

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 № 6 от 30.05.2023 г.

УТВЕРЖДЕНО
Приказ № 140 от 30.05.2023 г.
Директор



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности Промробоквантума

«Промышленная робототехника»

Возраст детей: 12-18 лет
Срок реализации:
Вводный уровень – 144 ч
Базовый уровень – 144 ч
Углубленный уровень – 144 ч

Составитель:
Вотинцева Мария Львовна,
педагог дополнительного образования

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Промышленная робототехника» *технической направленности* разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями от 28 февраля 2023 года);
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022г. № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ 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»;
- Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
- Распоряжение правительства РФ от 29 мая 2015г. №996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в РФ до 2025 года»;
- Распоряжение Правительства Кировской области от 28.04.2021 N 76 "Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Кировской области на период до 2035 года";
- Постановление Правительства Кировской области №754-П от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении государственной программы Кировской области «Развитие образования» (с изменениями на 29 марта 2023 года);
- Устав, Лицензия на образовательную деятельность, нормативные документы и локальные акты Кировского областного государственного образовательного автономного учреждения дополнительного образования «Центр технического творчества».

Введение

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 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 продвинутые автоматизированные системы. Необходимо прививать интерес учащимся к области робототехники и автоматизированных систем.

Специалисты в области промышленной робототехники занимаются конструированием инженерных систем в сфере промышленной автоматизации. Промышленная робототехника (Industrial Robotics) включает в себя элементы механики, электроники и компьютерных технологий. Компьютерные технологии,

применяемые в промышленной робототехнике – это элементы информационных технологий, программирование роботизированных систем управления и технологии, обеспечивающие связь между роботизированными системами, периферийным технологическим оборудованием и человеком

Содержание и структура программы «Промышленная робототехника» направлены на формирование устойчивых представлений о промышленных робототехнических системах и применении их в различных сферах деятельности. Также данный курс даст возможность учащимся закрепить и применить на практике полученные знания по таким дисциплинам, как математика, физика, информатика, технология. При ознакомлении с правилами выполнения технических и экономических расчетов при проектировании устройств и практическом использовании тех или иных технических решений, учащиеся знакомятся с особенностями практического применения математики. Осваивая приемы проектирования и конструирования, моделирования ребята приобретают опыт создания реальных и виртуальных демонстрационных моделей. Подведение итогов работы проходит в форме общественной презентации (выставка, состязание, конкурс, конференция и т.д.).

Направленность программы – техническая.

Новизна дополнительной 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.

Актуальность программы 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 учащихся на базе современного оборудования, а также повышенным интересом детей школьного возраста к робототехнике. Программа предусматривает развитие творческих способностей детей, формирование начальных технических знаний, умений, навыков.

Цель программы: развитие интереса учащихся к технике и техническому творчеству и формирование ключевых компетенций в области образовательной робототехники путем решения кейсовых заданий и разработки прикладных проектов.

Задачи

Обучающие:

- формирование знаний учащихся об истории развития отечественной и мировой техники, ее создателях, о различных направлениях изучения робототехники, электроники, технологий искусственного интеллекта, компьютерных технологий; формирование знаний в области промышленной робототехники; основных направлений применения промышленной робототехники;
- формирование навыков проектирования робототехнических конструкций, создания программ и их отладки на технических проектах; обучение навыкам конструирования сложных систем, управляемых микроконтроллерами и миникомпьютерами;

- формирование представлений о промышленном роботе, конструкции и механике робота, расположении главных осей, абсолютной точности и повторяемости;
- формирование представлений об системах управления роботом, перемещениях робота, системе координат робота;
- отработка умения выбирать исполнительный орган/инструмент с учетом поставленной задачи; использовать пульт управления, читать и интерпретировать сообщения системы управления роботом, выбирать и устанавливать режимы работы, системы координат робота;
- формирование навыков ввода в эксплуатацию промышленных роботов, калибровки инструмента, калибровки базы, выполнения запросов текущего положения робота в системе;
- развитие умения читать чертежи и техническую документацию; настраивать и отлаживать механические, электронные и сенсорные системы; оснащать робототехнические системы дополнительным оборудованием, настраивать и подключать новые компоненты системы к ПЛК согласно стандартам и технической документации;
- обучение приемам и технологиям разработки простейших алгоритмов и систем управления, машинного обучения, технических устройств и объектов управления; изучение методов программирования на языках, применяемых в современных микроконтроллерах, и работы в интегрированных средах разработки; знакомство с процессом разработки программ для промышленного оборудования; принципами выполнения программы роботом, выбора и запуска программы, создания программных модулей, обработки программных модулей; основами контроля выполнения программы, циклов, обусловленных команд и различных ситуаций;
- формирование представления о связи между программным кодом (структурой программы), управляющим роботом, и действиями исполнительных механизмов
- формирование навыков написания программы управления робототехнической системой, визуализировать процесс работы промышленного робота при помощи программного обеспечения; создания и изменения запрограммированных перемещений, создания новых команд перемещения, создания перемещения с оптимизацией времени такта (осевое перемещение), создания перемещения по траекториям, изменения команд; применения логических функции в программе робота, программирования функции ожидания, простых функций переключения, использования подпрограмм и функций, работы с локальными и глобальными подпрограммами, передачи параметров в подпрограмму;
- формирование умения программировать и настраивать робототехническую систему с помощью программных пакетов для конфигурирования роботизированных систем, открывать проекты, сравнивать проекты, соединять системы, передавать проекты в систему управления роботом.

Развивающие:

- формирование интереса к техническим знаниям; познавательной активности учащихся посредством включения их в различные виды конкурсной деятельности; формирование учебной мотивации и мотивации к творческому поиску;
- развитие у учащихся технического мышления, изобретательности, образного, пространственного и критического мышления; развитие навыков инженерного мышления, умения работать как по предложенным инструкциям, так и находить свои собственные пути решения поставленных задач;

- развитие навыков эффективной деятельности в проекте, успешной работы в команде; формирование и развитие навыка публичного выступления;
- развитие познавательных способностей ребенка, памяти, внимания, пространственного мышления, аккуратности и изобретательности при работе с техническими устройствами, создании электронных устройств и выполнении учебных проектов;
- развитие способности осознанно ставить перед собой конкретные задачи, разбивать их на отдельные этапы и добиваться их выполнения;
- развитие способности к самоанализу, самопознанию, формирование навыка рефлексивной деятельности.
- развитие воли, терпения, самоконтроля, внимания, памяти, фантазии;

Воспитательные:

- формирование устойчивого познавательного интереса к учебному материалу, потребности в самостоятельном приобретении и применении знаний, потребности к постоянному саморазвитию;
- формирование социально-значимых качеств личности человека: ответственности, дисциплинированности, коммуникабельности, добросовестности, взаимопомощи, доброжелательности, трудолюбия, уважения к труду, стремления к получению качественного законченного результата в проектной деятельности;
- формирование уважительного отношения к труду, развитие опыта участия в социально значимом труде.

Отличительной особенностью программы от уже существующих образовательных программ является ориентация на использование современных методов и технологий в обучении, а именно кейс-метода, а также командная проектная деятельность, различные методы гибких техник ведения проекта, например, Edu-Scrum-технологии.

Кейс представляет собой описание конкретной реальной ситуации, подготовленное по определенному формату и предназначенное для обучения учащихся анализу разных видов информации, ее обобщению, навыкам формулирования проблемы и выработки возможных вариантов ее решения в соответствии с установленными критериями. Кейсовая технология (метод) обучения – это обучение действием; усвоение знаний и формирование умений и навыков есть результат активной самостоятельной деятельности учащихся по разрешению противоречий, в результате чего и происходит творческое овладение профессиональными знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей.

Занятия строятся с учётом индивидуальных особенностей учащихся, что позволяет заинтересовать, увлечь каждого ребёнка, раскрыть его творческие способности.

Возраст обучающихся, участвующих в реализации данной программы: с 12 до 18 лет (5 – 11 класс).

Сроки реализации дополнительной 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.

Вводный уровень 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 Lego

Education Spike Prime и Lego Mindstorms EV3 и 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) обучающиеся осваивают способы программирования микроконтроллеров, совершенствуют свои знания в области программирования: осваивают запись и считывание значений из файла, построение графиков, алгоритмы автоматической калибровки и стабилизации движения робота, знакомятся с понятиями регуляторов и основами теории автоматического управления, получают опыт решения олимпиадных задач, изучают основы трехмерного моделирования.

На третьем году обучения (углубленный уровень) обучающиеся осваивают способы управления и программирования промышленного манипулятора на примере промышленного робота фирмы КУКА (KR3 R540): осваивают способы калибровки инструмента и базы, учатся разрабатывать программы управления робототехнической системой, визуализировать процесс работы промышленного робота при помощи программного обеспечения; знакомятся с основами применения искусственного интеллекта при распознавании образов в ходе реализации технологии технического зрения; получают опыт решения олимпиадных задач повышенного уровня сложности, изучают основы трехмерного моделирования.

Отметим, что в ходе реализации программы обучающиеся формируют навык командной работы в ходе решения кейсов и выполнения групповых проектов. По окончании вводного уровня освоения программы проводится аттестация в форме публичной защиты проектов второго уровня ограничений соответственно. По окончании базового и углубленного уровней освоения программы проводится аттестация в форме публичной защиты проектов третьего уровня ограничений соответственно.

Формы и режим занятий

Дополнительная общеразвивающая программа предполагает использование различных **форм организации деятельности**: фронтальная, индивидуальная, парная, групповая, однако доминирующими формами организации деятельности учащихся 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.

Предполагаемые образовательные результаты учащихся

Личностные результаты:

- формирование терпения, способности выдерживать определенные нагрузки, преодолевать трудности;

- формирование интереса к занятиям, формирование уважительного отношения к труду, развитие опыта участия в социально значимом труде;
- навыки сотрудничества со сверстниками, с детьми младшего и старшего возраста в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
- формирование основ саморазвития и самовоспитания в соответствии с общечеловеческими ценностями и идеалами гражданского общества;
- осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;
- формирование адекватной самооценки;
- формирование волевых качеств личности.

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.

В ходе освоения вводного уровня программы учащиеся демонстрируют следующие результаты

Предметные результаты:

- знание о состоянии и перспективах робототехники в настоящее время, основных сфер применения робототехники, мехатроники и электроники;
- знание правил безопасного пользования инструментами и оборудованием, способов организации рабочего места; знание оборудования и инструментов, используемых в области робототехники, основных принципов работы с робототехническими элементами;

- знание основ мехатроники; умение разрабатывать простейшие системы с использованием электронных компонентов и робототехнических элементов;
- владение технической терминологией, технической грамотностью; умение пользоваться технической литературой;
- знание особенностей работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Lego Spike, Lego EV3; знание основ языка программирования в том числе и графических языков программирования; знание приемов и технологий разработки алгоритмов и систем управления;
- знание техники ведения проектной деятельности и принципов тайм-менеджмента; умение разрабатывать программные и технические проекты 2го уровня ограничений на основе использования разных технологий программирования и конструирования;
- умение использовать приобретенные знания в практической деятельности и повседневной жизни для: создания простейших моделей объектов и процессов в виде изображений и чертежей; проведения компьютерных экспериментов с использованием готовых моделей объектов и процессов; создания робототехнических объектов, в том числе для оформления результатов учебной работы; организации индивидуального рабочего пространства;

В ходе освоения базового уровня программы учащиеся демонстрируют следующие результаты

Предметные результаты:

- знание активных электронных компонентов и способов их подключения; базовых и сложных конструкций, способов организации процедур и функций в языке программирования;
- умение разрабатывать и собирать программируемые электронные устройства; подключать и программировать работу аналоговых и цифровых датчиков с различными микроконтроллерами;
- знание особенностей работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров MakeBlock; знание основ теории автоматического управления, умение применять регуляторы при программировании поведения робота; знание принципов объектно-ориентированного программирования, базовых библиотек, библиотек работы с внешними и периферийными устройствами, библиотек работы с различным дополнительным оборудованием;
- умение писать код программы на языке программирования; умение использовать алгоритмы автоматической калибровки и стабилизации движения робота; умение анализировать влияние ошибок измерений и вычислений на выполнение алгоритмов управления реальными объектами (на примере учебных автономных роботов);
- умение создавать эскизы, чертежи, графические представления реального объекта, в том числе с применением средств виртуального конструктора Lego Digital Designer; искать информацию с применением правил поиска в компьютерных сетях, некомпьютерных источниках информации (справочниках и словарях, каталогах, библиотеках) при выполнении заданий и проектов по различным темам;
- умение разрабатывать программные и технические проекты 3го уровня ограничений на основе использования разных технологий программирования и конструирования.

В ходе освоения углубленного уровня программы учащиеся демонстрируют следующие результаты

Предметные результаты:

- знание о роли и месте промышленной робототехники в жизни современного общества, основных сведений из истории развития робототехники в России и мире; представления о перспективах развития робототехники;
- знание основных понятий промышленной робототехники, основных технических терминов, связанных с процессами конструирования и программирования роботов, определения робототехнического устройства, наиболее распространенные ситуации, в которых применяются роботы;
- знание правил и мер безопасности при работе с электроинструментами;
- представление об общем устройстве и принципах действия промышленных роботов, основных характеристики основных классов промышленных роботов; общей методике расчета основных кинематических схем; порядке отыскания неисправностей в различных роботизированных системах; методике проверки работоспособности отдельных узлов и деталей;
- знание основных принципов компьютерного управления, назначения и принципов работы цветного, ультразвукового датчика, датчика касания, различных исполнительных устройств; способов распознавания однотонных областей и распознавания разноцветных объектов, способов получения данных о распознанных областях и объектах;
- умения и навыки работы с промышленным оборудованием, безопасного и целесообразного поведения при работе с компьютерными программами и в Интернете;
- знание принципов разработки программ для промышленного оборудования; понимание связи между программным кодом (структурой программы), управляющим роботом, и действиями исполнительных механизмов;
- умение писать программы управления робототехнической системой, визуализировать процесс работы промышленного робота при помощи программного обеспечения; программировать ПЛК, программно обрабатывать цифровые и аналоговые сигналы;
- умение проводить сбор, обработку и анализ изображений с использование существующих методов машинного обучения, осуществлять распознавание однотонных областей и распознавание разноцветных объектов, получать данные о распознанных областях и объектах.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ВВОДНОГО УРОВНЯ

№	Наименование разделов и тем	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	2	1	1
2.	Общие представления о робототехнике.	32	10	22
3.	Программирование движения робота	10	2	8
4.	Основы конструирования машин и механизмов	20	10	10
5.	Сенсорные системы	24	10	14
6.	Кейс 1. Система сбора и сортировки носков в помещении	12	2	10
7.	Кейс 2. Летом на даче – Рыхление грядки	12	2	10
8.	Кейс 3. Производство: перемещение деталей в цеху	12	2	10
9.	Итоговый проект	20	4	16
	Итого	144	43	101

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВВОДНОГО УРОВНЯ

Введение в образовательную программу, техника безопасности (2 часа)

Теория. Значение техники в жизни человека. Что такое техническое моделирование, робототехника, электроника, мехатроника. Задачи и план работы учебной группы. Инструктаж по технике безопасности.

Практика. Демонстрация готовых изделий. Правила поведения на занятиях и во время перерыва. Обустройство рабочего места.

Общие представления о робототехнике (32 часа)

Теория. Основные понятия робототехники. История робототехники. Общие представления об образовательном конструкторе LEGO Education Spike Prime, основные элементы конструктора, порты. Общие представления о программном обеспечении. Робототехника и ее законы, передовые направления в робототехнике. Знакомство с интерфейсом программного обеспечения Lego Spike Prime, графический интерфейс пользователя. Знакомство с понятием датчика (сенсора), виды датчиков, способы обработки сигналов датчиков в программе. Знакомство с программными блоками. Понятие переменной: имя переменной, значение. Понятие списка, работа со списками: заполнение, считывание значений, поиск.

Практика. Сборка модели по инструкции, установка проводного и /или беспроводного соединения с блоком управления, загрузка программы, запуск программы, отладка и тестирование программы. Знакомство с понятием датчика, виды датчиков: датчик расстояния, датчик силы, датчик цвета, использование датчиков при конструировании и программировании робота. Программирование робота, знакомство с программными блоками. Основные алгоритмические конструкции: следование,

ветвление, повторение. Использование программных блоков следования, ветвления и повторения при программировании модели. Понятие переменной: имя переменной, значение переменной. Понятие списка, работа со списками: заполнение, считывание значений, поиск. Использование переменных и списков при программировании моделей.

Программирование движения робота (10 часов)

Теория. Общие представления об образовательном конструкторе LEGO Mindstorms EV3, основные элементы конструктора, порты. Общие представления о программном обеспечении LabView. Робототехника и ее законы, передовые направления в робототехнике. Знакомство с интерфейсом программного обеспечения LabView, графический интерфейс пользователя.

Практика. Последовательность программирования робота. Конструирование робота по технологической карте LEGO Mindstorms EV3. Программирование робота с помощью элементарных команд контроллера EV3. Управление памятью блока EV3. Основные палитры и вкладки среды LabView визуального языка программирования. Программные блоки. Параллельное выполнение задач.

Основы конструирования машин и механизмов (20 часов)

Теория. Машины и механизмы. Кинематические схемы механизмов. Механизмы для преобразования движения (зубчато-реечный, винтовой, кривошипный, кулисный, кулачковый). Общие представления о механических передачах. Зубчатые передачи (цилиндрические, конические, червячная). Двигатели постоянного тока.

Практика. Способы соединения деталей конструктора LEGO Mindstorms EV3. Создание механизмов для преобразования движения: зубчато-реечный, винтовой, кривошипный, кулисный, кулачковый. Создание моделей, использующих зубчатые (цилиндрические, конические, червячная) передачи. Создание конических, червячных редукторов.

Сенсорные системы (24 часа)

Теория. Общее представление о контроллере LEGO Mindstorms EV3. Настройка блока Экран. Настройка блока звук. Датчик звука. Датчик касания. Режимы работы датчика касания. Ультразвуковой датчик. Датчик цвета, режимы работы датчика цвета. Алгоритм следования по линии с одним датчиком цвета. Датчик оборотов. Гироскопический датчик.

Практика. Контроллер EV3, кнопки управления. Воспроизведение звукового файла или какого-либо одиночного звука контроллером EV3. Вывод изображений, набора текстового фрагмента или рисования на дисплее блока EV3. Действия робота на звуковые сигналы. Использование датчика касания для преодоления препятствий робота. Огибание препятствий роботом при использовании ультразвукового датчика. Проект «Цветовое фортепиано». Реализация алгоритма следования по линии с одним датчиком цвета. Сумо-роботов. Кегельринг. Управление роботом через Bluetooth-соединение. Программирование поворота приводной платформы на нужный угол с использованием гироскопического датчика.

Кейс 1. Система сбора и сортировки носков в помещении (12 часов)

Теория. Датчик цвета, ультразвуковой датчик. Способы организации автоматизированного поиска, сбора и сортировки.

Практика. Разработка технологии, которая бы обеспечила сбор и сортировку носков в автономном режиме. Конструирование и программирование устройства, отладка и тестирование, модификация устройства. Рефлексия. Возможные пути развития.

Кейс 2. Летом на даче – Рыхление грядок (12 часов)

Теория. Определение зависимости скорости движения от типа зубчатой передачи. Передаточное число.

Практика. Разработка модели робота, способного передвигается по грядке между саженцами, но не задевая их и осуществлять рыхление почвы. Конструирование и программирование, разработка макетов, испытания робота, отладка и тестирование. Рефлексия. Возможные пути развития.

Кейс 3. Производство: перемещение деталей в цеху (12 часов)

Теория. Влияние угла наклона конвейерной ленты на процесс перемещения грузов. Способы разработки и создания модели конвейерной ленты.

Практика. Исследование существующей конструкции, разработка и повышение эффективности модели конвейера, который перевозит детали на заводе, конструирование и программирование. Отладка и тестирование. Рефлексия. Возможные пути развития.

Итоговый проект (20 часов)

Теория. Понятие проекта, жизненный цикл проекта, способы выявления (постановки) проблем способы и критерии оценки качества выявления проблемы, возможные методы генерации идей, документирование проекта.

Практика. Выявление проблемы, определение задачи, конструирование, создание и программирование модели, отладка и тестирование модели, варианты усовершенствования, документирование проекта, презентация проектного продукта. Выставка проектов.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН базового УРОВНЯ

№	Наименование разделов и тем	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Инструктаж по ТБ. Повторение способов конструирования и программирования роботов Lego Mindstorms.	4	2	2
2.	Трёхмерное моделирование	24	8	16
3.	Программирование микроконтроллеров	72	22	50
4.	Решение олимпиадных задач повышенного уровня сложности	24	6	18
5.	Проектная деятельность с применением технологии EduScrum	20	4	16
	ИТОГО	144	42	102

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ БАЗОВОГО УРОВНЯ

Инструктаж по ТБ. Повторение способов конструирования и программирования роботов Lego Mindstorms. (4 часа)

Теория: Организация рабочего места, техника безопасности на занятии. Повторение видов и принципов работы простейших механизмов, видов датчиков и способов обработки сигналов в программе.

Практика: решение задач, включающих разработку и программирование роботов на базе образовательного робототехнического конструктора Lego MindStorms EV3.

Трехмерное моделирование (24 часа)

Теория: Знакомство с Lego Digital Designer. Интерфейс, панель инструментов программы, выбор и соединение деталей, фильтры. Этапы построения виртуальной модели. Анализ виртуальной модели по ее функциональным возможностям. Генерация пособия по сборке виртуальной модели для решения конкретной задачи. Создание руководства по сборке. Понятие инженерной книги.

Практика: работа в среде виртуального конструктора Lego Digital Designer, создание трехмерной модели автоматизированной системы, разработка инструкции по сборке, как обязательной части инженерной книги проекта.

Программирование микроконтроллеров (72 часа)

Теория: Понятие микроконтроллера, знакомство с образовательным робототехническим конструктором MBot, MBot Ranger. Особенности программирования микроконтроллеров в среде Makeblock. Построение и программирование роботов на основе сервоприводов, сервоконтроллеров и модулей датчиков. Варианты следования по линии: с одним и двумя датчиками цвета. Калибровка датчиков. Отражение светового потока при разном расположении датчика над поверхностью линии. Алгоритм ручной калибровки. Определение текущего состояния датчиков. Алгоритм автоматической калибровки. Алгоритм движения по линии “Зигзаг” (дискретная система управления). Алгоритм «Волна». Поиск и подсчет перекрестков. Инверсная линия. Проезд инверсного участка с тремя датчиками цвета. П-регулятор.

Элементы теории автоматического управления (релейный многопозиционный регулятор, пропорциональный регулятор, дифференциальный регулятор, кубический регулятор, плавающие коэффициенты, периодическая синхронизация, фильтры)

Создание многозадачных, управляемых с джойстика, роботов на темы: транспортировка, подъем, способы передвижения в различных плоскостях, передвижение в изменяющихся условиях.

Элементы технического зрения. Расширения контроллера для получения дополнительных возможностей робота.

Практика: конструирование роботов с применением образовательного робототехнического набора MBot, MBot Ranger, программирование в среде MakeBlock, решение прикладных задач: управление моторами, работа с датчиками, вывод графиков показаний на экран, запоминание положений энкодера, запоминание пройденного пути в файл, следование за объектом, следование по линии, следование вдоль стенки, стабилизация скоростного робота на линии, движения робота вдоль стенки, движения

по линии с двумя датчиками, преодоления резких поворотов. Применение регуляторов при решении прикладных задач. Установка расширений в среде MakBlock, распознавание объектов.

Решение олимпиадных задач повышенного уровня сложности (24 часа)

Теория: олимпиадные задания, регламент проведения соревнований, ограничения, экспертная оценка.

Практика: подготовка к участию в олимпиадах, решение олимпиадных задач. Конструирование робота в соответствии с требованиями задания, программирование поведения робота. Отладка и тестирование готового решения. Проведение тестовых заездов, знакомство с экспертными листами, самооценка в соответствии с критериями экспертных листов. Разработка и презентация инженерной книги.

Проектная деятельность с применением технологии EduScrum (20 часов)

Теория: EduScrum-технология, основные понятия. Scrum-мастер, Scrum-доска, распределение ролей в команде.

Практика: Разработка проектов с применением технологии EduScrum. Подготовка, конструирование, реализация проекта, создание книги проекта. Работа со scrum-доской с применением онлайн сервиса Trello. Представление и защита проекта. Обсуждение сильных и слабых сторон реализации и конструкции проекта.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН УГЛУБЛЕННОГО УРОВНЯ

№	Наименование разделов и тем	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Введение в образовательную программу, техника безопасности	2	1	1
2.	Модуль технического зрения TrackingCam	12	6	6
3.	Применение приводов Dynamixel (Applied Robotics) при проектировании робототехнических систем	38	12	26
4.	Знакомство с промышленными роботами «КУКА»	4	2	2
5.	Знакомство с периферийными устройствами, датчиками и оснасткой.	16	6	10
6.	Основы программирования и компьютерной логики	22	8	14
7.	Практикум по пусконаладке роботизированных систем КУКА	30	4	26
8.	Творческие проектные работы	20	2	18
	Итого	144	41	103

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ УГЛУБЛЕННОГО УРОВНЯ

Введение в образовательную программу, техника безопасности (2 часа)

Теория. Значение техники в жизни человека. Что такое техническое моделирование, робототехника, электроника, мехатроника. Задачи и план работы учебной группы. Инструктаж по технике безопасности.

Практика. Демонстрация готовых изделий. Правила поведения на занятиях и во время перерыва. Обустройство рабочего места.

Модуль технического зрения TrackingCam (12 часов)

Теория. Знакомство с устройством камеры технического зрения TrackingCam. Задачи обнаружения и перемещения объектов можно решать с помощью систем технического зрения. Варианты использования компьютерного зрения. Описание различных алгоритмов компьютерного зрения и потенциальных вариантов их использования.

Практика. Установка и настройка ПО для камеры технического зрения. распознавания однотонных областей и распознавание разноцветных объектов, получаем данные о распознанных областях и объектах. Обнаружение и перемещение цветных объектов с помощью модуля технического зрения TrackingCam и колесного робота с захватом на базе LEGO Mindstorms EV3. Следование по сложной линии при помощи модуля технического зрения TrackingCam

Применение приводов Dynamixel (Applied Robotics) для проектирования робототехнических систем (38 часов)

Теория. Знакомство с приводами Dynamixel, сравнительные характеристики приводов, применение, программное обеспечение для их эксплуатации

Практика. Сборка и программирование мобильной платформы на основе приводов Dynamixel. Сборка и программирование сложных робототехнических систем на основе образовательного робототехнического набора ROBOTIS Premium: модель гуманоидного робота, модель робота-динозавра Dinosaur, модель робота – паука King Spider и др.

Теория: Складские роботы. Учебно-лабораторный манипуляционный РТК с угловой кинематикой, учебно-лабораторный манипуляционный РТК с плоско-параллельной кинематикой. Система управления (контроллер) манипуляционного РТК.

Практика. Разработка манипулятора, который должен самостоятельно определять размер предметов и сортировать их по разным местам, предметы должны поставляться конвейером. Первоначальная настройка сервоприводов, схема подключения, изменение ID сервопривода, подключение к контроллеру. Настройка среды программирования. Инициализация сервоприводов, установка режима их работы. Автономное управление манипулятором. Получение обратных связей (о позициях сервоприводов, нагрузках, температуре).

Знакомство с промышленными роботами «КУКА» (4 часа)

Теория. Введение в промышленную робототехнику. Роботы. Виды роботов. Значение роботов в жизни человека. Основные направления применения роботов. Искусственный интеллект. Правила работы с промышленным роботом КУКА.

Практика. Знакомство с промышленными роботами «КУКА». Правила техники безопасности при работе с промышленными роботами. Основные механические узлы манипулятора. Их название и назначение.

Знакомство с периферийными устройствами, датчиками и оснасткой (26 ч)

Теория. Методы общения с роботом, языки программирования промышленных роботов. Их основное назначение и возможности. Команды управления роботами. Конвейерная лента. Применение, принцип работы.

Практика. Система управления роботом KRC4, пульт управления smartPAD, Виды перемещения робота, режимы работы. Ввод в эксплуатацию, юстировка робота. Нагрузки на роботе. Система координат. Калибровка инструмента, базы. Обращение с файлами программы. Уровень Эксперта.

Решение задач на движение с использованием датчика света. Инструмент двух кулачковый пневмо-захват. Принцип работы, особенности установки инструмента. Инструмент «Присоска». Принцип работы, особенности установки инструмента. Подключение датчиков и моторов. Проверочная работа по теме «Работа с инструментами и датчиками промышленного робота».

Основы программирования и компьютерной логики (22 ч)

Теория. Среда программирования модуля, способы создания программы, открытия, сохранения и удаления программ. Использование логических функций в программе робота. Использование технологических пакетов.

Практика. Среда программирования модуля. Создание программы. Удаление блоков. Выполнение программы. Сохранение и открытие программы. Создание программных модулей. Архивирование и восстановление программ робота. Коррекция существующих точек. Программирование перемещений SPLLINE. Использование логических функций в программе робота.

Практикум по пусконаладке роботизированных систем КУКА (30 ч)

Теория. Правила техники безопасности при работе с промышленными роботами. Управление роботами.

Практика. Выполнение заданий по паллетированию. Выполнение заданий «Работа с внешним инструментом». Выполнение заданий «Лазерная резка». Выполнение заданий «Сварка дуговая». Выполнение заданий «Загрузка-выгрузка станка». Выполнение задания по презентации проекта «Использование Промышленного робота в различных областях».

Творческие проектные работы (20 ч)

Теория. Соревнования по направлению «Промышленная робототехника», знакомство с регламентом, видами конкурсных заданий.

Практика. Разработка индивидуальных проектов по работе с промышленными роботами. Моделирование собственного решения по автоматизации технологического процесса. Программирование и тестирование проекта. Подведение итогов работы учащихся. Подготовка докладов, презентаций, стендовых материалов для итоговой конференции. Завершение создания моделей решений для итоговой выставки.

Примерные темы проектов:

1. Спроектировать решение по универсальному инструменту для нанесения изображения разными цветами.
2. Спроектировать решение по мастер-классу «Игра в Дартс».
3. Смоделировать процесс по автоматизации склада покрышек на предприятии.
4. Спроектировать и внедрить процесс по укладке покрышек «Елочкой».

5. Спроектировать и автоматизировать процесс «Бармен».
6. Смоделировать процесс по упаковке конфет в коробки.
7. Спроектировать процесс укладки шин на транспортное средство.
8. Спроектировать и автоматизировать процесс по изготовлению трафаретов.
9. Автоматизировать процесс игры в шахматы «мастер-класс»
10. Спроектировать процесс шоу программы при помощи промышленного робота «Танец робота под музыку».

Формы и виды контроля. Оценочные материалы.

Формы и виды контроля/аттестации

Виды контроля:

- *Входной контроль.* Проводится для определения первоначального уровня учащегося, его сильных и слабых сторон.

Формы: индивидуальные задания, собеседование, игра.

- *Текущий контроль.* Проводится в конце изучения каждого раздела программы. Нацелен на изучение динамики освоения предметного содержания программы учащимися, метапредметных результатов, личностного развития и взаимоотношений в коллективе.

Формы: собеседование, тестирование, практические задания, наблюдение.

Способы определения результативности. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Промышленная робототехника» предполагает использование следующих методов отслеживания результативности: педагогическое наблюдение, педагогический анализ результатов анкетирования, тестирования, зачётов, взаимозачётов, опросов, выполнения учащимися диагностических заданий, участия учащихся 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 на базе платформы Kahoot. Результатом усвоения учащимися программы являются: устойчивый интерес к занятиям, результаты достижений в массовых мероприятиях различного уровня.

Контроль знаний и умений учащихся подразделяется на текущий, который проводится в ходе освоения учащимися основных разделов программы и итоговый, проводимый после освоения учащимися 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.

- *Промежуточная аттестация.* Проводится один раз в год по итогам освоения программы/модуля программы, нацелена на проверку освоения программы учащимися, учет изменений качеств личности каждого учащегося.
- *Основными формами промежуточной аттестации* является защита творческих работ и проектов, контрольные тестовые задания.

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

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

Итоговая диагностическая работа в форме теста оценивается по 100-бальной шкале, уровень освоения предметных результатов программы определяется следующим образом:

- низкий уровень 30-49 баллов
- средний уровень 50-74 баллов
- высокий уровень 75-100 баллов

Итоговое практическое задание оценивается по 100-бальной шкале, уровень освоения предметных результатов программы определяется следующим образом:

- низкий уровень 30-49 баллов
- средний уровень 50-74 баллов
- высокий уровень 75-100 баллов

По итогам полного изучения программы проводится диагностика результативности освоения программы учащимися с целью определения степени освоения программы каждым ребёнком. В основе диагностики лежат оцениваемые параметры, результативность освоения программы делится на 3 уровня, выражающимися определённым количеством баллов: низкий - 1 балл, средний - 3 балла, высокий - 5 баллов (Приложение 1).

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.

Материально-техническое обеспечение

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

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-РТК-ML-02 Учебно-лабораторный манипуляционный РТК с угловой кинематикой – 1шт.	
1.15.	AR-РТК-PL-02 Учебно-лабораторный манипуляционный РТК с плоско-параллельной кинематикой – 1шт.	
1.16.	45544 Lego MindStorms Education EV3, 45560 ресурсный набор Lego MindStorms Education EV3	
1.17.	AR-ТСАМ-01 Модуль технического зрения TrackingCam	
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 Lego Mindstrom EV3, среда программирования Lego Spike Prime, Arduino IDE, интерфейс для настройки модуля TrackingCam для ОС Windows, универсальная платформа кодирования MBlock, библиотека Arduino IDE для использования интерфейса SPI, библиотека Arduino IDE для использования интерфейса I2C, библиотека Arduino IDE для использования интерфейса UART, набор блоков для работы с TrackingCam для LEGO EV3, система управления для углового манипулятора, оснащенного обычным схватом и управляемого OEM-версией контроллера, подключаемого по USB, библиотека Arduino IDE версии 1.8.6+ для создания ведущего (master) Dynamixel-совместимого устройства на базе протокола dynamixel 1.0, библиотека Arduino 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 LAVR моторов и датчиков LEGO, 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. Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ.
2. Никулин С.К., Полтавец Г.А., Полтавец Т.Г. Содержание научно-технического творчества учащихся и методы обучения. М.: Изд. МАИ. 2004.
3. Полтавец Г.А., Никулин С.К., Ловецкий Г.И., Полтавец Т.Г. Системный подход к научно-техническому творчеству учащихся (проблемы организации и управления). УМП. М.: Издательство МАИ. 2003.
4. Власова О.С. Образовательная робототехника в учебной деятельности учащихся начальной школы. – Челябинск, 2014г.

5. Мирошина Т. Ф. Образовательная робототехника на уроках информатики и физике в средней школе: учебно-методическое пособие. — Челябинск: Взгляд, 2011г.
6. Перфильева Л. П. Образовательная робототехника во внеурочной учебной деятельности: учебно-методическое. — Челябинск: Взгляд, 2011г.
7. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов // 2-е изд., исправ. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 480 с.
8. Иванов В.А., Медведев В.С. Математические основы теории оптимального и логического управления — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 600 с.
9. Крейг Д. Введение в робототехнику. Механика и управление // Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2013. — 564 с.
10. Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов / А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков, Б.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2010. — 170 с.
11. Проектирование систем приводов шагающих роботов с древовидной кинематической системой: учебное пособие для вузов / Л.А. Каргинов, А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 116 с.
12. Робототехнические системы и комплексы / Под ред. И.И. Мачульского — М.: Транспорт, 1999. — 446 с. 6. Справочник по промышленной робототехнике т.1 / Под ред. Ш. Нофа — М.: Машиностроение, 1989. — 480 с.
13. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов — М.: Высшая школа, 1986. — 264 с.
14. Шахинпур М. Курс робототехники: учебник для вузов / Под ред. С.Л. Зенкевича — М.: Мир, 1990. — 527 с.
15. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с.
16. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
17. Математическое моделирование систем приводов роботов с древовидной кинематической структурой: учебное пособие для вузов / Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2008. — 64 с.
18. Springer Handbook of Robotics, 2016.

Литература для детей

1. Белиовская Л. Г. / Белиовский Н.А. Использование LEGO-роботов в инженерных проектах школьников. Отраслевой подход – ДМК Пресс, 2016г.
2. Белиовская Л. Г. / Белиовский Н.А. Белиовская Л. Г. Роботизированные лабораторные работы по физике. Пропедевтический курс физики (+ DVD-ROM) – ДМК Пресс, 2016г.
3. Белиовская Л. Г. Узнайте, как программировать на LabVIEW. – ДМК Пресс, 2014г.
4. Предко М. 123 Эксперимента по робототехнике. - НТ Пресс, 2007г.
5. Филиппов С. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление. – Лаборатория знаний, 2017г.

6. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – СПб.: Наука, 2013. 319 с. ISBN 978-5-02-038-200-8
7. Панфилов А.О. Образовательные манипуляционные РТК. Часть 1/ А.О. Панфилов. – Электронная книга, ООО «Прикладная робототехника», 2019
8. Учебное пособие Обнаружение и перемещение цветных объектов с помощью модуля технического зрения TrackingCam и колесного робота с захватом на базе Lego MindStorms EV3
9. Воротников С.А., Девятериков Е.А., Панфилов А.О. Техническое зрение роботов с использованием TrackingCam/ С.А.Воротников, Е.А. Девятериков, А.О. Панфилов. – Электронная книга, ООО «Прикладная робототехника», 2017

Интернет-ресурсы

1. Образовательный портал: <http://edurobots.ru/>.
2. Новостной портал: <http://robotrends.ru/>.
3. Сайт производителя KUKA: <https://www.kuka.com>
4. Сайт Applied Robotics: <https://appliedrobotics.ru/>

Приложение 1. Диагностика результативности освоения дополнительной общеразвивающей программы «Промышленная робототехника»

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Число баллов	Методы диагностики
Предметные результаты (вводный уровень)				
1. Теоретическая подготовка				
Знание о состоянии и перспективах робототехники в настоящее время, основных сфер применения робототехники	Степень освоения теоретических знаний учащимся	учащийся имеет начальное представление о состоянии и перспективах робототехники, основных сферах применения робототехники, мехатроники и электроники, 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, беседа, наблюдение
		учащийся имеет хорошее представление о состоянии и перспективах робототехники, основных сферах применения робототехники, мехатроники и электроники, может назвать один-два примера наиболее известных роботов и фирм производителей роботов, но не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.	5	
		учащийся имеет широкое представление о состоянии и перспективах робототехники, основных сферах применения робототехники, мехатроники и электроники, самостоятельно следит за новостями, делится своими знаниями на занятиях с другими учащимися, 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 учащимся	учащийся 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, беседа, наблюдение
		учащийся имеет хорошее представление о конструировании робототехнических систем на основе образовательного робототехнического набора, механизмах для	5	

		преобразования движения, может назвать более трех видов механических передач, но не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности		
		учащийся 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 приемов и технологий разработки алгоритмов и систем управления;	Степень освоения теоретических знаний учащимся	учащийся имеет начальное представление о приемах и технологиях разработки алгоритмов, имеет начальное представление об интерфейсе программы, о видах и назначении отдельных команд, но путается при выборе нужной команды, не может самостоятельно осуществить настройку командных блоков, не умеет «читать» программу	1	Итоговая диагностическая работа, беседа, наблюдение
		учащийся имеет хорошее представление о приемах и технологиях разработки алгоритмов, знает интерфейс программы, 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	
		учащийся имеет широкое представление о приемах и технологиях разработки алгоритмов, знает интерфейс программы, 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 технической терминологией, умение пользоваться технической литературой;	Осмысленность и правильность использования специальной терминологии,	учащийся знает названия некоторых деталей и механизмов, в том числе электронных компонентов, названия команд и алгоритмических конструкций, но может допускать ошибки в терминологии; знает, как обратиться к документации, но не использует техническую и справочную литературу при	1	Итоговая практическая работа, беседа, наблюдение, решение учебных задач, решение

	отсутствие затруднений при использовании технической литературы и документации	возникновении затруднений.		кейсов
		учащийся 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	
		учащийся 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	
Владение оборудованием и инструментами, используемыми в области робототехники, основных принципов работы с робототехническими элементами	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения, степень применения теоретических знаний в ходе технического творчества	учащийся осуществляет сборку конструкции по 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, наблюдение, решение учебных задач, решение кейсов
		учащийся осуществляет сборку конструкции по 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	
		учащийся осуществляет сборку конструкции по 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 преобразования движения в ходе технического творчества	10	
Умение составлять алгоритм управления поведением робота	Умение решать базовые учебные задачи, самостоятельность в составлении алгоритма, степень сложности	учащийся 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	1	Итоговая практическая работа, наблюдение, решение учебных задач, решение

	алгоритма	подпрограммы в алгоритме, испытывает затруднения при поиске и исправлении ошибок в программе		кейсов
		учащийся 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	
		учащийся 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

Знание активных электронных компонентов и способов подключения	активных и их	Степень освоения теоретических знаний учащимся	учащийся знает основные электронные компоненты и их условные обозначения на схеме, способы подключения основных электронных компонентов к плате Arduino, 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, беседа, наблюдение
			учащийся знает электронные компоненты и их условные обозначения на схеме, способы подключения электронных компонентов к плате Arduino, 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	5	
			учащийся знает электронные компоненты и их условные обозначения на схеме, способы подключения всех изученных электронных компонентов к плате Arduino, 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 Arduino	Степень освоения теоретических знаний учащимся	<p>учащийся знает особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Arduino, знает способы подключения контроллера к компьютеру, загрузки программы в контроллер Arduino, 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.</p>	1	Итоговая диагностическая работа, беседа, наблюдение
		<p>учащийся знает особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Arduino, знает способы подключения контроллера к компьютеру, загрузки программы в контроллер Arduino, 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.</p>	5	
		<p>учащийся знает особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Arduino, знает способы подключения контроллера к компьютеру, загрузки программы в контроллер Arduino, знает структуру программу на языке C++, способы 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</p>	10	
Знание основ теории автоматического управления	Степень освоения теоретических знаний учащимся	<p>учащийся 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</p>	1	Итоговая диагностическая работа, беседа, наблюдение

		компонентов, не может самостоятельно найти и исправить ошибки в алгоритме		
		учащийся 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	
		учащийся 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	
2. Практическая подготовка				
Умение создавать эскизы, чертежи, графические представления реального объекта	Отсутствие затруднений в создании модели реального устройства, уровень сложности схемы/модели	учащийся знает программные средства создания электронных схем, 3Д-моделей, умеет создавать простые электронные схемы по шаблону, умеет создавать простые 3Д модели реальных объектов	1	Итоговая практическая работа, беседа, наблюдение, решение учебных задач, решение кейсов
		учащийся знает программные средства создания электронных схем, 3Д-моделей, умеет создавать электронные схемы по шаблону, умеет комбинировать электронные схемы в одну, умеет создавать 3Д модели реальных объектов среднего уровня сложности	5	
		учащийся знает программные средства создания электронных схем, 3Д-моделей, умеет создавать сложные электронные схемы по собственному замыслу, умеет комбинировать электронные схемы в одну, умеет создавать сложные 3Д модели реальных объектов	10	
Умение разрабатывать и собирать программируемые электронные устройства	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения, степень	учащийся осуществляет подключение основных электронных компонентов к плате Arduino по схеме, испытывает затруднение при поиске ошибок в подключении электронных компонентов, не умеет самостоятельно разрабатывать электронные устройства на основе	1	Итоговая практическая работа, наблюдение, решение учебных задач, решение

	применения теоретических знаний в ходе технического творчества	изученных шаблонов и примеров.		кейсов
		учащийся осуществляет подключение основных электронных компонентов к плате Arduino 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	
		учащийся осуществляет подключение основных электронных компонентов к плате Arduino по схеме, самостоятельно осуществляет поиск ошибок в подключении электронных компонентов, уверенно разрабатывает сложные электронные устройства на основе изученных шаблонов и примеров.	10	
Умение писать код программы на языке программирования	Уровень самостоятельности в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	учащийся умеет открывать готовые скетчи в среде Arduino, 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, решение кейсов
		учащийся умеет открывать готовые скетчи в среде Arduino, 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	
		учащийся умеет открывать готовые скетчи в среде Arduino, 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	
Предметные результаты (углубленный уровень)				
1. Теоретическая подготовка				
Знание о роли и месте промышленной робототехники в жизни современного общества	Степень освоения теоретических знаний учащимся	учащийся имеет начальное представление о роли и месте промышленной робототехники в жизни современного общества, но не может назвать примеры наиболее известных промышленных манипуляторов и фирм	1	Итоговая диагностическая работа, беседа, наблюдение

		производителей роботов, не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.		
		учащийся имеет хорошее представление о роли и месте промышленной робототехники в жизни современного общества, может назвать один-два примера промышленных манипуляторов и фирм производителей роботов, но не применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.	5	
		учащийся имеет широкое представление о роли и месте промышленной робототехники в жизни современного общества, самостоятельно следит за новостями, делится своими знаниями на занятиях с другими учащимися, может перечислить более трех примеров промышленных манипуляторов и фирм производителей роботов, применяет имеющиеся знания на занятиях и в проектной деятельности.	10	
Представление об общем устройстве и принципах действия промышленных роботов	Степень освоения теоретических знаний учащимся	учащийся имеет представление об общем устройстве и принципах действия промышленных роботов, основных характеристиках основных классов промышленных роботов, правила работы с промышленным роботом КУКА, но не может самостоятельно идентифицировать названия и назначение основных механических узлов манипулятора, не всегда соблюдает правила техники безопасности при работе с промышленными роботами	1	Итоговая диагностическая работа, беседа, наблюдение
		учащийся знает устройство и принципы действия промышленных роботов, основные характеристики основных классов промышленных роботов, правила работы с промышленным роботом КУКА, соблюдает правила техники безопасности при работе с промышленными роботами, но испытывает трудности при определении названия и назначение основных механических узлов манипулятора	5	
		учащийся знает общее устройство и принципы действия промышленных роботов, основные характеристики основных классов промышленных роботов, правила работы с промышленным роботом КУКА, соблюдает правила техники безопасности при работе с промышленными роботами, уверенно идентифицирует названия и назначение	10	

		основных механических узлов манипулятора		
Знание основных принципов компьютерного управления	Степень освоения теоретических знаний учащимся, отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения	учащийся имеет представление об основных принципах компьютерного управления роботом KRC4, о видах перемещения робота, режимах работы, системе координат, способах калибровки инструмента и базы, но не может самостоятельно определить оптимальный способ управления в зависимости от учебной задачи, испытывает трудности при калибровке инструмента и базы, выборе системы координат.	1	Итоговая диагностическая работа, беседа, наблюдение
		учащийся имеет представление об основных принципах компьютерного управления роботом KRC4, о видах перемещения робота, режимах работы, системе координат, способах калибровки инструмента и базы, самостоятельно осуществляет калибровку инструмента и базы, уверенно выбирает систему координат, но испытывает трудности при выборе оптимального способа управления в зависимости от учебной задачи.	5	
		учащийся имеет представление об основных принципах компьютерного управления роботом KRC4, о видах перемещения робота, режимах работы, системе координат, способах калибровки инструмента и базы, самостоятельно осуществляет калибровку инструмента и базы, уверенно выбирает систему координат, а также оптимальный способ управления в зависимости от учебной задачи.	10	
<i>2. Практическая подготовка</i>				
Умение работать с промышленным оборудованием на примере промышленного манипулятора КУКА KRC4	Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения	учащийся неуверенно использует пульт управления smartPAD, осуществляет ввод в эксплуатацию, калибровку инструмента и базы по инструкции и под контролем педагога, умеет открывать файлы и запускать программу в ручном режиме, но испытывает затруднение при запуске программы в автоматическом режиме, испытывает затруднение при возникновении нештатных ситуаций, не умеет самостоятельно осуществлять сброс ошибок, не умеет самостоятельно осуществлять замену оснастки.	1	Итоговая практическая работа, беседа, наблюдение, решение учебных задач, решение кейсов
		учащийся уверенно использует пульт управления smartPAD, осуществляет ввод в эксплуатацию, калибровку инструмента и базы под контролем педагога, умеет открывать файлы и	5	

		запускать программу в ручном и автоматическом режиме, но испытывает затруднение при возникновении нештатных ситуаций, не умеет самостоятельно осуществлять сброс ошибок, не умеет самостоятельно осуществлять замену оснастки.		
		учащийся уверенно использует пульт управления smartPAD, осуществляет ввод в эксплуатацию, калибровку инструмента и базы, умеет открывать файлы и запускать программу в ручном и автоматическом режиме, умеет самостоятельно осуществлять сброс ошибок, самостоятельно осуществляет замену оснастки.	10	
Умение писать программы управления робототехнической системой	Уровень самостоятельности в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	учащийся умеет создавать простые программы, осуществляет программирование перемещений, но испытывает трудности при использовании логических функций, функций переключения, циклов, не умеет осуществлять коррекцию существующих точек, испытывает затруднение при поиске и исправлении ошибок в программе.	1	Итоговая практическая работа, наблюдение, решение учебных задач, решение кейсов
		учащийся умеет создавать программы среднего уровня сложности, осуществляет программирование перемещений, уверенно использует логические функций, функции переключения, циклов в программе, но испытывает затруднение при необходимости осуществить коррекцию существующих точек, испытывает затруднение при поиске и исправлении ошибок в программе.	5	
		учащийся умеет создавать сложные программы, осуществляет программирование перемещений, уверенно использует логические функций, функции переключения, циклов в программе, при необходимости самостоятельно осуществляет коррекцию существующих точек, выполняет поиск и исправление ошибок в программе.	10	
Умение проводить сбор, обработку и анализ изображений с использованием существующих методов машинного	Уровень самостоятельности в составлении алгоритма, степень сложности алгоритма	учащийся 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	1	Итоговая практическая работа, наблюдение, решение учебных задач, решение кейсов

обучения		обнаружения и перемещения цветных объектов с помощью колесного робота с захватом.		
		учащийся 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, но не умеет применять модуль технического зрения TrackingCam для решения прикладных задач и в проектной деятельности.	5	
		учащийся 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	учащийся 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
		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	продукта проектной деятельности
Умение формировать новые знания опытным путём, экспериментировать	Самостоятельность в формировании новых знаний опытным путем, уровень сформированности навыка экспериментировать	учащийся 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 экспериментирования с помощью педагога.	5	
		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, учащийся 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	учащийся 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	
		учащийся 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	учащийся 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	
Навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности	Соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям	учащийся овладел менее чем ½ объема навыков	1	Наблюдение, анализ, Диагностическая работа
		в целом освоил, но допускает ошибки	5	
		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 учащегося соответствует предъявляемым требованиям, но иногда бывает небрежен, встречаются ошибки, приходится проверять его работу	5	
		учащийся 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	Учащийся 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-исследовательской и проектной деятельности	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 уровня с докладами, сообщениями о результатах учебно-исследовательской и проектной деятельности, публикация научных статей в сборниках и материалах конференций
		Проявляет интерес и готовность к учебно-исследовательской и проектной деятельности эпизодически, нуждается в помощи и поддержке педагога	5	
		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	Проявление в творческой деятельности способности	учащийся 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

творчества	придумывать, изобретать,	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 самостоятельно, готов экспериментировать	10	
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. Учащийся 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	Учащийся 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	учащийся 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	учащийся 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	учащийся не проявляет интереса к изобретательской деятельности	1	Создание авторских и творческих продуктов,
		проявляет интерес к изобретательской деятельности	5	

		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 ИС, анализ аналогов технического решения с помощью педагога.		патентование
		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	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

обосновывая логическую последовательность шагов		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	учащийся 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	учащийся 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
		учащийся 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	
		учащийся самостоятельно осуществляет контроль своей деятельности в процессе достижения результата, корректирует свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией, адекватно и объективно оценивает свою	10	

		деятельность, аргументирует причины достижения или отсутствия планируемого результата, сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки самостоятельно, самостоятельно устанавливает связь между 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 учащегося в освоении образовательной программы, устойчивость интереса к профилю деятельности	Интерес к занятиям продиктован учащемуся извне	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		Интерес периодически поддерживается учащимся	5	
		Интерес постоянно поддерживается учащимся самостоятельно	10	
Интерес к профессиям	Осознанное участие учащегося в профориентационных мероприятиях, предусмотренных образовательной программой	Интерес к профессиям продиктован извне	1	Тестирование на выявление профессиональных интересов и т.п. конкурсы творческих работ
		Интерес периодически поддерживается учащимися	5	
		Интерес постоянно поддерживается учащимся 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	Осознанное участие учащегося в социально-	учащийся избегает участия в социально-значимых проектах	1	Наблюдение

отношения к труду, развитие опыта участия в социально значимом труде	значимом труде	участие учащегося в социально-значимых проектах побуждается извне	5	
		проявляет инициативу и заинтересованность, с удовольствием участвует в социально-значимых проектах	10	
Устойчивый интерес к обучению, выявление своих образовательных дефицитов	Осознанное участие учащегося в освоении образовательной программы, самостоятельность в определении своих образовательных дефицитов	интерес к обучению у учащегося поддерживается извне, педагог определяет образовательные дефициты учащегося	1	Наблюдение, рефлексия учебной деятельности
		интерес к обучению периодически поддерживается учащимся, учащийся определяет свои образовательные дефициты с помощью педагога	5	
		интерес к обучению поддерживается учащимся 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	учащийся 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
		учащийся не всегда адекватно оценивает свои склонности и способности к той или иной профессии, требуется корректировка со стороны педагога	5	
		учащийся 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 ребенка 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 учащегося в освоении образовательной программы, самостоятельность формирования образовательной программы обучения, саморазвития и самовоспитания	Интерес к обучению поддерживается извне, учитель формирует образовательную программу обучения учащегося и контролирует ее выполнение	1	Рефлексия своей учебной деятельности, наблюдение
		учащийся 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 учащегося побуждаются извне	1	наблюдение
		Волевые усилия учащегося побуждаются самим ребенком иногда	5	
		Волевые усилия учащегося 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 учащимися 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 определяем для каждого года обучения/уровня освоения программы отдельно:

	низкий уровень (баллов)	средний уровень (баллов)	высокий уровень (баллов)
вводный модель	20-75	75-135	136-190
базовый модуль	20-75	75-135	136-190
углубленный модуль	18-65	70-125	126-180