик касания + правило правой руки).	Отладка алгоритма	2
5	Сентябрь	Соревнование «Робо-хоккей» на трёхколёсном шасси. Баланс скорости и манёвренности.	Мини-турнир	2
6	Сентябрь	Масса и устойчивость: влияние центра тяжести при резких поворотах. Расчёт опрокидывающего момента.	Исследовательск ая работа	2
7	Сентябрь	Драгстеры: повышающие передачи. Влияние диаметра колеса и запрограммированной мощности на динамику разгона.	Сборка и тестирование	2
8	Сентябрь	Гонки драгстеров в парных заездах. Анализ времени реакции старта.	Соревнования	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
9	Октябрь	Гусеничные роботы: натяжение траков, ведущие звёздочки. Преодоление «загрязнённой зоны».	Полевые испытания	2
10	Октябрь	Квадроцикл и его модификации. Расчистка поля: отвал, щётка. Работа трансмиссии под переменной нагрузкой.	Проектная сборка	2
11	Октябрь	Понижающая передача («Улитка Turbo»). Многоступенчатые редукторы. Расчёт передаточного числа i.	Теоретический семинар с расчётами	2
12	Октябрь	Соревнование «самых медленных»: точность позиционирования на микрошагах без рывков.	Контрольный заезд	2
13	Октябрь	Трение качения vs трение скольжения. Максимальная тяга: тесты разных протекторов шин.	Экспериментальная работа	2
14	Октябрь	Перетягивание каната: тестирование червячной передачи на удержание момента. КПД механизма.	Командные соревнования	2
15	Октябрь	Угловые зубчатые передачи: правила построения без люфтов. Перекрёстные оси.	Механический практикум	2
16	Октябрь	Соревнования вездеходов по пересечённой местности (уклон, неровности, препятствия).	Ралли	2
17	Октябрь	Робот-сумоист: полный привод, низкий клиренс, стратегия выталкивания. Трансмиссия двух видов.	Тактическая сборка	2
18	Октябрь	Подготовка сумо-роботов: балансировка веса, настройка датчика края поля.	Настройка и регулировка	2
19	Октябрь	Турнир Сумо роботов.	Финальные бои	2
20	Ноябрь	Дифференциал: функции, режимы работы (свободный / заблокированный).	Моделирование	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		Имитирование программно.		
21	Ноябрь	Соревнование на точность управления: прохождение трассы S-образного профиля без схода.	Time Trial (Контрольный заезд)	2
22	Ноябрь	Полярный вездеход: многофункциональная машина. 2 действия от одного сервомотора через муфты.	Инженерный вызов	2
23	Ноябрь	Доставка радиолокационной станции: навигация по GPS-маякам (IR) + объезд препятствий.	Логистическая миссия	2
24	Ноябрь	Робот с манипулятором: кинематика захвата. Передача крутящего момента через карданы.	Сборка узла	2
25	Ноябрь	Соревнование «Сбор энергона»: точный захват и перенос цилиндрических объектов.	Сортировочный турнир	2
26	Ноябрь	Требушет: использование фермовых конструкций. Храповый механизм зарядки. Зависимость дальности от угла вылета.	Средневековая инженерия	2
27	Ноябрь	Соревнования по точности стрельбы требушета.	Артиллерийский конкурс	2
28	Декабрь	Фронтальный погрузчик: сочленённое шасси. Управление центром масс при подъёме ковша.	Гидравлика базово	2
29	Декабрь	Движение в узком лабиринте: калибровка габаритов, датчики стены.	Навигационный челлендж	2
30	Декабрь	Робот-паук: шагающий движитель. Синхронизация 6 ног через коленчатый вал. Рычаги в биомиметике.	Сложная механика	2
31	Декабрь	Проверка паука на манёвренность: разворот на месте, движение боком (краб).	Тест-полигон	2
32	Декабрь	Полноприводный	Трансмиссия	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		вездеход: раздаточная коробка, блокировка межосевого дифференциала.	PRO	
33	Декабрь	Гонки по бездорожью: грязь, уклон, водные преграды симуляции.	Экстремальные испытания	2
34	Декабрь	Модульная сборка: определение узлов для собственного проекта. Эскиз в CAD-базово.	Проектирование	2
35	Декабрь	Зачетная работа: построение своего робота под заданный кейс за 4 часа.	Индивидуальный проект	2
36	Январь	Синхронизация скоростей левого/правого борта через PID-регулятор. Плавный старт без пробуксовки.	Теория управления	2
37	Январь	Соревнование тракторов с прицепом: проезд до цилиндров без сбрасывания груза.	Precision Driving (Прецизионное вождение)	2
38	Январь	Дистанционное управление роботом и манипулятором. Программирование пульта: мёртвые зоны, экспоненты руля.	RC Setup (Настройка радиоуправления)	2
39	Январь	Соревнования для роботов с манипуляторами: пронос объекта через змейку.	Манипуляционный турнир	2
40	Январь	Гусеничный робот тяжёлого класса. Конструкция манипулятора двойного действия.	Усиленная механика	2
41	Январь	Проезд до цилиндров. Захват и транспортировка хрупкого груза.	Грузоперевозки	2
42	Январь	Робот на автомобильном шасси. Калибровка рулевых колёс. Установка рулевого шасси в центральное положение.	Автомобильная инженерия	2
43	Февраль	Гонки на скоростных трассах. Оптимизация	Speed Challenge (Скоростные	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		аэродинамики корпуса.	испытания)	
44	Февраль	Выход из лабиринта. Алгоритм flood fill. Датчик касания. Бампер для выравнивания у стены.	Algorithmic Navigation (Алгоритмическая навигация)	2
45	Февраль	Соревнования «Выход из лабиринта». Тайминг прохождения сложных схем.	Labyrinth Championship (Чемпионат по лабиринту)	2
46	Февраль	Вывод на орбиту модулей космической станции. Точное позиционирование стыковочных узлов.	Docking Simulation (Симуляция стыковки)	2
47	Февраль	Соревнования по сборке космических модулей. Скорость и надёжность соединений.	Space Assembly Race (Космическая сборка на скорость)	2
48	Февраль	Робот грузчик в режиме «Маяк». Следование за IR-меткой оператора.	Follower Mode (Режим следования)	2
49	Февраль	Соревнование «Перемещение грузов между складами». Оптимизация маршрута доставки.	Logistics Optimization (Оптимизация логистики)	2
50	Февраль	Самостоятельное творчество. Разработка концепции собственного робота.	Brainstorming (Мозговой штурм)	2
Март				
51	Март	Веселый робот. Универсальный робот. Режим движения за хозяином. Разные режимы работы.	Multi-mode Engineering (Многофункциональная инженерия)	2
52	Март	Тестирование разных режимов переключения механики и ПО.	Mode Switch Test (Тест переключения режимов)	2
53	Март	Внедорожник. Клиренс. Геометрическая проходимость. Управление на уклоне.	Off-road Dynamics (Динамика внедорожника)	2
54	Март	Гонки по бездорожью. Симуляция грязи, камней, воды.	Extreme Rally (Экстремальное ралли)	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
55	Март	Робот хоккеист. Роботы на трёхколёсном шасси. Особенности угловой передачи.	Robo-Hockey v2	2
56	Март	Робохоккей. Командная игра с изменёнными правилами (ворота меньше, поле уже).	Tournament (Турнир)	2
57	Март	Драгстер. Повышающая передача. Влияние запрограммированной мощности на скорость.	Dragster Tuning (Тюнинг драгстера)	2
58	Март	Гонки драгстеров. Парные заезды на вылет.	Drag Racing Finals (Финал дрэг-рейсинга)	2
59	Март	Тягач Мамонт-2. Особенности прохождения поворотов тяжёлой техникой.	Heavy Haulage (Перевозка тяжестей)	2
Апрель				
60	Апрель	Дифференциал. Его функции. Имитирование работы дифференциала программно.	Differential Emulation (Эмуляция дифференциала)	2
61	Апрель	Гонки грузовиков. Транспортировка нестандартных грузов.	Truck Convoy (Конвой грузовиков)	2
62	Апрель	Трайк. Тяжеловесные мотоциклы. Устойчивость трёхколёсной схемы.	Trike Dynamics (Динамика трайка)	2
63	Апрель	Показательные заезды. Демонстрация уникальных возможностей командных проектов.	Showcase Event (Показательное мероприятие)	2
64	Апрель	Гусеничный робот. Знакомство с гусеничным движителем нового типа. Роль подвески.	Track Suspension Study (Изучение подвески гусениц)	2
65	Апрель	Гонки по пересечённой местности для гусеничных платформ.	Track Rally (Ралли на гусеницах)	2
66	Апрель	Марсоход. Особенности маневрирования планетохода на сыпучем грунте.	Planetary Rover Ops (Операции планетохода)	2
67	Апрель	Конструирование марсохода. Имитация	Mars Mission Build (Сборка	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		низкой гравитации, защита от пыли.	миссии на Марс)	
Май				
68	Май	Исследование поверхности. Построение карты высот через одометрию.	Surface Mapping (Картографирование поверхности)	2
69	Май	Снегоход. Особенности конструкции снегоходов. Комбинация лыж и гусениц.	Snowmobile Engineering (Инженерия снегохода)	2
70	Май	Преимущества комбинации лыж и гусениц. Роль подвески в амортизации ударов.	Hybrid Locomotion (Гибридное передвижение)	2
71	Май	Подготовка к защите. Оформление отчёта, видео-демо.	Documentation Sprint (Документационный спринт)	2
72	Май	Итоговое занятие. Защита проектов. Награждение.	Final Defense (Итоговая защита)	2

ИТОГО учебного года: 144 часов

ЛЕТНИЙ ПЕРИОД (28 часов) — 1-й год

Месяц	Тема	Форма проведения	Часы
Июнь	Планетоход. Симуляция Марса: песок, уклон, низкая гравитация.	Летняя инженерная школа	8
Июль	Снегоход арктический. Работа при низких температурах (симуляция).	Полевые испытания	8
Август	Документация проекта: CAD модели, BOM, отчёт о миссиях.	Технический документооборот	8
Август	Участие в летних хакатонах или открытых тестах полигона.	Сообщество STEM	4

2-Й ГОД ОБУЧЕНИЯ: Искусственный интеллект, IoT и соревновательная стратегия (144 ч)

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК — 2-Й ГОД ОБУЧЕНИЯ

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
Сентябрь				
1	Сентябрь	Вводное занятие. Инструктаж по технике	Семинар-инструктаж	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		безопасности. Обзор платформы EV3/SPIKE + Python.		
2	Сентябрь	Калибровка датчиков под динамической нагрузкой. Тестирование цветового датчика V3.	Лабораторная работа	2
3	Сентябрь	Настройка среды разработки (VS Code/PyCharm). Работа с репозиторием GitHub Classroom.	Учебно-практическое занятие	2
4	Сентябрь	Машинное зрение: распознавание объектов по цвету без линий (HSV).	Компьютерный практикум	2
5	Сентябрь	Оптимизация модели зрения под блок робота. Запуск распознавания на борту.	Отладочное тестирование	2
6	Сентябрь	Следование за линией переменной ширины через пороговую обработку.	Алгоритмический практикум	2
7	Сентябрь	Навигация по визуальным меткам (AprilTags) в условиях плохого освещения.	Практикум по навигации	2
8	Сентябрь	Соревнование «Сортируем объекты без маркеров».	Соревнования	2
Октябрь				
9	Октябрь	Сетевое взаимодействие: протокол MQTT (отправка команд между роботами).	Сетевой практикум	2
10	Октябрь	Датчики окружающей среды: сбор данных с метеостанции (ESP32).	Проектная сборка	2
11	Октябрь	Создание панели мониторинга: температура, заряд батареи в реальном времени.	Разработка интерфейса	2
12	Октябрь	Удалённая загрузка прошивки (OTA).	Администрирование систем	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		Безопасность обновления кода.		
13	Октябрь	Энергоменеджмент: режим сна процессора, логи потребления энергии.	Исследовательская работа	2
14	Октябрь	Координация группы роботов через центральный узел связи.	Командные испытания	2
15	Октябрь	Удалённая диагностика неисправностей через телеметрию.	Диагностика системы	2
Ноябрь				
16	Ноябрь	Конечные автоматы (КА): проектирование состояний миссии «найти → захватить».	Моделирование алгоритмов	2
17	Ноябрь	Выход из лабиринта: алгоритм «левой руки», слияние данных ИК-датчика и энкодера.	Навигационный челлендж	2
18	Ноябрь	Деревья поведения: принятие решений при встрече препятствия.	Теоретический семинар	2
19	Ноябрь	Реализация КА: автономное выполнение миссии поиска груза.	Программирование	2
20	Ноябрь	Симуляция марсохода: обход препятствий по карте высот.	Исследовательская миссия	2
21	Ноябрь	Адаптация стратегии в зависимости от действий соперника (симуляция).	Тренировка адаптивности	2
Декабрь				
22	Декабрь	Трансмиссия повышенной проходимости: раздаточная коробка, блокировка дифференциала.	Конструирование PRO	2
23	Декабрь	Полноприводный вездеход: распределение крутящего момента.	Сборка узла	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
24	Декабрь	Экстремальные испытания: имитация грязи, уклона и водных преград.	Полигонные тесты	2
25	Декабрь	Модульная сборка: определение узлов для собственного итогового проекта. Эскиз.	Проектирование	2
26	Декабрь	Зачетная работа: построение своего робота под заданный кейс за 4 часа.	Индивидуальный проект	2
Январь				
27	Январь	PID-регулятор базово: плавный старт без пробуксовки, синхронизация бортов.	Теория управления	2
28	Январь	Прецизионное вождение: трактор с прицепом проходит змейку без сброса груза.	Контрольный заезд	2
29	Январь	Дистанционное управление (RC): настройка пульта, мёртвые зоны джойстиков.	Настройка оборудования	2
30	Январь	Манипуляционный турнир: пронос объекта через полосу препятствий.	Турнир манипуляторов	2
31	Январь	Гусеничный робот тяжёлого класса. Конструкция захвата двойного действия.	Усиленная механика	2
32	Январь	Грузоперевозки: транспортировка хрупкого груза без повреждений.	Логистическая миссия	2
Февраль				
33	Февраль	Скоростные заезды: оптимизация аэродинамики корпуса.	Скоростные заезды	2
34	Февраль	Симуляция стыковки космических модулей. Точное позиционирование захватов.	Высокоточный маневр	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
35	Февраль	Командные соревнования по сборке орбитальной станции на скорость.	Командные соревнования	2
36	Февраль	Режим следования: движение робота за IR-меткой оператора.	Программирование режима	2
37	Февраль	Оптимизация логистики: перемещение грузов между складами, расчёт маршрута.	Стратегическая игра	2
38	Февраль	Самостоятельное творчество: разработка концепции финального робота года.	Мозговой штурм	2
Март				
39	Март	Многофункциональная инженерия: универсальный робот, переключение режимов.	Инженерный вызов	2
40	Март	Внедорожная динамика: клиренс, геометрическая проходимость, управление на уклоне.	Полевые испытания	2
41	Март	Экстремальное ралли: гонка по пересечённой местности (песок, камни).	Ралли	2
42	Март	Робо-хоккей v2: особенности угловой передачи, трёхколёсное шасси.	Тактическая сборка	2
43	Март	Турнир по робо-хоккею. Командная игра по регламенту.	Турнир	2
44	Март	Дрэг-рейсинг: повышающая передача, влияние мощности на динамику разгона.	Тюнинг драгстера	2
45	Март	Финал дрэг-рейсинга: парные заезды на вылет.	Финальные заезды	2
Апрель				
46	Апрель	Эмуляция дифференциала:	Моделирование	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		программная реализация работы редуктора.		
47	Апрель	Конвой грузовиков: транспортировка нестандартных длинномерных грузов.	Командная логистика	2
48	Апрель	Динамика трайка: устойчивость трёхколёсной схемы мотоцикла.	Динамика трайка	2
49	Апрель	Показательное мероприятие: демонстрация уникальных возможностей проектов.	Выставка проектов	2
50	Апрель	Изучение подвески гусениц: роль амортизации в движении по неровностям.	Изучение подвески	2
51	Апрель	Ралли на гусеницах: гонки по бездорожью.	Гонка на выносливость	2
Май				
52	Май	Операции планетохода: манёвр на сыпучем грунте, имитация низкой гравитации.	Марс-миссия	2
53	Май	Сборка миссии на Марс: защита механизмов от пыли, конструкция колёс.	Сборка ровера	2
54	Май	Картографирование поверхности: построение карты высот через одометрию.	Картографирование	2
55	Май	Инженерия снегохода: комбинация лыж и гусениц. Особенности конструкции.	Зимняя инженерия	2
56	Май	Гибридное передвижение: преимущества схемы лыжи+гусеницы, роль подвески.	Тест-драйв	2
57	Май	Сборка и настройка: регулировка клиренса снегохода под снег	Сборка и настройка	2

№	Месяц	Тема занятия	Форма проведения	Часы
		разной плотности.		
58	Май	Зимний Гран-при: управляемый занос, торможение плугом.	Зимний Гран-при	2
59	Май	Итерационная доработка итогового проекта года. Устранение ошибок.	Работа над ошибками	2
60	Май	Подготовка документации: оформление отчёта, CAD-модели, видео-демо.	Техдокументооборот	2
61	Май	Итоговое занятие. Защита проектов перед жюри. Награждение.	Финальная защита	2
	ИТОГО:			**144**

ЛЕТНИЙ ПЕРИОД (28 часов)

Месяц	Тема	Форма проведения	Часы
Июнь	Планетоход. Симуляция Марса: песок, уклон, низкая гравитация.	Летняя инженерная школа	8
Июль	Снегоход арктический. Работа при низких температурах (симуляция).	Полевые испытания	8
Август	Документация проекта: CAD-модели, BOM, отчёт о миссиях.	Технический документооборот	8
Август	Участие в летних хакатонах или открытых тестах полигона.	Общественное объединение	4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Карта мониторинга результатов освоения ДООП
(Заполняется педагогом ежеквартально на каждого учащегося или микрокоманду)
ФИО / Команда: _____

Компетенция	**Показатели оценки**	**Инструменты контроля**	**I квартал (Сент–Нояб)**	**II квартал (Дек–Февр)**	**III квартал (Март–Май)**
Предметные знания: Механика	- Понимание типов передач (понижающая/повышающая). - Расчёт передаточного числа. - Влияние центра тяжести на устойчивость.	Практическая сборка узла; устный опрос; решение расчётных задач.	Знает базовые передачи LEGO Technic. Собирает по инструкции.	Самостоятельно выбирает тип передачи под задачу (сумо vs гонки). Рассчитывает i в уме базово.	Проектирует трансмиссию с нуля. Объясняет выбор дифференциала программной эмуляцией.
Предметные знания: Программирование	- Владение средами SPIKE App и Mindstorms. - Использование циклов, условий, переменных. - Работа с датчиками (цвет, гироскоп, касание).	Скриншоты кода; видео работы робота; тест-драйв.	Программирует простые движения блокам и. Использует готовые блоки датчиков.	Пишет алгоритмы следования за линией. Калибрует датчики вручную через настройки блока.	Оптимизирует код (устраняет задержки wait). Использует многозадачность (параллельные потоки). Интегрирует Arduino как сопроцессор.
Метапредметные: Проектная деятельность	- Планирование этапов сборки. - Ведение портфолио проекта. - Решение проблем при поломке.	Чек-лист готовности; фотоотчёт; ретроспектива после теста.	Зависит от помощи педагога при ошибках. Фиксирует	Ведёт дневник сборки (фото шагов). Предлагает гипотезы при сбое («возмо	Сам диагностирует проблему (механика vs софт). Имеет план Б (запасные детали,

Компетенция	Показатели оценки	Инструменты контроля	I квартал (Сент–Нояб)	II квартал (Дек–Февр)	III квартал (Март–Май)
			результат только финальным фото.	жно, проскальзывает шестерня»).	альтернативный алгоритм). Готовит презентацию защиты.
Коммуникативные навыки	- Работа в паре/микрокоманде. - Распределение ролей. - Техническая аргументация решения.	Наблюдение педагога; карта наблюдения (Прил. 5); оценка сокомандников.	Выполняет свою часть молча. Не умеет объяснить свой узел другим.	Договаривается о ролях. Может показать товарищу, где ошибка в его сборке.	Выступает капитаном. Защищает стратегию команды перед жюри. Даёт конструктивную обратную связь.
Интерес к деятельности	- Посещаемость. - Участие во внеурочных хакатонах. - Инициатива в выборе темы проекта.	Журнал посещаемости; анкета Дубовицкой; статистика участия.	Приходит регулярно, но пассивен. Ждёт задания.	Проявляет интерес к сложным темам (просит показать OpenCV). Участвует в внутренних турнирах.	Инициирует собственный пет-проект летом. Помогает новичкам (менторство).

Итоговый вывод педагога (конец года):

_____

Подпись педагога: _____ | Дата: _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Банк контрольно-оценочных материалов (Тесты и Викторины)

Блок А: Механика и Конструирование (Mindstorms/SPIKE)

1. **Вопрос:** Какой эффект даст замена большой ведущей шестерни на маленькую при неизменной ведомой?
А) Скорость увеличится, тяга уменьшится.
Б) Скорость уменьшится, тяга увеличится.
В) Ничего не изменится.
(Правильный ответ: А — это повышающая передача, нужна для драгстеров).

Задание-сборка: За 10 минут собрать из балок Technic треугольник, который НЕ деформируется при нажатии на вершину.
(Оценка: знание фермовых конструкций и триангуляции для жёсткости).

2. **Вопрос:** Зачем нужен дифференциал в колёсном шасси?
А) Чтобы робот поворачивал без заноса.
Б) Чтобы увеличить клиренс.
В) Чтобы моторы вращались быстрее.
(Правильный ответ: А — позволяет колёсам на одной оси вращаться с разной скоростью)

Практический тест: Настройте датчик цвета SPIKE так, чтобы он отличал чёрную линию от белого поля. Какие параметры чувствительности вы измените?
(Ответ: Пороговое значение отражённого света; калибровка на конкретном покрытии).

Блок Б: Программирование (Python-базово для EV3DEV/SPIKE)

1. **Что выведет этот код? (SPIKE/MicroPython)**

```
from spike import MotorPair
motors = MotorPair('A', 'B')
motors.move(10, 'seconds', left_speed=50, right_speed=-50)
```

А) Робот поедет вперёд.
Б) Робот развернётся на месте.
В) Робот поедет назад.
(Правильный ответ: Б — моторы вращаются навстречу друг другу).

1. **Вопрос:** Как избежать остановки всей программы при ожидании датчика (motor.start(); motor.wait_until_done())?
Ответ: Использовать параллельные задачи (моторы.start_move_without_waiting()) или события (датчик.when_line_found).

Блок В: Интеграция (EV3/SPIKE + Arduino)

Вопрос: Почему нельзя подключить сервопривод MG995 напрямую к порту SPIKE/EV3?
А) Не хватит тока.
Б) Сигнал управления (PWM) несовместим без драйвера.
В) Оба ответа верны.
(Правильный ответ: В).

Задача: Нарисуйте схему подключения ультразвукового датчика HC-SR04 к Arduino. Назовите пины Trigger и Echo.
(Проверяется визуально по эскизу ученика).

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Чек-лист динамики развития практических навыков

(Используется для сравнительного анализа «Начало года → Конец года»)

Имя учащегося: _____ | Дата первичной оценки: ____

Навык	**Уровень 1 (Старт) Сборка по инструкции**	**Уровень 2 (Промежуточный) Модификация под задачу**	**Уровень 3 (Мастерский) Проектирование с нуля**
Механика ходовой части	Копирует модель «Гуманоид» шаг-в-шаг. Не понимает, почему колесо крутится медленно.	Меняет шестерёнки местами для увеличения скорости. Добавляет бампер из своих деталей.	Рисует эскиз шасси внедорожника. Подбирает клиренс под высоту препятствия. Выбирает материал траков (резина vs пластик).
Крепление узлов	Соединения болтаются, есть люфты > 5°. Использует только стандартные соединения из набора.	Устраняет люфт втулками или двойными балками. Крепит мотор стяжками дополнительно.	Создаёт монолитную раму. Использует нетиповые углы крепления. Рассчитывает плечо рычага манипулятора.
Работа с датчиками	Ставит датчик куда показано в инструкции. Не знает, что такое калибровка.	Перемещает датчик линии ближе к земле опытным путём. Меняет чувствительность в настройках блока.	Пишет скрипт автокалибровки (робот едет по белому, запоминает среднее, ставит порог). Комбинирует данные с гироскопа и энкодера.
Алгоритмика	Программа: вперёд 2 сек; поворот 90°. Сбой при малейшем изменении покрытия.	Алгоритм следования за линией (правило правой руки). Есть обработка исключений (если линия потеряна — поиск).	FSM (конечный автомат): состояния «Поиск», «Захват», «Доставка». Переходы по нескольким условиям одновременно.
Интеграция Ардуино	Не используется вообще.	Arduino подключён как «чёрный ящик»:	Arduino считывает аналоговый сенсор

Навык	Уровень 1 (Старт) Сборка по инструкции	Уровень 2 (Промежуточный) Модификация под задачу	Уровень 3 (Мастерский) Проектирование с нуля
		просто горит светодиод по команде от EV3.	(например, дальномер Sharp), обрабатывает фильтром Калмана, отдаёт готовое расстояние по UART в SPIKE.
Отладка (Debug)	При поломке зовёт педагога: «Не работает!».	Проверяет батарею, контакты. Читает ошибку на экране контроллера.	Смотрит логи порта (Serial Monitor). Замеряет напряжение мультиметром. Отключает узлы по одному для поиска виновника.

Инструкция по заполнению:
Педагог отмечает галочкой уровень, соответствующий текущему навыку ребёнка. Через полгода заполняется повторно — стрелками показывается прогресс (→).

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
РУБРИКАТОР ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Максимум — 100 баллов)

Название проекта / Команда: _____
Дата защиты: _____ | Состав жюри: _____

Критерий (Направление)	Показатели (Что оцениваем?)	Шкала (Баллы)	Оценка
1. Инженерное решение (Механика) (Max: 20 б.)	- Надёжность конструкции (отсутствие люфтов, самопроизвольного раскручивания). - Ремонтопригодность (возможность замены узла < 2 мин). - Оптимизация веса и габаритов. - Грамотное использование элементов Technic/SPIKE для жёсткости (триангуляция ферм).	0–5: Конструкция разваливается при движении. 6–10: Базовая сборка по инструкции с мелкими доработками. 11–15: Усиленная конструкция, но есть слабые узлы. 16–20: Профессиональная инженерная модель, рассчитанная на экстремальные нагрузки.	
2. Программный код и Алгоритмы (Max: 25 б.)	- Структура кода (читаемость, комментарии, отсутствие "магических чисел"). - Использование продвинутых методов: PID-регуляторы, FSM (конечные автоматы), фильтрация данных датчиков. - Отказоустойчивость (робот не зависает при потере линии/сбое сенсора). - Эффективность (минимальное время выполнения миссии).	0–7: Простые линейные программы ("вперёд-повернуть"). 8–14: Ветвления и циклы, базовое следование за линией. 15–20: Сложные алгоритмы, работа с несколькими потоками/задачами. 21–25: Код уровня кандидата в сборную (оптимизирован, задокументирован, использует ООР-базово).	
3. Интеграция электроники (Max: 15 б.)	- Качество монтажа проводов (пайка/механические соединения). - Совместная работа основной платформы	0–4: Провода мешают механике, риск короткого замыкания. 5–8: Аккуратный монтаж, но интеграция платформ отсутствует	

Критерий (Направление)	Показатели (Что оцениваем?)	Шкала (Баллы)	Оценка
	(EV3/SPIKE) и сопроцессоров (Arduino). - Энергоэффективность (расчёт потребления тока, теплоотвод драйверов). - Корректная калибровка нестандартных датчиков (лидары, ToF-камеры).	или поверхностна. 9–12: Успешная связка EV3+Arduino, стабильный обмен данными. 13–15: Комплексная киберфизическая система, оптимизированная по питанию.	
4. Выполнение соревновательной задачи (Max: 20 б.)	- Процент успешного выполнения миссий на полигоне (прогон робота судьями). - Автономность (без вмешательства человека). - Скорость прохождения трассы относительно эталона. - Точность позиционирования манипулятора (если применимо).	0–5: Робот не выполняет задачу даже частично. 6–10: Выполняет 1–2 простых элемента из 5. 11–15: Стабильное выполнение большей части миссий. 16–20: Максимальный балл полигона, рекорд времени/дальности.	
5. Защита проекта (Soft Skills) (Max: 20 б.)	- Ясность технического доклада (логика: Проблема → Решение → Результат). - Уверенность ответов на вопросы жюри («Почему выбрали именно этот мотор?»). - Командная работа во время презентации (каждый знает свою роль). - Качество визуализации (презентация CAD-моделей, графиков тестов).	0–5: Доклад читают с листа, путаются в терминах. 6–10: Рассказывают о проекте, но не могут обосновать выбор технологий. 11–15: Чёткая аргументация, уверенные ответы. 16–20: Яркая презентация уровня TEDxTeens, глубокое понимание физики процесса.	
ИТОГО:		**Max: 100**	**... / 100**

Комментарии жюри:

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
КАРТА НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ МИКРОКОМАНДЫ

(Для педагога-наставника; заполняется ежеквартально)

Название команды: _____ | **Год:** 2-й

Параметр наблюдения	**Уровень 1: Исполнитель (Начало года)**	**Уровень 2: Специалист (Середина года)**	**Уровень 3: Лидер/Инноватор (Конец года)**	**Текущий уровень & Комментарий**
1. Распределение ролей	Каждый делает всё сразу, хаос на столе. Нет чёткого зон ответственности.	Есть формальное распределение (Капитан, Мех, Код), но часто пересекаются или простаивают.	Гибкое Agile-распределение. При поломке меха — помогает кодер. Все понимают общую цель спринта.	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3
2. Коммуникация	Общение только через конфликт («Ты сломал мою шестерню!»). Повышенные тона.	Вежливое обсуждение задач. Используют чаты мессенджеров для координации вне занятий.	Конструктивная критика («Этот кронштейн даст лишний вес, давай облегчим»). Активное слушание друг друга.	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3
3. Решение проблем (Troubleshooting)	При любой ошибке зовут педагога: «Сделайте нам». Паника при сбое перед стартом.	Пытаются решить сами 10 минут, потом просят подсказку. Проверяют батарею и провода первыми.	Имеют чек-лист диагностики. Ведут лог ошибок (Error Log). Воспринимают провал как данные для анализа.	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3
4. Управление временем	Начинают собирать корпус в день дедлайна. Постоянно не успевают протестировать.	Планируют работу на неделю вперёд. Оставляют 1 занятие на тесты.	Работают спринтами по 2 недели. Имеют резервный план (Plan B) на случай поломки ключевой детали.	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3
5. Наставничество и передача	Хранят свои секреты сборки от других команд	Готовы показать свой узел, если попросят	Активно помогают новичкам (6-й год).	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3

Параметр наблюдения	Уровень 1: Исполнитель (Начало года)	Уровень 2: Специалист (Середина года)	Уровень 3: Лидер/Инноватор (Конец года)	Текущий уровень & Комментарий
знаний	(конкуренция).	напрямую.	Проводят внутренние мастер-классы для своей команды. Открытый исходный код репозитория.	
6. Психологический климат	Частая смена состава команды. Обвинения в неудачах.	Стабильный состав, но нет явного лидера. Нейтральная рабочая атмосфера.	Высокий уровень доверия. Совместный досуг вне робототехники. Поддержка при личных неудачах сокомандников.	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3

Выводы педагога по итогам периода:
Сильные стороны команды: _____
Зоны роста: _____
Рекомендации: _____

Подпись педагога: _____ | **Дата:** _____

ПРИЛОЖЕНИЕ № 7
КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Направление	Мероприятие (Форма, название)	Время проведения	Ответственные	Связь с ДООП
Гражданское воспитание				
	Проект «Инженеры Победы: Технологии будущего для защиты Отечества» Создание макетов систем безопасности/логистики для нужд региона. Формат: Проек	Февраль	Педагог студии, методист	Раздел: «Автономные системы», «Логистика»

	тная мастерская + выставка в холле ДЮЦ.			
	Квест «Цифровой суверенитет» Игра о защите данных и критической информационной инфраструктуре РФ.	Октябрь	Педагог-организатор	Раздел: «IoT и передача данных»
	Встреча-диалог «Мой вклад в технологический прорыв страны» Гость: молодой специалист хабаровского IT-кластера / завода.	Март	Педагог студии	Ценности научного познания
Патриотическое воспитание				
	Месячник оборонно-массовой работы «Стальной характер» - Сборка моделей отечественной техники (танки КВ, Т-34 из Technic). - Симуляция логистики «Дороги жизни»	Январь – Февраль	Педагог студии	Раздел: «Механика тяжеловесов», «Дифференциал»

	роботом-грузовиком.			
	Урок мужества «Блокадный хлеб инженера» Расчёт калорийности пайка через программирование микроконтроллера Arduino (имитация взвешивания остатков ресурсов).	27 января	Педагог студии, Совет ветеранов (по возможности)	Раздел: «Arduino фрагментарно», математика
	Акция «Свет памяти» Сборка программируемых вечных огней на базе светодиодов и плат контроллеров для мемориала центра.	Май	Методический кабинет, педагог	Трудовое воспитание, электроника
Духовно-нравственное воспитание				
	Лаборатория этики ИИ «Кто виноват?» Дискуссия и разбор кейсов аварий беспилотников. Формирование ответственности разработчика.	Ноябрь	Педагог студии	Введение в AI (7 год), Soft Skills

	Волонтёрский десант «Роботы добра» Наставничество: старшая группа собирает простые манипуляторы для младших групп или коррекционных школ.	Апрель	Педагог студии	Менторство, коммуникация
	Благотворительная ярмарка «Техно-добро» Продажа сувениров, напечатанных на 3D-принтере клуба (если есть) или собранных из LEGO, средства — в фонд помощи животным.	Декабрь	Организационно-методический отдел	Эстетика, труд
Эстетическое воспитание				
	Конкурс промдизайна «Form follows Function» Оценка не только работоспособности, но и красоты корпуса робота, эргономики пульта.	Февраль	Педагог студии, приглашенный дизайнер	Модульная сборка, итоговый проект
	Видеоарт-фестиваль «Нейросети видят мир» Показ работ, созданных с	Апрель	Педагог студии	Машинное зрение (7 год)

	помощью машинного зрения OpenCV (детекция объектов арт-объектов).			
	Мастерская световых эффектов «Нео-пиксели» Работа с адресными светодиодами (WS2812B) в связке со SPIKE/EV3 для создания инсталляций.	Октябрь	Педагог студии	Электроника, творчество
Физическое воспитание и ЗОЖ				
	Турнир по Robo-Fitness Собрать робота-тренера, который показывает упражнения и считает повторения (с использованием акселерометра MPU6050).	Сентябрь	Педагог по туризму, педагог студии	Раздел: «IMU-сенсоры», алгоритмы
	Семейный поход «Код доступа: Природа» Спортивное ориентирование на местности с использованием GPS-трекеров (смартфоны родителей). Без телефонов нельзя найти точку привала.	Май	Педагог студии, родители	Навигация, командообразование

	День цифрового детокса «Перезагрузка» Поход на скалодром / верёвочный парк. Полный запрет на гаджеты во время прохождения трассы.	Ноябрь	Педагог студии	Эмоциональное благополучие
Трудовое воспитание				
	Операция «Чистый стол — чистый код» Ежемесячный аудит рабочих мест. Конкурс на самую эргономичную организацию инструментов.	Последняя пятница месяца	Педагог студии	Инструктаж ТБ, культура производства
	«Робосубботник: Архивариус» Полная ревизия конструкторов: сортировка деталей EV3/SPIKE по категориям, ремонт сломанных осей, перемотка кабелей.	Конец каждой четверти	Весь состав объединения	Уважение к инвентарю

	Производственная практика «Junior Service Desk» Помощь учителю информатики в настройке ПК кабинета, прокладка кабелей сети.	В течение года (по запросу)	Педагог студии	Реальные hard skills
Экологическое воспитание				
	Проект «Зелёный алгоритм» Разработка маршрута робота-уборщика так, чтобы минимизировать пробег батареи (экономия энергии = экология).	Март	Педагог студии	Оптимизация кода, Power Budgeting
	Акция «Вторая жизнь датчика» Утилизация старых батарей LiPo в спецконтейнеры. Создание арт-объектов из списанных плат Arduino.	Октябрь, Май	Методический кабинет	Экология техносферы
	Симпозиум «Роботы против ЧС» Сборка роботов для мониторинга лесных пожаров (датчик дыма MQ-2) или уровня воды.	Август (летний период)	Педагог студии	IoT, сенсоры среды
Ценности				

научного познания				
	Внутренний хакатон «Fail Conference» Фестиваль провалов: команды рассказывают, почему их робот сгорел/свалился, и что они исправили. Без осуждения, только анализ.	Декабрь	Педагог студии	Пост-мортем аналитика, Resilience
	Научный слэм «3 минуты до старта» Яркая защита проекта за 180 секунд перед родителями и гостями.	Январь	Педагог-организатор	Питчинг, публичные выступления
	Интеграция поколений «Digital Bridge» Студенты политеха ТОГУ приходят помочь с ROS/Linux, а наши ребята учат их паять провода быстро.	Февраль	Педагог студии, кураторы ВУЗов	STEM-сообщество