

Министерство образования Кировской области

Кировское областное государственное образовательное автономное учреждение дополнительного образования «Центр технического творчества» структурное подразделение «Детский технопарк «Кванториум» в г. Кирове»

РАССМОТРЕНО

на заседании

педагогического совета

протокол № 7 от 20.05.2026

УТВЕРЖДЕНО

Приказ № 72 от 26.05.2026

Директор



Я.А. Пивоваров

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности Промробоквантума

Мобильная робототехника и автономные системы

Возраст детей: 10-15 лет

Срок реализации: 3 года

вводный уровень – 144 часа

базовый уровень – 144 часа

углубленный уровень – 144 часа

Составитель:

Владимирова Мария Львовна, педагог
дополнительного образования
высшей квалификационной категории

Киров
2026

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММЫ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Мобильная робототехника и автономные системы» (далее – программа) разработана в соответствии со следующими документами:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (с изм. и доп., далее - ФЗ).
2. Федеральный закон РФ от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (с изм. и доп.);
3. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р) (с изм. и доп.);
4. Указ Президента РФ от 07.05.2024 №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 г. № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» (в редакции от 26 декабря 2024 года и последующих);
6. Концепция развития дополнительного образования детей в РФ// Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р (с изм. и доп.);
7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» (с изм. и доп.);
8. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам // Приказ Министерства просвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (с изм. и доп.);
9. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 22.09.2021 г. №652н "Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»;
10. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 13.12.2024 г. №883 «Об утверждении методик расчёта государственной программы Российской Федерации "Развитие образования" и федерального проекта "Всё лучшее детям" национального проекта "Молодёжь и дети"»;

11. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
12. Постановление Правительства РФ от 11.10.2023 г. №1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
13. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 13.03.2019 № 114 «Об утверждении показателей, характеризующих общие критерии оценки качества условий осуществления образовательной деятельности организациями, осуществляющими образовательную деятельность по основным общеобразовательным программам, образовательным программам среднего профессионального образования, основным программам профессионального обучения, дополнительным общеобразовательным программам»;
14. Приказ от 5.08.2020 №882/391 Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;
15. Постановление Правительства Кировской области от 27.06.2025 №344-П «Об утверждении государственной программы Кировской области «Образование»;
16. Распоряжение министерства образования Кировской области №1500 от 21.12.2022 «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей на территории Кировской области (с изм. и доп.);
17. Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 29.09.2023 г. №АБ-3935/06 «О методических рекомендациях» (вместе с «Методическими рекомендациями по формированию механизмов обновления содержания, методов и технологий обучения в системе дополнительного образования детей, направленных на повышение качества дополнительного образования детей, в том числе включение компонентов, обеспечивающих формирование функциональной грамотности и компетентностей, связанных с эмоциональным, физическим, интеллектуальным, духовным развитием человека, значимых для вхождения Российской Федерации в число десяти ведущих стран мира по качеству общего образования, для реализации

приоритетных направлений научно-технологического и культурного развития страны»);

18. Методические рекомендации «Разработка и реализация раздела о воспитании в составе дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы», ФГБНУ «Институт изучения детства, семьи и воспитания;
19. Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 23.01.2026 г. № АБ-254/06 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по разработке дополнительных общеразвивающих программ, в том числе в части интеграции с учебными предметами «Труд (технология)», «Музыка», «Изобразительное искусство», «Физическая культура»);
20. Устав, Лицензия на образовательную деятельность, нормативные документы и локальные акты Кировского областного государственного образовательного автономного учреждения дополнительного образования «Центр технического творчества».

Предмет робототехники – это создание и применение роботов, других средств робототехники и основанных на них технических систем комплексов различного назначения. За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы нашей жизни. Роботы широко используются в транспорте, в исследованиях Земли и космоса, в хирургии, в военной промышленности, при проведении лабораторных исследований, в сфере безопасности, в массовом производстве промышленных товаров и товаров народного потребления.

Одной из важных проблем в России в целом и в Кировской области в частности, являются её недостаточная обеспеченность инженерными кадрами и низкий статус инженерного образования. Сейчас необходимо вести популяризацию профессии инженера. Интенсивное использование роботов в быту и на производстве требует, чтобы пользователи обладали современными знаниями в области управления роботами, что позволит развивать новые, умные, безопасные и более продвинутое автоматизированные системы. Необходимо прививать интерес обучающихся к области робототехники и автоматизированных систем.

Специалисты в области робототехники занимаются конструированием инженерных систем в сфере промышленной автоматизации. Мобильная робототехника включает в себя элементы механики, электроники и компьютерных технологий.

Содержание и структура программы «Мобильная робототехника и автономные системы» направлены на подготовку мотивированных, технически грамотных и креативных специалистов будущего, способных

вносить осознанный вклад в развитие высокотехнологичных отраслей и обеспечение технологического лидерства страны.

Направленность программы – техническая.

Новизна дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы заключается в:

- учете индивидуальных особенностей ребенка, исходя из которых каждый обучающийся самостоятельно выбирает наиболее интересную ему сферу деятельности и реализует ее в ходе выполнения своей подзадачи в рамках командной работы при решении кейсовых ситуаций и/или работы над групповым проектом;
- эффективном взаимодействии с предприятиями из реального сектора экономики Кировской области в рамках проведения совместных мероприятий и решения заданий, предоставленных партнерами.

Актуальность и значимость программы для региона обусловлена социальным заказом общества на технически грамотных специалистов в области робототехники, максимальной эффективностью развития технических навыков со школьного возраста; передачей сложного технического материала в простой доступной форме; реализацией личностных потребностей и жизненных планов; реализацией проектной деятельности обучающихся на базе современного оборудования, а также повышенным интересом детей школьного возраста к робототехнике.

Отметим, что в настоящее время в Кировской области снижается количество школьников, желающих поступать на технические специальности; после окончания учебного заведения многие устраиваются на работу не по профессии. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа предусматривает формирование начальных технических знаний, умений, навыков, способствует повышению мотивации обучающихся для выбора технических специальностей и обеспечивает раннюю профориентацию по специальностям, связанным с инженерной сферой.

Отличительной особенностью программы от уже существующих образовательных программ является её системный, многоуровневый подход к обучению, который выходит за рамки обучения сборке и базовому программированию образовательных конструкторов. Программа выстроена по принципу полного жизненного цикла продукта: от 3D-моделирования и прототипирования через 3D-печать → к сборке мехатронных узлов → программированию на C++ → стендовым испытаниям → отладке и публичной защите. Это формирует целостное инженерное мышление, а не фрагментарные навыки.

Занятия строятся с учётом индивидуальных особенностей обучающихся: сочетание визуального (mBlock) и текстового (C++) программирования, постепенное усложнение математического аппарата, использование проектной работы в ролевых командах и системы критериального оценивания

обеспечивают индивидуальный прогресс каждого обучающегося вне зависимости от начального уровня подготовки.

Возраст обучающихся, участвующих в реализации данной программы: обучающиеся 10 - 15 лет (4 – 9 класс).

Сроки реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы: программа рассчитана на три учебных года: первый год обучения – 144 учебных часа; второй год обучения – 144 учебных часа; третий год обучения – 144 учебных часа.

Первый год обучения (вводный уровень освоения программы) предусматривает знакомство обучающихся с понятиями робототехники, электроники, мехатроники, с историей развития робототехники и передовыми направлениями в этой сфере. На первом году обучения обучающиеся познакомятся с образовательными робототехническими конструкторами Codey Rocky и mbot Ranger на их примере научатся использовать базовые виды механизмов при конструировании автоматизированных моделей, а также освоют основные приемы программирования: алгоритмические конструкции, типы данных, подпрограммы.

На втором году обучения (базовый уровень освоения программы) обучающиеся совершенствуют свои знания в области программирования роботов на примере робототехнических наборов Лего EV3, Векс и mBot2: осваивают алгоритмы автоматической калибровки и стабилизации движения робота, знакомятся с понятиями регуляторов и основами теории автоматического управления, изучают основы 3Д-моделирования и 3Д-печати, получают опыт решения олимпиадных задач.

На третьем году обучения (углубленный уровень освоения программы) обучающиеся знакомятся с основами применения искусственного интеллекта при распознавании образов в ходе реализации технологии технического зрения; знакомятся с программированием микроконтроллера Ардуино, получают опыт решения олимпиадных задач повышенного уровня сложности.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОГШРАММЫ

№ п/п	Наименование уровней программы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Вводный уровень (1-ый год обучения)	144	43	101
2.	Базовый уровень (2-й год обучения)	144	42	102
3.	Углубленный уровень (3-й год обучения)	144	41	103
Всего:		432	126	306

Формы и режим занятий

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа предполагает использование различных **форм организации деятельности**: фронтальная, индивидуальная, парная, групповая, однако доминирующими формами организации деятельности обучающихся на занятии являются парная и групповая.

Возможные **формы проведения занятий**: групповые и индивидуальные лабораторные работы, исследовательские работы обучающихся, практические работы, проектные работы, экскурсии, организационно-деятельностные игры, внутренние и внешние конференции обучающихся.

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа (академический час – 40 минут) с перерывом 10 мин.

Цель программы: формирование у обучающихся системного инженерного мышления через интеграцию знаний и навыков из области механики, электроники, программирования, математики и искусственного интеллекта при создании автономных мобильных робототехнических комплексов.

Обучающие:

Первый год обучения (Вводный уровень, 144 ч):

- познакомить с историей, основными понятиями и передовыми трендами робототехники, электроники и мехатроники;
- сформировать первичные навыки конструирования автоматизированных моделей с использованием базовых механических передач и узлов на базе конструкторов Codey Rocky и mBot Ranger;
- научить основам алгоритмизации: использовать линейные, разветвляющиеся и циклические алгоритмические конструкции, работать с основными типами данных и создавать простейшие подпрограммы (функции).

Второй год обучения (Базовый уровень, 144 ч):

- углубить знания в области программирования роботов на платформах ЛЕГО EV3, ВЕКС и mBot2;
- познакомить с основами теории автоматического управления: объяснить принципы работы регуляторов (в т.ч. ПИД-регуляторов), научить применять алгоритмы автоматической калибровки датчиков и стабилизации движения робота при решении задач;
- сформировать начальные навыки 3D-моделирования деталей и узлов, а также практические умения подготовки моделей и работы на 3D-принтере;
- научить применять полученные знания для решения задач робототехнических олимпиад базового уровня.

Третий год обучения (Углубленный уровень, 144 ч):

- познакомить с принципами работы и применения искусственного интеллекта, в частности, технологий технического зрения для распознавания образов и навигации робота;
- сформировать навыки программирования микроконтроллеров Ардуино на языке высокого уровня (C++);
- совершенствовать навыки проектной деятельности и алгоритмического мышления через решение олимпиадных задач повышенного уровня сложности, требующих комплексного подхода (механика + электроника + сложный код).

Развивающие:

- способствовать развитию инженерного и алгоритмического мышления: умение декомпозировать сложную техническую задачу на простые подзадачи, выстраивать логические цепочки и прогнозировать результат выполнения алгоритма;
- способствовать развитию пространственного воображения через конструирование механизмов и создание 3D-моделей, умение мысленно вращать объекты и представлять их взаимодействие в пространстве;
- способствовать развитию творческого потенциала: способности находить нестандартные, оптимальные технические решения при ограниченных ресурсах (материалах, времени, вычислительной мощности);
- формировать навыки саморегуляции и рефлексии: умение самостоятельно искать причины сбоев в работе робота, анализировать ошибки в коде или конструкции и корректировать свои действия;
- развивать мелкую моторику и глазомер через работу с мелкими деталями конструкторов, сборку электронных схем и постобработку 3D-печатных деталей.

Воспитательные:

- формировать профессиональное самоопределение: воспитание устойчивого интереса к инженерно-техническим профессиям, осознание престижа и востребованности специалистов в сфере высоких технологий и промышленной автоматизации;
- формировать культуру командной работы: умения работать в команде, распределять роли в проектной группе, слушать собеседника, аргументированно отстаивать свою точку зрения и нести коллективную ответственность за результат;
- способствовать формированию трудолюбия и целеустремленности: привычки доводить начатое техническое решение до рабочего прототипа, преодолевая технические трудности и неудачи;
 - способствовать формированию аккуратности и бережливости, ответственного отношения к дорогостоящему образовательному оборудованию, конструкторам и материалам (экономное использование пластика для 3D-печати, уход за инструментами).

УЧЕБНЫЙ ПЛАН (ВВОДНЫЙ УРОВЕНЬ)

№	Наименование разделов и тем	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	2	1	1	Беседа, интерактивный тест Юнислайд
2.	Программирование Cody Rocky	48	18	30	Интерактивный тест Юнислайд, итоговая диагностическая работа
3.	Конструирование и программирование Mbot Ranger	74	20	54	Решение практических задач, учебные соревнования, итоговая диагностическая работа
4.	Итоговый проект	20	4	16	Защита проекта
	Итого	144	43	101	

Содержание обучения на вводном уровне программы

Раздел 1. Введение в образовательную программу, техника безопасности
(2 часа)

Теория (1 час). Знакомство с целями и задачами программы «Мобильная робототехника и автономные системы». Обзор плана обучения. Понятие о профессии робототехника и инженера-конструктора.

Вводный инструктаж по технике безопасности: правила поведения в кабинете робототехники, правила безопасного обращения с электронными компонентами, конструкторами, инструментами и источниками питания. Пожарная безопасность и правила эвакуации.

Практика (1 час). Организация рабочего места. Инструктаж по хранению и учету деталей конструкторов. Знакомство с базовым комплектом оборудования: распаковка, визуальный осмотр, сортировка и маркировка компонентов набора Codey Rocky.

Раздел 2. Программирование Codey Rocky (48 часов)

Теория (18 часов). Аппаратная часть и среда разработки: Устройство робота Codey Rocky (экран, датчики, контроллер) и базы Rocky. Интерфейс среды mBlock. Подключение устройства, обновление прошивки.

Основы алгоритмизации: Понятие алгоритма, исполнителя и системы команд. Линейные алгоритмы. Алгоритмические конструкции ветвления

(условия «если-то-иначе») и циклические конструкции (циклы с предусловием, постусловием и счетчиком).

Типы данных и переменные: Понятие переменной, константы. Числовые и строковые типы данных. Математические операции и операции сравнения.

Подпрограммы: Понятие функции (подпрограммы). Зачем нужно делить код на блоки. Создание, вызов и передача параметров в пользовательские функции.

Работа с датчиками: Принципы работы встроенных датчиков (света, инфракрасного, акселерометра/гироскопа). Основы работы с LED-матрицей и динамиками.

Практика (30 часов). Базовые навыки: Подключение Codey Rocky к ПК. Создание первых программ. Вывод анимации, текста и графиков на LED-экран. Воспроизведение мелодий.

Отработка алгоритмических конструкций: Создание интерактивных игр.

Работа с данными: Создание программ-калькуляторов, счетчиков событий, использование переменных для хранения состояния робота.

Создание подпрограмм: Написание сложных сценариев с выделением повторяющихся логических блоков в отдельные подпрограммы (функции). Отладка кода.

Моторы и датчики: Программирование реакции на хлопки, уровень освещенности, препятствия и наклон. Подключение базы Rocky: программирование движения (вперед, назад, повороты), движение по траектории, синхронизация движения колес с анимацией на экране.

Мини-проекты в среде Codey Rocky: Создание «Виртуального питомца» (реакция на действия пользователя) и «Умного будильника».

Раздел 3. Конструирование и программирование mBot Ranger (74 часа)

Теория (20 часов). Устройство mBot Ranger: Знакомство с контроллером Auriga. Распиновка портов, подключение шаговых и серводвигателей, подключение датчиков (ультразвукового, датчика линии, гироскопа). Калибровка и отладка: Понятие калибровки датчиков. Методы поиска и устранения ошибок в механической сборке и программном коде.

Практика (54 часа). Сборка и базовое программирование: пошаговая сборка гусеничной/колесной базы, программирование базовых маневров, настройка скорости и плавности хода.

Работа с ультразвуковым датчиком: программирование алгоритмов объезда статических и динамических препятствий. Создание «робота-пылесоса» или «робота-исследователя».

Работа с датчиками линии: калибровка датчиков линии. Программирование алгоритмов движения по черной линии (базовый алгоритм, П-регулятор на базовом уровне). Работа с гироскопом. Программирование поворотов с использованием гироскопа (практическое знакомство с принципами стабилизации), П-регулятор для следования по заданному курсу.

Сборка и программирование роботизированной руки: изучение кинематики манипулятора. Сборка руки с использованием сервоприводов. Программирование захвата, перемещения и установки объектов в заданные координаты.

Комплексные механизмы: модернизация базовых моделей. Добавление к вездеходу манипулятора или подъемного механизма. Создание составных передач для увеличения мощности.

Решение прикладных задач: прохождение лабиринта, сортировка объектов по цвету/размеру с помощью роботизированной руки, транспортировка груза с объездом препятствий.

Раздел 4. Итоговый проект (20 часов)

Теория (2 часа). Жизненный цикл инженерного проекта. Этапы проектирования: от идеи до прототипа. Требования к итоговому проекту первого года. Основы публичных выступлений и защиты технических проектов. Критерии оценивания.

Практика (18 часов). Проектирование: генерация идей, выбор концепции проекта (на базе Codey Rocky или mBot Ranger), создание эскизов и блок-схем алгоритма, подбор необходимых деталей и датчиков.

Реализация: механическая сборка уникального устройства или модернизация базовых моделей, написание, тестирование и отладка программного кода.

Тестирование и защита: проведение стендовых испытаний, внесение финальных корректировок, подготовка презентации проекта, публичная защита итоговых работ перед педагогом и обучающимися, демонстрация работы робота в действии.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН (БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ)

№	Наименование разделов и тем	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности.	2	1	1	Интерактивный тест Юнислайд
2.	ЛЕГО EV3 (mBot2): основы ТАУ, стабилизация и продвинутая механика	98	31	67	Оценка инженерной книги, Решение практических задач, итоговая диагностическая работа

3.	Решение олимпиадных задач повышенного уровня сложности	24	6	18	Соревнования, итоговая диагностическая работа
4.	Итоговый проект	20	4	16	Защита проекта
	ИТОГО	144	42	102	

Содержание обучения на базовом уровне программы

Раздел 1. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности (2 часа)

Теория (1 час). Знакомство с целями и задачами второго года обучения. Обзор возможностей платформ ЛЕГО EV3 и mBot2 в контексте промышленной робототехники. Вводный инструктаж по технике безопасности: правила поведения в кабинете, безопасная работа с электрокомпонентами, аккумуляторами и движущимися механизмами. Правила пожарной безопасности и действия при нештатных ситуациях.

Практика (1 час). Организация рабочего места. Проведение инвентаризации и сортировки деталей наборов ЛЕГО EV3 и mBot2. Отработка навыков безопасной сборки и разборки базовых узлов. Проверка комплектности и работоспособности контроллеров и датчиков.

Раздел 2. ЛЕГО EV3 (mBot2): основы ТАУ, стабилизация и продвинутая механика (98 часов)

Теория (31 час). Основы теории автоматического управления (ТАУ): понятие системы управления, понятие обратной связи и ее роль в стабилизации робота.

Регуляторы: математическая суть и физический смысл пропорционального (П), интегрального (И) и дифференциального (Д) законов управления, принцип работы и настройка коэффициентов ПИД-регулятора.

Алгоритмы калибровки: методы автоматической и ручной калибровки датчиков (цвета, расстояния, гироскопа), математическая обработка сигналов (фильтрация шумов, усреднение значений).

Продвинутая механика: расчет передаточных отношений в сложных зубчатых и ременных передачах, понятия жесткости конструкции, люфтов и центра тяжести, кинематика манипуляторов с несколькими степенями свободы.

Объединение данных: принципы одновременного использования данных с гироскопа и энкодеров моторов для компенсации пробуксовки колес и дрейфа датчиков.

Основы беспроводного взаимодействия (Wi-Fi/Bluetooth) и передача данных между устройствами как подготовка к технологиям IoT.

Практика (67 часов). Конструирование: сборка продвинутых шасси (гусеничных и колесных с независимой подвеской) и многоосевых роботизированных манипуляторов на базе ЛЕГО EV3 и mBot2.

Внедрение ТАУ: программирование и тонкая настройка ПИД-регулятора для плавного и стабильного движения по линии, удержания заданной дистанции до препятствия и движения по квадрату.

Калибровка на практике: написание программ для автоматической калибровки датчиков под разные условия освещения и типы поверхностей.

Точная навигация: программирование перемещения робота по координатной сетке с использованием энкодеров и коррекцией курса по показаниям гироскопа.

Объединение данных: реализация алгоритмов, компенсирующих пробуксовку колес за счет сравнения показаний энкодеров и гироскопа в реальном времени.

Беспроводное взаимодействие: создание проектов, где два робота обмениваются данными.

Раздел 3. Решение олимпиадных задач повышенного уровня сложности (24 часа)

Теория (6 часов). Анализ регламентов и типовых заданий всероссийских и международных соревнований (НТО Junior, Юниор-профи, Интеллектуальная олимпиада ПФО, международные соревнования MakeX и др.). Методы декомпозиции сложных олимпиадных задач на независимые подзадачи.

Стратегии оптимизации: поиск баланса между скоростью выполнения задачи и надежностью алгоритма, управление временем цикла.

Основы 3Д моделирования и 3Д-печати.

Практика (18 часов). Тематический практикум: решение классических олимпиадных задач: «Робосумо» (удержание на ринге и атака), «Кегельринг» (поиск и выталкивание объектов), «Сортировка» (распределение объектов по цвету или форме).

Эскизирование, проектирование кинематической схемы, выбор датчиков и приводов, 3Д-моделирование уникальных узлов, печать и сборка.

Командные тренажеры: Работа в группах с жестким лимитом времени на сборку, программирование и тестирование решения новой задачи. Распределение ролей в команде (конструктор, программист, тестировщик).

Внутренний олимпиадный отбор: Проведение мини-турнира по упрощенному регламенту с последующим разбором ошибок.

Раздел 4. Итоговый проект (20 часов)

Теория (4 часа). Жизненный цикл инженерного проекта: от идеи и анализа аналогов до создания прототипа.

Методология составления технического задания (ТЗ): формулировка требований, ограничений и критериев успеха.

Разработка структурных и алгоритмических блок-схем будущего устройства.

Основы инженерной презентации: структура доклада, визуализация технических решений, культура ответов на вопросы экспертов.

Практика (16 часов). Проектирование: генерация идей, выбор платформы (EV3 или mBot2), утверждение ТЗ и распределение задач в проектных группах.

Реализация: Механическая сборка кастомного робота или глубокая модернизация базовой модели под специфическую задачу. Написание и интеграция программного кода (с обязательным применением элементов стабилизации или сенсорной фузии).

Тестирование и отладка: проведение стендовых испытаний, выявление "узких мест" в конструкции или коде, внесение финальных инженерных корректировок.

Защита: подготовка презентационных материалов (слайды, видеодемонстрация, лэндинг). Публичная защита итоговых проектов перед педагогом и обучающимися с демонстрацией робота в действии.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ)

№	Наименование разделов и тем	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности	2	1	1	Беседа, интерактивный тест Юнислайд
2.	Микроконтроллеры Ардуино и программирование на C++	72	20	52	Решение практических задач, Итоговая диагностическая работа
3.	Модуль технического зрения TrackingCam	12	6	6	Итоговая диагностическая работа
4.	Применение приводов Dynamixel (Прикладная робототехника) при проектировании робототехнических систем	38	12	26	Решение практических задач, соревнования, итоговая диагностическая
5.	Итоговый проект	20	2	18	Защита проекта
	Итого	144	41	103	

Содержание обучения на углубленном уровне программы

Раздел 1. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности (2 часа)

Теория (1 час). Знакомство с целями и задачами третьего, углубленного года обучения. Обзор перехода от образовательных конструкторов к профессиональным компонентам промышленной робототехники.

Расширенный инструктаж по технике безопасности: правила работы с паяльным оборудованием, литий-полимерными (Li-Po) аккумуляторами высокой емкости, движущимися механизмами с высоким крутящим моментом (Dynamixel) и правилами электробезопасности при сборке собственных схем.

Практика (1 час). Организация профессионального рабочего места. Инвентаризация и проверка комплектности наборов (Ардуино, модули TrackingCam, сервоприводы Dynamixel и адаптеры). Отработка навыков безопасного подключения и отключения силовых цепей и шин данных.

Раздел 2. Микроконтроллеры Ардуино и программирование на C++ (72 часа)

Теория (20 часов). Архитектура микроконтроллеров: Устройство AVR/ARM микроконтроллеров (на примере плат Ардуино Uno/Mega/Nano). Виды памяти (Flash, SRAM, EEPROM), тактирование, порты ввода-вывода и регистры.

Основы языка C++ для встроенных систем: синтаксис, типы данных, указатели, массивы.

Аппаратные интерфейсы: принципы работы цифровых и аналоговых сигналов. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ/PWM) для управления мощностью. Аналого-цифровое преобразование (АЦП).

Протоколы передачи данных: детальное изучение асинхронных и синхронных протоколов: UART (Serial), I2C, SPI. Особенности подключения периферии.

Продвинутая алгоритмизация: аппаратные и программные прерывания (interrupts). Использование таймеров.

Практика (52 часа). Среда разработки: настройка Ардуино IDE. Написание первых программ на C++ без использования готовых.

Работа с датчиками: подключение и программирование ультразвуковых дальномеров, гироскопов/акселерометров (IMU), оптических энкодеров. Управление приводами: подключение драйверов двигателей (H-мосты). Программирование плавного разгона и торможения DC-моторов. Реализация алгоритма ПИД-регулятора на C++ для стабилизации скорости или положения.

Реализация протоколов: написание кода для опроса датчиков по шине I2C и обмен данными по UART.

Оптимизация кода: рефакторинг программ, устранение функции delay(), переход на управление по времени (millis()), оптимизация использования оперативной памяти.

Мини-проекты на Ардуино: создание автономного робота-тележки с ПИД-регулятором движения по линии и системой объезда препятствий, написанной полностью на C++.

Раздел 3. Модуль технического зрения TrackingCam (12 часов)

Теория (6 часов). Введение в компьютерное зрение: принципы цифровой обработки изображений, отличие аппаратных модулей зрения (типа TrackingCam) от программных библиотек на ПК.

Цветовые пространства: различия между RGB и HSV, почему пространство HSV является стандартом для робототехники при детекции объектов.

Алгоритмы детекции: пороговая обработка (бинаризация), поиск связанных областей, выделение контуров. Принципы распознавания маркеров.

Интеграция с микроконтроллером: форматы передачи данных от камеры к Ардуино (например, пакеты данных с координатами X, Y и размером объекта по протоколу UART).

Практика (6 часов). Настройка модуля: работа с ПО модуля TrackingCam, настройка области интереса, калибровка цветовых порогов под конкретное освещение.

Практические задачи: реализация системы поворотной платформы, которая удерживает цветной объект в центре кадра.

Навигационная задача: робот обнаруживает маркер или цветную цель, вычисляет ошибку положения и подъезжает к ней, останавливаясь на заданном расстоянии.

Раздел 4. Применение приводов Dynamixel (Прикладная робототехника) при проектировании робототехнических систем (38 часов)

Теория (12 часов). Понятия мотор, редуктор, контроллер, драйвер и датчики обратной связи (положение, скорость, температура, напряжение).

Основы кинематики манипуляторов: прямая и обратная кинематика для роботизированных рук с 2-3 степенями свободы. Математические основы расчета углов в сочленениях для попадания в заданную точку пространства.

Практика (26 часов). Конфигурирование: использование ПО (Dynamixel Wizard) для присвоения ID, настройки скоростей, ускорений и программных ограничений угла поворота.

Аппаратная интеграция: правильное подключение шины Dynamixel к Ардуино, организация питания (разделение силовой и логической земли).

Базовое программирование: чтение текущего положения, плавное перемещение в заданную точку, синхронное управление несколькими сервоприводами одновременно.

Конструирование манипулятора: сборка роботизированной руки или сложного шагающего механизма с использованием профилей и креплений Dynamixel.

Реализация кинематики: написание на C++ функций обратной кинематики для управления захватом манипулятора по координатам X, Y, Z.

Комплексная интеграция: создание системы, где TrackingCam обнаруживает объект, передает его координаты на Ардуино, а та, рассчитав обратную кинематику, подводит манипулятор Dynamixel к объекту для захвата.

Раздел 5. Итоговый проект (20 часов)

Теория (2 часа). Методология комплексного инженерного проектирования. Составление детального технического задания (ТЗ): формулировка задачи, выбор компонентной базы, разработка электрической схемы и механических чертежей. Принципы грамотного оформления технической документации и структура публичной защиты инженерного проекта.

Практика (18 часов)

Проектирование: формирование проектных групп. Мозговой штурм, утверждение ТЗ, создание 2D/3D эскизов конструкции и блок-схем алгоритмов.

Реализация: механическая сборка робота (возможно с использованием деталей, напечатанных на 3D-принтере на втором году обучения).

Монтаж электрической схемы (Ардуино + Dynamixel + TrackingCam + датчики + система питания).

Написание модульного кода на C++, интеграция подсистем (зрение + кинематика + навигация).

Тестирование и отладка: испытания, выявление «узких мест» (механических люфтов, программных багов, помех по питанию), внесение финальных корректировок.

Защита: подготовка презентации и демонстрационного видео, публичная защита проектов перед комиссией (педагог, приглашенные эксперты, обучающиеся) с демонстрацией работы робота в условиях, приближенных к олимпиадным или производственным.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Личностные результаты:

- устойчивый познавательный интерес к инженерно-техническому творчеству, робототехнике и высоким технологиям, осознание значимости и престижа инженерных профессий, понимание роли специалиста по промышленной автоматизации в современном мире, готовность к осознанному выбору дальнейшего пути профессионального образования в сфере IT, робототехники, мехатроники и смежных технических направлений.
- навыки эффективного взаимодействия в проектной группе: умение распределять роли (конструктор, программист, тестировщик, презентатор) в соответствии с сильными сторонами каждого участника, развитие культуры делового общения: умение слушать собеседника, задавать уточняющие вопросы, конструктивно воспринимать критику и аргументированно отстаивать свою техническую позицию, готовность к разрешению конфликтов в процессе совместной деятельности, умение находить компромиссные технические решения, способность публично представлять результаты командной работы, отвечать на вопросы экспертов и педагогов;
- умение доводить начатое дело до логического завершения: от идеи и эскиза до работающего прототипа и его публичной защиты, умение анализировать

причины неудач, извлекать уроки из ошибок и повторно пытаться решить задачу с учетом полученного опыта.

- ответственное отношение к дорогостоящему образовательному оборудованию, конструкторам, инструментам и расходным материалам, аккуратность и внимательности при работе с мелкими деталями, электронными компонентами и паяльным оборудованием.
- навыки бережливого использования ресурсов: экономное расходование пластика для 3D-печати, повторное использование деталей конструкторов, уход за инструментами.
- понимание важности соблюдения порядка на рабочем месте, правил хранения и учета деталей и компонентов.

Метапредметные результаты:

- умение подбирать и анализировать специальную литературу, пользоваться компьютерными источниками информации, в том числе осуществлять патентный поиск в базе данных ФИПС;
- умение осуществлять учебно-исследовательскую и проектную работу;
- умение анализировать, сравнивать, сопоставлять, обобщать, делать выводы, высказывать собственные предположения;
- умение формировать новые знания опытным путём, экспериментировать, развитие изобретательности и технического творчества;
- умение слушать и слышать педагога, умение выступать перед аудиторией, владение основными видами публичных выступлений (высказывание, монолог, дискуссия, полемика), следование этическим нормам и правилам ведения диалога (диспута);
- умение организовать свое рабочее (учебное) место, навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности, умение выполнять работу аккуратно и качественно;
- умение определять и формулировать цель деятельности, умение обосновывать целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывая и обосновывая логическую последовательность шагов
- умение планировать текущую работу, составлять план действий по решению проблемы (задачи), умение соотносить результат своей деятельности с целью и оценивать его, умение осуществлять самоконтроль и самоанализ учебной деятельности.

Предметные результаты

В ходе освоения вводного уровня программы обучающиеся демонстрируют следующие предметные результаты:

- знания базовых понятий робототехники, электроники и мехатроники; основные этапы исторического развития и современные тренды роботостроения; назначение основных узлов и деталей конструкторов;
- умения собирать устойчивые и функциональные автоматизированные модели с использованием базовых видов механизмов (передач, рычагов,

шестеренок) на базе конструкторов Codey Rocky и mBot Ranger; правильно подключать датчики и исполнительные устройства к контроллеру;

- владение навыками базового программирования: составлять линейные, разветвляющиеся и циклические алгоритмы; использовать основные типы данных; создавать и вызывать подпрограммы (функции) для оптимизации кода.

В ходе освоения базового уровня программы обучающиеся демонстрируют следующие предметные результаты:

- знания основ теории автоматического управления (ТАУ); принципов работы и назначение регуляторов (включая ПИД-регуляторы); принципов работы 3D-принтера и этапов подготовки модели к печати;
- умения: программировать роботов на платформах ЛЕГО EV3/БЕКС и mBot2; применять алгоритмы автоматической калибровки датчиков и стабилизации движения робота; создавать трехмерные модели деталей в CAD-среде и готовить их к печати (слайсинг);
- владение навыками решения типовых робототехнических олимпиадных задач; навыками постобработки 3D-печатных изделий и сборки кастомных узлов для роботов.

В ходе освоения углубленного уровня программы обучающиеся демонстрируют следующие предметные результаты:

- знания основ применения искусственного интеллекта в робототехнике; принципы работы систем технического зрения; архитектуру и особенности работы микроконтроллеров Ардуино;
- умения программировать микроконтроллеры на языке высокого уровня (C++); внедрять алгоритмы распознавания образов, навигации и принятия решений на основе данных с камер; интегрировать сложные электронные компоненты в единую систему;
- владение навыками комплексного проектирования роботов; навыками решения олимпиадных задач повышенного уровня сложности, требующих глубокой оптимизации кода и нестандартных инженерных решений.

ВОСПИТАНИЕ

Программа по воспитанию предназначена для всех обучающихся, а также их родителей (законных представителей).

Основная форма работы с обучающимися и их родителями (законными представителями) – групповая.

Целевые ориентиры воспитания по программе:

- развитие интереса к технической деятельности;
- активизация участия в технических проектах;
- ранний осознанный выбор сферы профессиональных интересов;
- формирование семейных ценностей.

Воспитательный процесс осуществляется в условиях организации деятельности детского коллектива на площадке Центра технического

творчества, а также на выездных площадках, мероприятиях в других организациях.

Анализ результатов воспитания проводится в процессе педагогического наблюдения за поведением обучающихся, их общением, отношениями друг с другом, в коллективе, их отношением к педагогу, к выполнению своих заданий по программе.

Совместная деятельность в коллективе, участие в мероприятиях разного уровня, участие в акциях, организация экскурсий на предприятия города – всё это аспект воспитательной работы. Организация целенаправленной воспитательной работы позволяет формировать социально активную личность, способную принимать духовно-нравственные, социальные, семейные и общечеловеческие ценности.

Содержание плана воспитания содержит следующие *направления деятельности*:

1. Общеколлективные дела
2. Работа с родителями

Цель воспитательной работы: развитие личности, самоопределение и социализация обучающихся с учетом их индивидуальных особенностей.

Задачи:

- обеспечить поддержку и развитие уникальных качеств каждого ребёнка, учитывая его интересы, склонности и возможности;
- помогать обучающимся делать осознанный выбор образовательных и жизненных путей с учётом их индивидуальных особенностей;
- организовать эффективное взаимодействие с родителями обучающихся, включение родителей в образовательный процесс.

Работа с коллективом обучающихся проводится в форме бесед, экскурсий, встреч с интересными людьми.

Взаимодействие с родителями обучающихся детского объединения включает в себя:

- организацию системы индивидуальной и коллективной работы (тематические беседы, собрания, индивидуальные консультации);
- вовлечение родителей в жизнедеятельность детского объединения (организация и проведение открытых занятий в течение учебного года, а также семейных мастер-классов для детей и родителей).

Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Мероприятие	Сроки проведения	Место проведения
<i>Работа с детским коллективом</i>			
1	Посвящение в кванторианцы	Октябрь-ноябрь	Центр технического творчества

2	Участие в межрегиональной конференции научно-технического творчества «От замысла к воплощению»	Октябрь	Яранская центральная библиотека
3	Областные соревнования робосумо	Октябрь-ноябрь	Центр технического творчества
4	Участие в муниципальном этапе школьной олимпиады ПФО	Январь	Центр технического творчества
5	Участие в региональном этапе школьной олимпиады ПФО	Февраль	Центр технического творчества
6	Участие в областных соревнованиях по робототехнике «Кегельринг»	Январь-Февраль	ДТ «Кванториум» г. Омутнинск
7	Участие в региональном этапе международных соревнований по робототехнике «Красноярск 7.0.»	Февраль	Детский научно-инженерный центр «Орион»
8	Участие в областном турнире по робототехнике «Танковый биатлон».	Февраль	Центр «IT-куб» города Белая Холуница
9	Участие в региональном чемпионате «ЮниорПрофи» в компетенции «Мобильная робототехника»	Март	Центр технического творчества
10	Участие в областном конкурсе исследовательских, проектных работ обучающихся образовательных организаций «Вятский Левша»	Апрель	Центр технического творчества
11	Участие в межрегиональном конкурсе проектных работ «Превосходная идея»	Апрель-май	ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
12	Презентация проектов на фестивале идей и технологий	Май	Центр технического творчества
13	Летние инженерные интенсивы	Июнь-июль	Центр технического творчества
14	Экскурсии на предприятия города	В течение учебного года, в рамках летних интенсивов	По адресу предприятия
15	Встречи, семинары, тренинги для повышения самооценки, формирования позитивных смысло-жизненных ориентиров	В течение учебного года	Центр технического творчества
16	Беседы соблюдения учащимися правил внутреннего распорядка Центра, недопущение и пресечение асоциального поведения	В течение учебного года	Центр технического творчества
17	Тематические встречи с интересными людьми	В течение учебного года	Центр технического творчества и площадки других организаций
18	Привлечение обучающихся к помощи в качестве волонтеров при	В течение учебного года	Центр технического творчества, площадки

	проведении мероприятий на базе Центра, а также организации и проведении выездных мастер-классов		проведения выездных мастер-классов
<i>Работа с родителями</i>			
1	Организационное собрание	1 неделя сентября	Центр технического творчества
2	Индивидуальные консультации, собеседование с родителями	В течение учебного года	Центр технического творчества
4	Новогодние КвантоЁлки	Декабрь	Центр технического творчества
5	Привлечение родителей к выездам на соревнования разного уровня	В течение учебного года	Место проведения соревнований

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Всего учебных недель	Всего учебных дней	Всего учебных часов	Всего занятий в неделю
1 год	1 сентября	31 мая	36	72	144	2 раза в неделю по 2 часа
2 год	1 сентября	31 мая	36	72	144	2 раза в неделю по 2 часа
3 год	1 сентября	31 мая	36	72	144	2 раза в неделю по 2 часа

Календарно-тематический план, вводный уровень

№ п/п	№ темы	Тема занятия	Всего часов	Теория	Практика	Сроки проведения		Формы контроля
						План	Факт	
1.	1	Введение в программу. ТБ. Знакомство с Codey Rocky.	2	1	1			Фронтальный опрос
2.	2	Устройство Codey Rocky. Среда mBlock. Подключение.	2	2	0			Интерактивный тест Юнислайд
3.	2	Интерфейс mBlock. Первые программы (анимация, звук).	2	1	1			Решение практических задач

4.	...							
----	-----	--	--	--	--	--	--	--

Календарно-тематический план, базовый уровень

№ п/п	№ темы	Тема занятия	Всего часов	Теория	Практика	Сроки проведения		Формы контроля
						План	Факт	
1.	1	Цели 2-го года. Платформы EV3 и mBot2. Инструктаж по ТБ.	2	1	1			Фронтальный опрос
2.	2	Знакомство с образовательным робототехническим конструктором Лего MindStorms EV3.	2	1	1			Решение практических задач, наблюдение
3.	2	Решение задач следования по заданной траектории	2	2	0			Интерактивный тест Юнислайд
4.	...							

Календарно-тематический план, углубленный уровень

№ п/п	№ темы	Тема занятия	Всего часов	Теор.	Практ.	Сроки проведения		Формы контроля
						План	Факт	
1.	1	Цели 3-го года. Переход к проф. компонентам. Расширенный инструктаж по ТБ (Li-Po, пайка, Dynamixel).	2	1	1			Фронтальный опрос
2.	2	Знакомство с микроконтроллером Ардуино и средой разработки Ардуино IDE.	2	2	0			Опрос
3.	2	Основы C++: синтаксис, типы данных.	2	0	2			
4.	...							

Примечание: календарно-тематический план не приводится в полном объеме, т.к. ежегодно обновляется, формируясь автоматически в электронном журнале.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебно-методические средства обучения:

- специализированная литература по робототехнике, подборка журналов,
- наборы технической документации к применяемому оборудованию,
- образцы моделей и систем, выполненные обучающимися и педагогом,
- плакаты, фото и видеоматериалы, учебно-методические пособия для педагога и обучающихся, включающие дидактический, информационный, справочный материалы на различных носителях, компьютерное и видео оборудование.

Применяемое на занятиях дидактическое и учебно-методическое обеспечение включает в себя электронные учебники, справочные материалы и системы используемых Программ, Интернет, рабочие тетради обучающихся.

Педагогические технологии

В процессе обучения по Программе используются разнообразные педагогические технологии:

- кейс-технологии, анализ реальной ситуации (каких-то вводных данных) описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы
- проектные технологии – достижение цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом;
- Edu-Scrum-технология – осознанное усвоение нового материала обучающимися через их тесное взаимодействие с другими участниками учебного процесса, а также в изучении ими своих собственных возможностей.
- компьютерные технологии, формирующие умение работать с информацией, исследовательские умения, коммуникативные способности.
- технологии развивающего обучения, направленные на общее целостное развитие личности, на основе активно-деятельного способа обучения, учитывающие закономерности развития и особенности индивидуума;
- технологии личностно-ориентированного обучения, направленные на развитие индивидуальных познавательных способностей каждого ребенка, максимальное выявление, раскрытие и использование его опыта;
- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей;
- технологии сотрудничества, реализующие демократизм, равенство, партнерство в отношениях педагога и обучающегося, совместно

вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества.

В практике выступают различные комбинации этих технологий, их элементов.

Формы и виды контроля. Оценочные материалы.

Способы определения результативности. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Мобильная робототехника и автономные системы» предполагает использование следующих методов отслеживания результативности: педагогическое наблюдение, педагогический анализ результатов анкетирования, тестирования, зачётов, взаимозачётов, опросов, выполнения обучающимися диагностических заданий, участия обучающихся в мероприятиях (соревнованиях, фестивалях, олимпиадах, выставках), защиты проектов, решения задач поискового характера, активности обучающихся на занятиях и т.п. Для отслеживания результативности используются интерактивные тесты Юнислайд. Результатом усвоения обучающимися программы являются: устойчивый интерес к занятиям, результаты достижений в массовых мероприятиях различного уровня.

Контроль знаний и умений обучающихся подразделяется на текущий, который проводится в ходе освоения обучающимися основных разделов программы и промежуточную аттестацию, проводимую после освоения обучающимися каждого уровня программы.

Формы контроля:

- наблюдение за детьми в процессе работы (с определенной целью);
- фронтальный опрос;
- зачеты;
- соревнования;
- решения задач;
- тесты;
- проверочные работы;
- самостоятельные работы;
- проекты.

Диагностика результативности освоения программы обучающимися проводится с целью определения степени ее освоения каждым обучающимся. В основе диагностики лежат оцениваемые параметры, результативность освоения программы делится на 3 уровня, выражающихся определенным количеством баллов: низкий – 1, средний – 3 балла, высокий – 5 баллов. (Приложение 1)

Оценка качества освоения программы осуществляется в конце освоения каждого уровня, по результатам выполнения *итоговой диагностической работы в форме теста и итогового практического задания и/или защиты проекта.*

Оценивание результатов итоговой диагностической работы обучающихся осуществляется по системе "зачет"/"незачет" в соответствии с нижеприведенными критериями:

- отметка "незачет" ставится, если набрано менее 50% правильных ответов;
- отметка "зачет" ставится, если набрано от 51% до 100% правильных ответов.

Оценивание результатов итоговой практической работы осуществляется по результатам освоения программы обучающихся, практического применения знаний и умений по системе "зачет"/"незачет" (оценивается две попытки выполнения практического задания в соответствии с заданными критериями, в зачет идет одна лучшая попытка):

- отметка "незачет" ставится, если набрано менее 30% от максимально возможного балла;
- отметка "зачет" ставится, если набрано от 31% до 100% от максимально возможного балла.

Материально-техническое обеспечение

№№ п/п	Наименование	Назначение и краткое описание функционала оборудования
1.	Учебное (обязательное) оборудование	
1.1.	Робототехнический набор промежуточного уровня 45678 ЛЕГО Education Spike Prime, 13 шт	Использование базовых видов механизмов при конструировании автоматизированных моделей, а освоение основных приемов программирования: алгоритмические конструкции, типы данных, подпрограммы
1.2.	Ресурсный набор промежуточного уровня 5680 ЛЕГО Education Spike Prime Expansion Set, 5шт	
1.3.	Базовый робототехнический набор начального уровня 45544 ЛЕГО Mindstorms Education EV3, 18шт	
1.4.	Ресурсный робототехнический набор начального уровня набор ЛЕГО Mindstorms Education EV3, 8шт	
1.5.	Учебно-методический комплект на базе робота MakeBlock mBot – 6 шт.	Набор для конструирования образовательных моделей промышленных и мобильных роботов
1.6.	MBot Ranger Robot Kit, 6 шт	
1.7.	Учебный комплект начального уровня для проектирования и конструирования роботов РМ-УРТК-01 – 3 шт.	Освоение способов программирования микроконтроллеров

1.8.	Набор для изучения информационных систем и устройств учебных промышленных роботов ОРТП-2019 – 5 шт.	
1.9.	Комплекс роботизированный учебный (КРУ) 9970 0090000 000 на базе промышленного ангулярного манипуляционного робота KR3 R540 KUKA	Основной набор для изучения промышленной робототехники.
1.10.	Набор датчиков, остнастки	Дополнительные элементы позволяющие увеличить количество заданий.
1.11.	AR-RSK-LBR образовательный робототехнический комплект «Стем лаборатория» (stem/steam лаборатория) – 6шт	Проектирование робототехнических систем на основе приводов Dynamixel
1.12.	AR-RRK-RKV-01 ресурсный робототехнический комплект «Стем лаборатория» (stem/steam лаборатория) – 3 шт	
1.13.	AR-RSK-ACD образовательный робототехнический комплект «Стем академия» (stem/steam академия) – 2 шт.	
1.14.	AR-RTK-ML-02 Учебно-лабораторный манипуляционный РТК с угловой кинематикой – 1шт.	
1.15.	AR-RTK-PL-02 Учебно-лабораторный манипуляционный РТК с плоско-параллельной кинематикой – 1шт.	
1.16.	45544 Лего MindStorms Education EV3, 45560 ресурсный набор Лего MindStorms Education EV3	Исследование окружающего пространства путем обработки и анализа изображения со встроенной видеокамеры. Модуль предназначен для применения с различными образовательными робототехническими наборами и может использоваться для создания роботов, способных
1.17.	AR-TCAM-01 Модуль технического зрения TrackingCam	

		распознавать и анализировать объекты по ряду признаков - цвету, размеру, форме и т.д.
2.	Компьютерное оборудование	
2.1	Ноутбуки	Средство отображение информации (инструкций по сборке роботов), изучение программного обеспечения.
2.2	Планшетный ПК Huawei T3 LTE 10" – 3 шт., Смартфон Honor 7A – 3 шт.	Используются в учебном процессе, для управления роботом на расстоянии.
3.	Презентационное оборудование	
3.1	Проектор	Мультимедийное оборудование для передачи информации.
3.2	Экран	Средство отображение информации, отображение учебного материала.
4.	Расходные материалы	
4.1	Бумага А4	Используется для выполнения практических заданий
4.2	Маркеры	
4.3	Блокноты	
4.4	Ручки	

Программное обеспечение:

Операционная система Windows, пакет офисных программ MS Office, среда программирования Лего Mindstorm EV3, среда программирования Лего Spike Prime, Ардуино IDE, интерфейс для настройки модуля TrackingCam для ОС Windows, универсальная платформа кодирования MBlock, библиотека Ардуино IDE для использования интерфейса SPI, библиотека Ардуино IDE для использования интерфейса I2C, библиотека Ардуино IDE для использования интерфейса UART, набор блоков для работы с TrackingCam для ЛЕГО EV3, система управления для углового манипулятора, оснащенного обычным схватом и управляемого OEM-версией контроллера, подключаемого по USB, библиотека Ардуино IDE версии 1.8.6+ для создания ведущего (master) Dynamixel-совместимого устройства на базе протокола dynamixel 1.0, библиотека Ардуино IDE версии 1.8.6+ для создания ведомого Dynamixel-совместимого устройства на базе протокола dynamixel 1.0, драйверы для

подключения модуля USB-DXL-AR к ПК на ОС Windows, библиотека для подключения к универсальному робототехническому контроллеру LАVR моторов и датчиков ЛЕГО, Программное обеспечение ROBOTIS «R+ Task 2.0» (версия 2.0.43), «R+ Motion 2.0» (версия 2.3.1), «R+ Manager 2.0» (версия 2.0.1), «R+ Scratch» (версия 1.0.1), «R+ Design» (версия 1.2.1).

ЛИТЕРАТУРА

Литература для педагога

1. Бейлти Дж. Создаём роботов на Arduino. 50 проектов. — М.: БХВ-Петербург, 2023. — 380 с.
2. Борисов А.Н. Tinkercad и Fusion 360 для робототехники. — М.: ИНТУИТ, 2024. — 280 с.
3. Григорьев С.Н. Микроконтроллеры AVR и ARM. Архитектура и программирование. — М.: Лаборатория знаний, 2022. — 450 с.
4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. 5-е изд. — М.: Лаборатория знаний, 2022. — 850 с.
5. Иванов А.С. Искусственный интеллект в образовательной робототехнике. — М.: ИНТУИТ, 2023. — 220 с.
6. Козловская А.В. STEM-образование: от теории к практике. — СПб.: Питер, 2021. — 280 с.
7. Марголис М. Arduino. Программирование на C++ для встроенных систем. 2-е изд. — М.: ДМК Пресс, 2021. — 280 с.
8. Методические рекомендации НТО Junior 2024–2025. Под ред. А.Е. Селина. — М.: АСИ, 2024.
9. Петин В.А. Arduino для профессионалов. Продвинутые проекты и оптимизация кода. — СПб.: Наука и техника, 2022. — 400 с.
10. Пономарев В.И., Иванова Т.С. Современная робототехника в дополнительном образовании: методическое пособие. — М.: Просвещение, 2022. — 240 с.
11. Селин А.Е., Филатов С.В. Подготовка школьников к Национальной технологической олимпиаде. — М.: АСИ, 2023. — 320 с.
12. Соколов Д.Б. Теория автоматического управления: адаптированный курс для школьников. — М.: МГТУ им. Баумана, 2023. — 320 с.
13. Филатов С.В. Робототехнические соревнования: стратегии победы. — М.: Лаборатория знаний, 2024.
14. Хорн М. 3D-печать и проектирование. Современные технологии. 2-е изд. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 340 с.
15. Яковлев В.А. Мехатронные системы. Основы проектирования. — М.: Лаборатория знаний, 2022. — 380 с.

Литература для обучающихся

1. Астахов М. Программирование роботов в mBlock. Современный подход. — СПб.: БХВ-Петербург, 2022. — 240 с. Ключкин А. Робототехника для школьников. Первые шаги. 2-е изд. — М.: РОСМЭН, 2023. — 120 с.
2. Григорьев С. 3D-моделирование в Tinkercad. Практикум для школьников. — М.: ИНТУИТ, 2023. — 160 с. Матвеев И. Олимпиадная робототехника. Задачи и решения. 2-е изд. — М.: Лаборатория знаний, 2024. — 260 с.
3. Карпов В. ЛЕГО EV3. Продвинутое проекты и алгоритмы. — М.: ДМК Пресс, 2022. — 320 с.
4. Мортенсен Э. Python для подростков. Программирование игр и роботов. — М.: Питер, 2023. — 400 с. Каплан М. Computer Vision для школьников. Основы OpenCV. — СПб.: БХВ-Петербург, 2024. — 280 с.
5. Петров А. Программирование ЛЕГО EV3 на Python. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 240 с. Бейлти Дж. Arduino. 100 проектов для продвинутых. — М.: БХВ-Петербург, 2024. — 420 с. Расул М. Raspberry Pi и Python для робототехники. — М.: ДМК Пресс, 2024. — 380 с.
6. Смирнов Д. C++ для микроконтроллеров. От теории к практике. — М.: ДМК Пресс, 2023. — 320 с. Иванов А. Искусственный интеллект в проектах школьников. — М.: ИНТУИТ, 2024. — 200 с.

Интернет-ресурсы

1. Образовательный портал. URL: <http://edurobots.ru/>
2. Новостной портал. URL: <http://robotrends.ru/>
3. Сайт Прикладная робототехника. URL: <https://appliedrobotics.ru/>
4. Онлайн-курс «Первые шаги в Ардуино». URL: <https://stepik.org/course/73221/syllabus>
5. Онлайн-курс «НТО Junior 23-24. ОК Технологии и роботы». URL: <https://stepik.org/course/180684/syllabus>
6. Онлайн-курс «Робототехника Лего Spike Prime». URL: <https://www.lektorium.tv/Легоrobot>
7. Онлайн-симулятор Ардуино с поддержкой различных плат и компонентов URL: <https://wokwi.com>
8. Ресурс по Ардуино и электронике: уроки, проекты, библиотеки URL: <https://alexgyver.ru>
9. Подробные статьи и справочники по электронным компонентам, датчикам, модулям с примерами кода. URL: <https://wiki.amperka.ru>

Приложение 1. Диагностика результативности освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы
«Мобильная робототехника и автономные системы»

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Число баллов	Методы диагностики
Предметные результаты (вводный уровень)				
1. Теоретическая подготовка				
Знание истории, основных понятий и передовых трендов робототехники, электроники и мехатроники	Степень освоения теоретических знаний обучающимся	обучающийся имеет начальное представление об истории, основных понятиях и передовых трендах робототехники, электроники и мехатроники, но не может назвать примеры наиболее известных роботов и фирм производителей роботов, не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.	1	Итоговая диагностическая работа
		обучающийся имеет хорошее представление об истории, основных понятиях и передовых трендах робототехники, электроники и мехатроники, может назвать один-два примера наиболее известных роботов и фирм производителей роботов, но не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.	5	
		обучающийся имеет широкое представление об истории, основных понятиях и передовых трендах робототехники, электроники и мехатроники, самостоятельно следит за новостями, делится своими знаниями на занятиях с другими обучающимися, может перечислить более трех примеров наиболее известных роботов и фирм производителей роботов, применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.	10	
Знание основ мехатроники	Степень освоения теоретических знаний обучающимся	обучающийся имеет начальное представление о конструировании робототехнических систем на основе образовательного робототехнического набора, механизмах для преобразования движения, может соотнести один-два вида механических передач, но не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности	1	Итоговая диагностическая работа
		обучающийся имеет хорошее представление о конструировании робототехнических систем на основе	5	

		образовательного робототехнического набора, механизмах для преобразования движения, может назвать более трех видов механических передач, но не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности		
		обучающийся имеет хорошее представление о конструировании робототехнических систем на основе образовательного робототехнического набора, механизмах для преобразования движения, может назвать более трех видов механических передач, может определить передаточное число механической передачи, применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности	10	
Знание основ алгоритмизации;	Степень освоения теоретических знаний обучающимся	обучающийся имеет начальное представление о линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмических конструкциях, типах данных и способах создания простейших подпрограмм, но путается при выборе нужной команды, не может самостоятельно осуществить настройку командных блоков, не умеет «читать» программу	1	Итоговая диагностическая работа
		обучающийся имеет хорошее представление о линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмических конструкциях, типах данных и способах создания простейших подпрограмм, имеет представление о видах и назначении команд «действий», «датчиков» и «управления операторов», правильно выбирает нужную команду, уверенно осуществляет настройку командных блоков, но не умеет «читать» программу	5	
		обучающийся имеет широкое представление о линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмических конструкциях, типах данных и способах создания простейших подпрограмм, имеет представление о видах и назначении команд «действий», «датчиков», «управления операторов» и «операции с данными», правильно выбирает нужную команду, уверенно осуществляет настройку командных блоков, знает, как создавать подпрограммы, умеет «читать» программу	10	
2. Практическая подготовка				
Владение основными понятиями в области	Осмысленность и правильность	обучающийся знает названия некоторых деталей и механизмов, в том числе электронных компонентов,	1	Итоговая практическая работа.

робототехники, электроники и мехатроники	использования специальной терминологии, отсутствие затруднений при использовании технической литературы и документации	названия команд и алгоритмических конструкций, но может допускать ошибки в терминологии; знает, как обратиться к документации, но не использует техническую и справочную литературу при возникновении затруднений.		решение учебных задач и кейсов
		обучающийся знает названия большинства деталей и механизмов, в том числе электронных компонентов, названия команд и алгоритмических конструкций, знает, как обратиться к документации, но не использует техническую и справочную литературу при возникновении затруднений.	5	
		обучающийся знает названия всех деталей и изученных механизмов, в том числе электронных компонентов, названия команд и алгоритмических конструкций, знает, как обратиться к документации, при возникновении затруднений самостоятельно использует техническую и справочную литературу для поиска нужной информации.	10	
Первичные навыки конструирования автоматизированных моделей с использованием базовых механических передач и узлов на базе конструкторов Codey Rocky и mBot Ranger;	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения, степень применения теоретических знаний в ходе технического творчества	обучающийся осуществляет сборку автоматизированных моделей с использованием базовых механических передач и узлов согласно инструкции, иногда испытывает затруднения при чтении схемы сборки, испытывает затруднения при сборке конструкции без инструкции, в ходе решения кейсов и в проектной деятельности	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		обучающийся осуществляет сборку автоматизированных моделей с использованием базовых механических передач и узлов согласно инструкции, не испытывает затруднения при чтении схемы сборки, не испытывает затруднения при сборке конструкции без инструкции для решения учебных задач, но испытывает затруднения в ходе решения кейсов и в проектной деятельности, не применяет знания об изученных механизмах для преобразования движения в ходе технического творчества	5	
		обучающийся осуществляет сборку автоматизированных моделей с использованием базовых механических передач и узлов согласно инструкции, не испытывает затруднения при чтении схемы сборки, не испытывает затруднения при сборке конструкции без инструкции для решения учебных задач, в ходе решения кейсов и в проектной деятельности, применяет знания об изученных механизмах для	10	

		преобразования движения в ходе технического творчества		
Умение использовать линейные, разветвляющиеся и циклические алгоритмические конструкции, работать с основными типами данных и создавать простейшие подпрограммы для управления роботом	Умение решать базовые учебные задачи, самостоятельность в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	обучающийся умеет составлять простые алгоритмы управления поведением робота, самостоятельно загружает программу в контроллер, запускает программу, но не умеет самостоятельно комбинировать решение нескольких базовых учебных задач, не применяет переменные и подпрограммы в алгоритме, испытывает затруднения при поиске и исправлении ошибок в программе	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		обучающийся умеет составлять алгоритмы управления поведением робота среднего уровня сложности, самостоятельно загружает программу в контроллер, запускает программу, умеет самостоятельно комбинировать решение нескольких базовых учебных задач, не применяет переменные и подпрограммы в алгоритме, испытывает затруднения при поиске и исправлении ошибок в программе	5	
		обучающийся умеет составлять сложные алгоритмы управления поведением робота, самостоятельно загружает программу в контроллер, запускает программу, умеет самостоятельно комбинировать решение нескольких базовых учебных задач, самостоятельно использует переменные и подпрограммы в алгоритме, практически не испытывает затруднений при поиске и исправлении ошибок в программе	10	
Предметные результаты (базовый уровень)				
1. Теоретическая подготовка				
Знания в области программирования роботов на платформах ЛЕГО EV3, ВЕКС и mBot2	Степень освоения теоретических знаний обучающимся	Знает базовый интерфейс среды программирования и назначение основных блоков/команд. Понимает простейшие линейные алгоритмы, но испытывает трудности с объяснением логики циклов и условий.	1	Итоговая диагностическая работа
		Понимает принципы работы алгоритмических конструкций (ветвление, циклы), знает назначение различных типов датчиков и моторов на выбранных платформах. Может объяснить логику работы написанной им программы.	5	
		Глубоко понимает архитектуру программ, принципы модульности и оптимизации кода. Понимает различия в программировании разных платформ (EV3, ВЕКС, mBot2) и может теоретически обосновать выбор той или иной	10	

		алгоритмической конструкции для конкретной задачи.		
Знание основ теории автоматического управления	Степень освоения теоретических знаний обучающимися	обучающийся имеет представление об основах теории автоматического управления, имеет представление об основных видах регуляторов (релейный, пропорциональный, пропорционально-дифференциальный, ПИД-регулятор), но самостоятельно не может записать алгоритм регулятора, испытывает трудности при применении изученного алгоритма для других электронных компонентов, не может самостоятельно найти и исправить ошибки в алгоритме	1	Итоговая диагностическая работа
		обучающийся знает основы теории автоматического управления, имеет представление об основных видах регуляторов (релейный, пропорциональный, пропорционально-дифференциальный, ПИД-регулятор), самостоятельно записывает алгоритм регулятора, но испытывает трудности при применении изученного алгоритма для других электронных компонентов, не может самостоятельно найти и исправить ошибки в алгоритме	5	
		обучающийся знает основы теории автоматического управления, основные виды регуляторов (релейный, пропорциональный, пропорционально-дифференциальный, ПИД-регулятор), самостоятельно записывает алгоритм регулятора, уверенно применяет изученный алгоритм для других электронных компонентов, самостоятельно находит и исправляет ошибки в алгоритме	10	
Знания в области 3Д-моделирования деталей и узлов 3Д-печати	Степень освоения теоретических знаний обучающимися	Знает основные понятия: 3Д-модель, экструдер, стол. Имеет общее представление о том, что такое 3Д-моделирование и 3Д-печать, но плохо ориентируется в 3D-пространстве, не понимает систему координат (X, Y, Z), не понимает назначение выравнивания, группировки и разгруппировки, не понимает принципы работы с рабочими плоскостями, не может самостоятельно осуществить подготовку модели к 3Д печати.	1	Итоговая диагностическая работа
		Знает назначение основных элементов интерфейса среды Тинкеркад: рабочая плоскость, панель примитивов, инструменты перемещения/вращения/масштабирования. Понимает концепцию «твердого» и «пустотелого» тела,	5	

		свободно ориентируется в 3D-пространстве, понимает систему координат (X, Y, Z), знает назначение выравнивания, группировки и разгруппировки, понимает принципы работы с рабочими плоскостями. Знает основные параметры слайсера: заполнение, поддержки, температуру печати, высоту слоя. Понимает необходимость учета зазоров (допусков) при проектировании.		
		Знает назначение основных элементов интерфейса среды Тинкеркад: рабочая плоскость, панель примитивов, инструменты перемещения/вращения/масштабирования. Понимает концепцию «твердого» и «пустотелого» тела, свободно ориентируется в 3D-пространстве, понимает систему координат (X, Y, Z), знает назначение выравнивания, группировки и разгруппировки. Понимает принципы работы с рабочими плоскостями. Знает горячие клавиши для ускорения работы. Знает, как использовать справочные материалы и библиотеки готовых форм. Знает, как ориентация модели на столе влияет на прочность и время печати. Понимает свойства различных материалов (PLA, PETG) и может теоретически подобрать параметры печати для сложного функционального узла.	10	
2. Практическая подготовка				
Программирование роботов (ЛЕГО EV3, ВЕКС, mBot2)	Отсутствие затруднений в создании модели реального устройства, уровень сложности схемы/модели	С помощью педагога или по образцу собирает работающую программу из базовых блоков. Допускает синтаксические или логические ошибки, для исправления которых требуется посторонняя помощь.	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		Самостоятельно пишет, загружает и отлаживает программы для решения стандартных задач (движение по траектории, реакция на датчики). Умеет находить и исправлять типовые ошибки в коде.	5	
		Самостоятельно пишет сложный, структурированный и оптимизированный код (с использованием подпрограмм, переменных, сложных условий). Быстро проводит отладку и адаптирует программу под изменяющиеся условия на поле.	10	
Умение применять алгоритмы П, ПД и	Отсутствие затруднений в использовании	Обучающийся может запустить готовую программу калибровки или простейший алгоритм движения по линии	1	Итоговая практическая работа,

ПИД- регуляторов, алгоритмы автоматической калибровки датчиков и стабилизации движения робота при решении задач	специального оборудования и оснащения, степень применения теоретических знаний в ходе технического творчества	(например, релейный регулятор, П-регулятор), но не может адаптировать его под новые условия.		решение учебных задач и кейсов
		Обучающийся самостоятельно проводит калибровку датчиков (цвета, расстояния, гироскопа) под конкретное поле. Может подобрать базовые коэффициенты П- или ПИД-регулятора для стабильного движения по линии или удержания дистанции.	5	
		Обучающийся самостоятельно реализует и тонко настраивает ПИД-регулятор для сложных задач (например, движение по квадрату с коррекцией гироскопом или компенсация пробуксовки). Умеет писать алгоритмы автоматической калибровки, которые робот выполняет перед стартом задачи.	10	
Навыки 3Д-моделирования 3Д-печати	Уровень самостоятельности в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	Обучающийся может незначительно модифицировать готовую 3D-модель, с помощью педагога запускает процесс печати на 3D-принтере.	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		Обучающийся самостоятельно моделирует простые функциональные детали (кронштейны, крепления для датчиков), правильно настраивает слайсер, запускает печать и выполняет базовую постобработку (удаление поддержек).	5	
		Обучающийся самостоятельно проектирует сложные сборочные узлы с учетом кинематики и допусков, оптимизирует модель для печати (минимизация поддержек, прочность), самостоятельно запускает печать, может заменить филамент, устранить типовые сбои (засоры сопла, отклеивание модели) и проводит качественную постобработку.	10	
Предметные результаты (углубленный уровень)				
1. Теоретическая подготовка				
Знание активных электронных компонентов и способов их подключения	Степень освоения теоретических знаний обучающимися	обучающийся знает основные электронные компоненты и их условные обозначения на схеме, способы подключения основных электронных компонентов к плате Ардуино, знает программные средства построения электронных схем, но путается в условных обозначениях электронных компонентов, не умеет «читать» электронные схемы, не может самостоятельно найти ошибки в электронной схеме	1	Итоговая диагностическая работа
		обучающийся знает электронные компоненты и их	5	

		условные обозначения на схеме, способы подключения электронных компонентов к плате Ардуино, знает программные средства построения электронных схем, уверенно определяет вид электронного компонента на схеме, но иногда допускает ошибки при чтении электронной схемы, не может самостоятельно найти ошибки в электронной схеме		
		обучающийся знает электронные компоненты и их условные обозначения на схеме, способы подключения всех изученных электронных компонентов к плате Ардуино, уверенно определяет вид электронного компонента на схеме, видит и исправляет ошибки в электронной схеме.	10	
Знание особенностей работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Ардуино	Степень освоения теоретических знаний обучающимися	обучающийся знает особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Ардуино, знает способы подключения контроллера к компьютеру, загрузки программы в контроллер Ардуино, знает структуру программу на языке C++, способы установки и подключения библиотек, но испытывает сложности при установке библиотек, при подключении и загрузке программы в микроконтроллер, при поиске и исправлении ошибок в программе.	1	Итоговая диагностическая работа
		обучающийся знает особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Ардуино, знает способы подключения контроллера к компьютеру, загрузки программы в контроллер Ардуино, знает структуру программу на языке C++, способы установки и подключения библиотек, самостоятельно устанавливает библиотеки, уверенно подключает контроллер к компьютеру и загружает программы в микроконтроллер, но не умеет читать программу, испытывает трудности при поиске и исправлении ошибок в программе.	5	
		обучающийся знает особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Ардуино, знает способы подключения контроллера к компьютеру, загрузки программы в контроллер Ардуино, знает структуру программу на языке C++, способы	10	

		установки и подключения библиотек, самостоятельно устанавливает библиотеки для работы с внешними и периферийными устройствами, для работы с различным дополнительным оборудованием, умеет читать программу, самостоятельно находит и исправляет ошибки в программе		
Знание методологии системного инженерного проектирования и основ робототехнической кинематики при решении олимпиадных задач повышенного уровня сложности.	Степень освоения теоретических знаний обучающимися	Обучающийся знает общие этапы создания робота (идея → сборка → код), понимает условие олимпиадной задачи на поверхностном уровне.	1	Итоговая диагностическая работа
		Обучающийся знает общие этапы создания робота (идея → сборка → код), понимает условие олимпиадной задачи, умеет декомпозировать задачу на подсистемы (механика, питание, управление), но затрудняется самостоятельно сделать выбор компонентной базы и алгоритмов для максимизации надежности в условиях соревнований..	5	
		Обучающийся знает общие этапы создания робота (идея → сборка → код), понимает условие олимпиадной задачи, умеет декомпозировать задачу на подсистемы (механика, питание, управление), может самостоятельно разработать архитектуру сложной системы, умеет теоретически обосновать выбор компонентной базы и алгоритмов для максимизации надежности в условиях соревнований.	10	
2. Практическая подготовка				
Умение разрабатывать и собирать программируемые электронные устройства	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения, степень применения теоретических знаний в ходе технического творчества	обучающийся осуществляет подключение основных электронных компонентов к плате Ардуино по схеме, испытывает затруднение при поиске ошибок в подключении электронных компонентов, не умеет самостоятельно разрабатывать электронные устройства на основе изученных шаблонов и примеров.	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		обучающийся осуществляет подключение основных электронных компонентов к плате Ардуино по схеме, самостоятельно осуществляет поиск ошибок в подключении электронных компонентов, но испытывает затруднения при разработке сложных электронных устройств на основе изученных шаблонов и примеров.	5	
		обучающийся осуществляет подключение основных электронных компонентов к плате Ардуино по схеме, самостоятельно осуществляет поиск ошибок в подключении	10	

		электронных компонентов, уверенно разрабатывает сложные электронные устройства на основе изученных шаблонов и примеров.		
Умение писать код программы на языке программирования	Уровень самостоятельности в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	обучающийся умеет открывать готовые скетчи в среде Ардуино, вносит незначительные изменения в шаблоны кода, но испытывает трудности при разработке программы с нуля, не использует средства отладки программы (монитор порта), не может самостоятельно найти и исправить ошибки в программе	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		обучающийся умеет открывать готовые скетчи в среде Ардуино, уверенно вносит значительные изменения в шаблоны кода, самостоятельно разрабатывает программы с нуля среднего уровня сложности, самостоятельно использует средства отладки программы (монитор порта), испытывает трудности при поиске и исправлении ошибок в программе	5	
		обучающийся умеет открывать готовые скетчи в среде Ардуино, уверенно вносит значительные изменения в шаблоны кода, самостоятельно разрабатывает сложные программы с нуля, самостоятельно использует средства отладки программы (монитор порта), самостоятельно осуществляет поиск и исправляет ошибки в программе	10	
Умение проводить сбор, обработку и анализ изображений с использованием существующих методов машинного обучения	Уровень самостоятельности в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	обучающийся осуществляет установку и настройку ПО для камеры технического зрения по инструкции, выполняет распознавание однотонных областей и распознавание разноцветных объектов по шаблону, получает данные о распознанных областях и объектах, но не умеет использовать модуль технического зрения TrackingCam для обнаружения и перемещения цветных объектов с помощью колесного робота с захватом.	1	Итоговая практическая работа, решение учебных задач и кейсов
		обучающийся самостоятельно осуществляет установку и настройку ПО для камеры технического зрения, выполняет распознавание однотонных областей и распознавание разноцветных объектов по шаблону, получает данные о распознанных областях и объектах, использует модуль технического зрения TrackingCam для обнаружения и перемещения цветных объектов с помощью колесного	5	

		робота с захватом, но не умеет применять модуль технического зрения TrackingCam для решения прикладных задач и в проектной деятельности.		
		обучающийся самостоятельно осуществляет установку и настройку ПО для камеры технического зрения, выполняет распознавание однотонных областей и распознавание разноцветных объектов по шаблону, получает данные о распознанных областях и объектах, использует модуль технического зрения TrackingCam для обнаружения и перемещения цветных объектов с помощью колесного робота с захватом, уверенно применяет модуль технического зрения TrackingCam для решения прикладных задач и в проектной деятельности.	10	
Метапредметные результаты (вводный уровень)				
1. Учебно-интеллектуальные умения				
Умение подбирать литературу, пользоваться компьютерными источниками информации	Самостоятельность в подборе и работе с литературой, электронными источниками информации	обучающийся испытывает серьезные затруднения при выборе литературы, электронных источников информации и работе с ними, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога	1	Анализ способов деятельности Проектные работы Наблюдение
		работает с литературой, электронными источниками с помощью педагога	5	
		подбирает литературу и электронные источники информации, работает с ними самостоятельно, не испытывая затруднений	10	
Умение осуществлять проектную работу	Проявление интереса, готовности и самостоятельности в проектной деятельности	не проявляет никакого интереса и готовности к проектной деятельности, только при контроле со стороны педагога	1	Участие в конкурсах проектных работ разного уровня с презентацией продукта проектной деятельности
		проявляет интерес и готовность к проектной деятельности эпизодически, нуждается в помощи и поддержке педагога	5	
		всегда с готовностью и интересом берется за разработку и выполнение проекта, проявляет большую заинтересованность, инициативу и самостоятельность	10	
Умение формировать новые знания опытным путём, экспериментировать	Самостоятельность в формировании новых знаний опытным путем, уровень сформированности навыка	обучающийся в состоянии выполнять лишь простейшие задания по шаблону, в деятельности он использует готовые решения и методы	1	Решение практических заданий
		выявляет и формулирует проблемы, замечает детали и противоречия с помощью подсказки педагога, осуществляет поиск ответов на поставленные вопросы в ходе	5	

	экспериментировать	экспериментирования с помощью педагога.		
		способен выявлять и формулировать проблемы, замечать детали, видеть противоречия, ставить вопросы, осуществляет самостоятельный поиск ответов на поставленные вопросы в ходе экспериментирования	10	
2. Учебно-коммуникативные умения				
Умение формировать краткий рассказ о проекте или модели	Умение последовательно излагать материал, отвечать на вопросы слушателей	испытывает серьезные затруднения при подготовке рассказа, обучающийся делает большое количество грубых речевых ошибок, испытывает затруднения при ответе на вопросы слушателей	1	Презентация проекта
		формулирует краткий рассказ о своем проекте или модели, не всегда соблюдает последовательность изложения материала, речевые ошибки незначительны, но влияют на восприятие речи, отвечает на вопросы слушателей при незначительной подсказке педагога	5	
		самостоятельно готовит рассказ о своем проекте или модели, умеет последовательно излагать материал, охотно выступает перед аудиторией. Речь звучит в естественном темпе, нет речевых ошибок, самостоятельно отвечает на вопросы	10	
Умение слушать и слышать педагога	Адекватность восприятия информации, идущей от педагога	обучающийся испытывает серьезные затруднения в концентрации внимания, с трудом воспринимает учебную информацию	1	семинар, круглый стол, дискуссия, доклад
		слушает и слышит педагога, воспринимает учебную информацию при напоминании и контроле, иногда принимает во внимание мнение других	5	
		обучающийся сосредоточен, внимателен, слушает и слышит педагога, адекватно воспринимает информацию, уважает мнения других	10	
3. Учебно-организационные умения и навыки				
Умение организовать свое рабочее (учебное) место	Способность самостоятельно готовить свое рабочее место к деятельности и убирать его за собой	обучающийся испытывает серьезные затруднения при организации своего рабочего места, нуждается в постоянном контроле и помощи педагога	1	Наблюдение
		готовит рабочее место с помощью педагога или родителя, чаще при напоминании об этом	5	
		готовит свое рабочее место самостоятельно, без напоминаний, не испытывает затруднений	10	
		обучающийся овладел менее чем 1/2 объема навыков	1	

Навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности	Соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям	в целом освоил, но допускает ошибки	5	Наблюдение, анализ, Диагностическая работа
		освоил весь объем навыков, предусмотренных программой за конкретный период	10	
Умение аккуратно выполнять работу	Аккуратность и ответственность в работе	демонстрирует низкое качество работы, постоянные ошибки, требуются постоянные проверки и исправления	1	Наблюдение, анализ, Диагностическая работа
		качество работы обучающегося соответствует предъявляемым требованиям, но иногда бывает небрежен, встречаются ошибки, приходится проверять его работу	5	
		обучающийся аккуратно выполняет свою работу без помощи педагога. Ошибки встречаются очень редко	10	
Умение формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели деятельности.	Самостоятельность в определении учебной задачи	испытывает затруднения при определении задач учебной деятельности, нуждается в помощи педагога	1	Фронтальная работа на занятии Проектная работа Диагностическая работа
		определяет необходимые действия в соответствии с учебной и познавательной задачей после подсказки педагога, составляет алгоритм их выполнения вместе с педагогом	5	
		самостоятельно определяет необходимые действия в соответствии с учебной и познавательной задачей и составляет алгоритм их выполнения	10	
Метапредметные результаты (базовый уровень)				
1. Учебно-интеллектуальные умения				
Умение анализировать специальную литературу, пользоваться компьютерными источниками информации	Самостоятельность в подборе и работе с литературой, электронными источниками информации	Обучающийся испытывает серьезные затруднения при анализе специальной литературы, электронных источников информации и работе с ними, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога	1	Анализ способов деятельности Проектные работы Наблюдение
		Самостоятельно осуществляет поиск и подбор специальной литературы и электронных источников, но требует помощи и подсказки педагога при выполнении анализа источников	5	
		Самостоятельно осуществляет анализ специальной литературы и электронных источников информации, не испытывает затруднений	10	
Умение осуществлять учебно-исследовательскую проектную работу	Проявление интереса, готовности и самостоятельности в учебно-	Не проявляет никакого интереса и готовности к учебно-исследовательской и проектной деятельности, только при напоминании и контроле со стороны педагога	1	Участие в научно-практических конференциях и конкурсах разного
		Проявляет интерес и готовность к учебно-	5	

	исследовательской и проектной деятельности	исследовательской и проектной деятельности эпизодически, нуждается в помощи и поддержке педагога		уровня с докладами, сообщениями о результатах учебно-исследовательской и проектной деятельности, публикация научных статей в сборниках и материалах конференций
		Всегда с готовностью и интересом берется за разработку и выполнение учебно-исследовательской и проектной работы, проявляет большую заинтересованность и самостоятельность	10	
Умение анализировать, сравнивать, сопоставлять, обобщать, делать выводы, высказывать собственные предположения	Самостоятельность в ходе выполнения анализа, сравнения, сопоставления, обобщения, высказывания собственных предположений	Не способен или способен в очень незначительной степени самостоятельно осуществлять логические операции сравнения, анализа, обобщения, классификации, установления аналогий. Не высказывает собственных предположений	1	Работа над проектами Публичные выступления Диагностическая работа
		Не всегда самостоятельно осуществляет логические операции сравнения, анализа, обобщения, классификации, установления аналогий. Нуждается в помощи и контроле со стороны педагога. Недостаточно активен в обсуждении учебных заданий, не всегда высказывает собственные предположения	5	
		Не испытывает никаких затруднений при осуществлении логических операций сравнения, анализа, обобщения, классификации, установления аналогий. Активно участвует в обсуждении учебных заданий, предлагает разные способы выполнения заданий, обосновывает выбор наиболее эффективного способа действия	10	
Развитие изобретательности технического творчества	Проявление в творческой деятельности способности придумывать, изобретать,	обучающийся в состоянии выполнять лишь простейшие задания по шаблону, подглядывая за другими исполнителями. В деятельности он использует готовые решения и методы	1	Создание авторских и творческих продуктов
		видит необходимость принятия творческих решений, выполняет практические задания с элементами творчества с помощью педагога.	5	
		способен выявлять и формулировать проблемы, замечать детали, видеть противоречия, ставить вопросы. Выполняет практические задания с элементами творчества	10	

		самостоятельно, готов экспериментировать		
2. Учебно-коммуникативные умения				
Умение выступать перед аудиторией, осуществлять презентацию и защиту проекта	Умение четко и последовательно и грамотно излагать материал, обосновывать свои суждения, отвечать на вопросы слушателей,	испытывает серьезные затруднения при подготовке и подаче информации. Обучающийся делает большое количество грубых речевых ошибок	1	Защита проектов
		Готовит информацию и выступает перед аудиторией при поддержке и помощи педагога. Речевые ошибки незначительны, но влияют на восприятие речи.	5	
		Самостоятельно готовит информацию, охотно выступает перед аудиторией. Речь звучит в естественном темпе, нет речевых ошибок.	10	
Умение вести полемику, участвовать в дискуссии	Самостоятельность в построении дискуссионного выступления, логика в построении доказательств	Обучающийся испытывает серьезные затруднения в ситуации дискуссии, необходимости предъявления доказательств и аргументации своей точки зрения. Нуждается в значительной помощи педагога	1	Участие в семинарах, круглых столах, дискуссия доклад
		Участвует в дискуссии, защищает свое мнение при поддержке педагога, иногда сам строит доказательства	5	
		Самостоятельно участвует в дискуссии, убедительно аргументирует свою точку зрения, логически обоснованно предъявляет доказательства	10	
3. Учебно-организационные умения и навыки				
Умение ставить цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей	Самостоятельность целеполагания	испытывает затруднения при самостоятельной постановке цели учебной деятельности, осуществляет выбор цели из предложенных учителем формулировок, испытывает затруднения при обосновании выбора цели	1	Наблюдение, рефлексия учебной деятельности
		осуществляет постановку цели учебной деятельности с помощью педагога	5	
		самостоятельно осуществляет постановку цели учебной деятельности, в том числе и на длительный период времени с помощью карты знаний, маршрута движения.	10	
Умение планировать текущую работу, составлять план действий по решению проблемы (задачи)	Уровень сформированности навыка планирования своей работы	обучающийся активно обсуждает готовый план решения учебной задачи, способен модифицировать план решения учебной задачи в соответствии с заданными условиями и ресурсами, но испытывает затруднения при самостоятельном планировании текущей работы	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение

		осуществляет планирование текущей работы, составляет план действий по решению проблемы (задачи) под руководством педагога,	5	
		самостоятельно осуществляет планирование текущей работы, составляет план действий по решению проблемы (задачи), не испытывает затруднений	10	
Метапредметные результаты (углубленный уровень)				
1. Учебно-интеллектуальные умения				
Умение осуществлять патентный поиск в БД ФИПС	Самостоятельность в реализации патентного поиска	обучающийся испытывает серьезные затруднения в осуществлении патентного поиска, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога	1	Анализ способов деятельности Проектные работы Наблюдение
		самостоятельно осуществляет патентный поиск с использованием БД ФИПС, но требует помощи и подсказки педагога при выполнении анализа патентных документов	5	
		самостоятельно осуществляет патентный поиск в БД ФИПС, не испытывает затруднений при анализе патентных документов	10	
Умение осуществлять учебно-исследовательскую проектную работу, оформлять результаты исследования, в том числе в форме научной статьи	Проявление самостоятельности в учебно-исследовательской и проектной деятельности	осуществляет учебно-исследовательскую и проектную деятельность только при напоминании и контроле со стороны педагога, испытывает серьезные затруднения при оформлении результатов работы	1	Участие в научно-практических конференциях и конкурсах разного уровня с докладами, сообщениями. Публикация научных статей в сборниках и материалах конференций
		осуществляет учебно-исследовательскую и проектную деятельность эпизодически, нуждается в помощи и поддержке педагога при оформлении результатов работы	5	
		всегда с готовностью и интересом берется за разработку и выполнение проекта, проявляет большую заинтересованность и самостоятельность при оформлении результатов работы, участвует в презентации и защите проекта на конференциях и конкурсах различного уровня	10	
Формирование навыка изобретательской деятельности	Степень вовлеченности в изобретательскую деятельность	обучающийся не проявляет интереса к изобретательской деятельности	1	Создание авторских и творческих продуктов, патентование
		проявляет интерес к изобретательской деятельности эпизодически, испытывает затруднения при формулировке краткого обоснования идеи / проекта на предмет возможности охраны прав на интеллектуальную собственность, осуществляет классификацию технического решения в соответствии с МПК, принадлежность к области	5	

		ИС, анализ аналогов технического решения с помощью педагога.		
		заинтересован в изобретательской деятельности, самостоятельно формулирует краткое обоснование идеи / проекта на предмет возможности охраны прав на интеллектуальную собственность, классификацию технического решения в соответствии с МПК, принадлежность к области ИС, самостоятельно осуществляет анализ аналогов технического решения.	10	
2. Учебно-коммуникативные умения				
Владение основными видами публичных выступлений (высказывание, монолог, дискуссия, полемика), следование этическим нормам и правилам ведения диалога (диспута).	Уровень владения навыком публичного выступления	самостоятельно готовит выступление, разрабатывать структуру презентации в соответствии с поставленными задачами, создаёт у аудитории благоприятное впечатление о себе, демонстрируя дружелюбие, терпимость, содействие, тактичность.	1	Участие в научно-практических конференциях и конкурсах разного уровня с докладами, сообщениями о результатах учебно-исследовательской и проектной деятельности
		уверенно держится перед аудиторией, правильно устанавливает контакт с аудиторией, уверенно и позитивно отвечает на вопросы, управляет своим голосом, жестикуляцией, мимикой в процессе выступления.	5	
		выбирает аргументы, подходящие для определенной аудитории, привлекает и удерживает внимание аудитории, отслеживает реакцию аудитории и своевременно реагирует на снижение внимания. Выявляет элементы личного стиля выступления (слова, жесты, позы), мешающие эффективному выступлению и заменяет их на помогающие (адекватные) конкретной ситуации.	10	
3. Учебно-организационные умения и навыки				
Умение обосновывать целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывая и обосновывая логическую последовательность шагов	Самостоятельность в формулировке цели деятельности	испытывает трудности при обосновании целевых ориентиров и приоритетов ссылками на ценности, указывает и обосновывает логическую последовательность шагов только совместно с педагогом	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		самостоятельно обосновывает целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывает и обосновывает логическую последовательность шагов с незначительной помощью педагога	5	

		Самостоятельно обосновывает целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывает и обосновывает логическую последовательность шагов, не испытывает затруднений	10	
Умение соотносить результат своей деятельности с целью и оценивать его	Самостоятельность и объективность в оценке результата деятельности	обучающийся определяет совместно с педагогом и сверстниками критерии планируемых результатов и критерии оценки своей учебной деятельности	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		определяет и систематизирует (в том числе выбирать приоритетные) критерии планируемых результатов и оценки и критерии оценки своей учебной деятельности с помощью педагога	5	
		определяет и систематизирует (в том числе выбирать приоритетные) критерии планируемых результатов и оценки и критерии оценки своей учебной деятельности, отбирает инструменты для оценивания своей деятельности в рамках предложенных условий и требований	10	
Умение осуществлять самоконтроль и самоанализ учебной деятельности	Уровень сформированности навыка самоанализа учебной деятельности	обучающийся осуществляет контроль своей деятельности в процессе достижения результата, но испытывает затруднения при необходимости корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией, не всегда адекватно и объективно оценивает результаты деятельности, испытывает трудности при определении причин отсутствия планируемого результата.	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		обучающийся осуществляет контроль своей деятельности в процессе достижения результата, корректирует свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией, но не всегда адекватно и объективно оценивает результаты деятельности, испытывает трудности при определении причин отсутствия планируемого результата.	5	
		обучающийся самостоятельно осуществляет контроль своей деятельности в процессе достижения результата, корректирует свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией, адекватно и объективно оценивает свою деятельность, аргументирует причины достижения или отсутствия планируемого результата, сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки самостоятельно, самостоятельно устанавливает связь между	10	

		полученными характеристиками продукта и характеристиками процесса деятельности и по завершении деятельности предлагает изменение характеристик процесса для получения улучшенных характеристик продукта.		
Личностные результаты (вводный уровень)				
Терпение	Способность выдерживать определенные нагрузки в течение определенного времени, преодолевать трудности	Терпения хватает меньше, чем на ½ занятия	1	Наблюдение Методика Е.П. Ильиным и Е.К. Фешенко
		Терпения хватает больше, чем на ½ занятия	5	
		Терпения хватает на все занятие	10	
Познавательный интерес к занятиям к новому учебному материалу, способам решения новой задачи	Осознанное участие обучающегося в освоении общеобразовательной общеразвивающей программы, устойчивость интереса к профилю деятельности	Интерес к занятиям продиктован обучающемуся извне	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		Интерес периодически поддерживается обучающимся	5	
		Интерес постоянно поддерживается обучающимся самостоятельно	10	
Интерес к профессиям	Осознанное участие обучающегося в профориентационных мероприятиях, предусмотренных общеобразовательной общеразвивающей программой	Интерес к профессиям продиктован извне	1	Тестирование на выявление профессиональных интересов и т.п. конкурсы творческих работ
		Интерес периодически поддерживается обучающимися	5	
		Интерес постоянно поддерживается обучающимся самостоятельно	10	
Формирование самооценки в ходе решения кейсовых заданий	Способность оценивать себя адекватно	Завышенная	1	Методика Дембо – Рубинштейн «Самооценка»
		Заниженная	5	
		Нормальная	10	
Личностные результаты (базовый уровень)				
Формирование уважительного отношения к труду, развитие опыта участия	Осознанное участие обучающегося в социально-значимом труде	обучающийся избегает участия в социально-значимых проектах	1	Наблюдение
		участие обучающегося в социально-значимых проектах побуждается извне	5	

в социально значимом труде		проявляет инициативу и заинтересованность, с удовольствием участвует в социально-значимых проектах	10	
Устойчивый интерес к обучению, выявление своих образовательных дефицитов	Осознанное участие обучающегося в освоении образовательной программы, самостоятельность в определении своих образовательных дефицитов	интерес к обучению у обучающегося поддерживается извне, педагог определяет образовательные дефициты обучающегося	1	Наблюдение, рефлексия учебной деятельности
		интерес к обучению периодически поддерживается обучающимся, обучающийся определяет свои образовательные дефициты с помощью педагога	5	
		интерес к обучению поддерживается обучающимся самостоятельно, самостоятельно определяет свои образовательные дефициты	10	
Оценка своих склонностей и способностей к той или иной профессии	Способность адекватно оценить свои склонности и способности к той или иной профессии	обучающийся испытывает затруднения при определении своих склонностей и способностей к той или иной профессии	1	Тестирование на выявление профессиональных интересов и т.п. конкурсы творческих работ
		обучающийся не всегда адекватно оценивает свои склонности и способности к той или иной профессии, требуется корректировка со стороны педагога	5	
		обучающийся самостоятельно и адекватно оценивает свои склонности и способности к той или иной профессии, не испытывает затруднений	10	
Навыки сотрудничества со сверстниками, с детьми младшего и старшего возраста в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности	Отношение обучающегося к общим делам, умение воспринимать общие дела, как свои собственные	избегает участия в общих делах	1	Наблюдение Тестирование «Уровень сотрудничества в детском коллективе»
		участвует при побуждении извне	5	
		инициативен в общих делах	10	
Формирование самооценки в ходе проектной деятельности	Способность оценивать себя адекватно	завышенная	1	Методика Дембо – Рубинштейн «Самооценка»
		заниженная	5	
		нормальная	10	
Личностные результаты (углубленный уровень)				
Способность строить	Степень осознанности и	не строит жизненных планов, не готов к выбору профессии	1	Тестирование на

жизненные планы и аргументировать выбор профессии	самостоятельности в определении жизненных планов	Сомневается в выборе профессии, требуется помощь педагога	5	выявление профессиональных интересов и т.п. конкурсы проектных работ
		Самостоятельно строит жизненные планы и аргументирует выбор профессии, не испытывает затруднений	10	
Формирование основ саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества	Осознанное участие обучающегося в освоении образовательной программы, самостоятельность формирования образовательной программы обучения, саморазвития и самовоспитания	Интерес к обучению поддерживается извне, педагог формирует образовательную программу обучения обучающегося и контролирует ее выполнение	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		Обучающийся проявляет интерес к обучению периодически, формирует и выполняет образовательную программу обучения, саморазвития и самовоспитания совместно с педагогом	5	
		Проявляет устойчивый интерес к обучению, формирует и выполняет образовательную программу обучения, саморазвития и самовоспитания самостоятельно, не испытывает затруднений	10	
Формирование волевых качеств личности	Способность активно побуждать себя к практическим действиям, доводить начатое до конца	Волевые усилия обучающегося побуждаются извне	1	наблюдение
		Волевые усилия обучающегося побуждаются самим ребенком иногда	5	
		Волевые усилия обучающегося побуждаются самим ребенком всегда	10	
Формирование самооценки в ходе проектной и исследовательской деятельности	Способность оценивать себя адекватно	Завышенная	1	Методика Дембо – Рубинштейн «Самооценка»
		Заниженная	5	
		Нормальная	10	
Навыки сотрудничества со сверстниками, с обучающимися младшего и старшего возраста в рамках реализации межквантовых проектов	Отношение ребенка к общим делам, умение воспринимать общие дела, как свои собственные	избегает участия в межквантовых проектах	1	Презентация межквантовых проектов, рефлексия
		участвует в межквантовых проектах, выполняет порученные ему задачи при побуждении извне	5	
		инициативен в ходе работы над межквантовым проектом	10	

Уровень освоения программы определяется для каждого модуля отдельно:

Модуль	низкий уровень (баллов)	средний уровень (баллов)	высокий уровень (баллов)
вводный модуль	20-75	76-135	136-190
базовый модуль	20-75	76-135	136-190
углубленный модуль	18-65	66-125	126-180