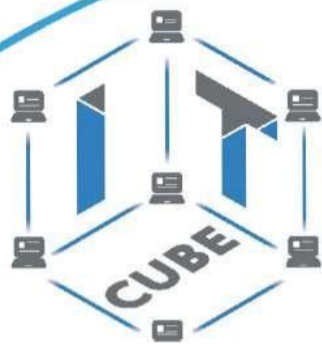




МИНИСТЕРСТВО
ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ОБРАЗОВАНИЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРОЕКТЫ
РОССИИ



СЕТЬ ЦЕНТРОВ ЦИФРОВОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ «ИТ-КУБ»



ВЯТСКИЙ
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
ЛИЦЕЙ



УТВЕРЖДАЮ
Директор лицея В.Д.Смирнов
Приказ №302/2021 от 06.09.2021

РАССМОТРЕНО
Руководитель центра цифрового образования «ИТ-куб»
А.В.Устюжанин

Методист отдела ИТ-технологий центра цифрового
образования «ИТ-куб»
Г.В.Нагорнова

Дополнительная общеобразовательная программа
по направлению
«Программирование роботов»
(манипуляторы)

Направленность: техническая
Возраст: 12-17 лет

г.Вятские Поляны, 2022

Содержание

Пояснительная записка	3
Цель и задачи программы	3
Условия реализации программы.....	4
Нормативная база.....	4
Основные понятия и термины.....	5
Структурирование материалов.....	5
Описание материально-технической базы центра цифрового образования детей «IT-куб».....	6
Планируемые результаты освоения программы обучающимися.....	6
Личностные результаты:	6
Метапредметные результаты	6
Технологический компонент	6
Логико-алгоритмический компонент	6
Предметные результаты	7
Содержание курса	8
Календарно-тематическое планирование (1 год обучения).....	10
Календарно-тематическое планирование (2 год обучения).....	11
Календарно-тематическое планирование (3 год обучения).....	12
Календарно-тематическое планирование (4 год обучения).....	13
Перечень информационно-методических материалов и источников	13

Пояснительная записка

Данная рабочая программа дополнительного образования детей разработана на основе методических рекомендаций по созданию центров цифрового образования «IT-куб», методического пособия М.В. Курносенко И.И. Мацаль «Реализация дополнительной общеобразовательной программы по тематическому направлению «Программирование роботов» с использованием оборудования центра цифрового образования детей «IT-куб» под ред. С. Г. Григорьева, Москва, 2021, учебно-методического пособия для учителя «Dobot Magician» Образовательная инженерная платформа. М.:ТехноЛаб, 2021, учебного пособия «СТЕМ Мастерская» ООО «Прикладная робототехника», 2021

Сегодня потребность в программировании роботов стала такой же повседневной задачей для продвинутого учащегося, как решение задач по математике или выполнение упражнений по русскому языку. Существующие среды программирования, как локальные, так и виртуальные, служат хорошим инструментарием для того, чтобы научиться программировать роботов. Хотя правильнее сказать не роботов, а контроллеров, которые управляют роботами. Но «робот» — понятие более широкое, чем мы привыкли считать.

Робот — это любое электронное устройство, управляемое контроллером, который нужно соответствующим образом запрограммировать. В случае, если учащиеся уже обладают навыками алгоритмического мышления и практическими умениями по программированию на любом алгоритмическом языке, для решения этой задачи можно использовать специальную адаптированную программную среду, имеющую в своей системе команд соответствующие модули и библиотеки управления пинами микроконтроллера.

Отдельным направлением робототехники являются манипуляторы – устройства, выполняющие роль приспособления для выполнения вспомогательных операций, связанных с изменением положения, с подачей, передвижением обрабатываемой заготовки, детали и т. п. по типу человеческой руки. Используются манипуляторы в самых разных областях, и поэтому их изучение носит практико-ориентированный характер.

Для изучения используется образовательный робототехнический комплект «СТЕМ Мастерская», предназначенный для изучения основ разработки и конструирования моделей промышленных манипуляционных роботов различного типа и автономных мобильных роботов. Комплект позволяет на примере собираемых из набора манипуляционных роботов ознакомиться с основными технологическими принципами, применяемыми на современном производстве, научиться выполнять различные технологические операции с использованием ручных инструментов и специализированного оборудования. Кроме этого, при изучении программы рекомендуется использовать оборудование для прототипирования корпусных элементов: 3D-принтер, лазерные, фрезерные станки с ЧПУ. С их помощью учащиеся смогут конструктивно дополнять модели манипуляторов.

На начальном этапе учащиеся изучают возможности учебного манипулятора и работают с графическими средами программирования. После изучения принципа работы и программирования учебного манипулятора ребята переходят к комплекту «СТЕМ Мастерская» и собирают различные модели манипуляторов (кинематические схемы: угловой, плоско-параллельный, Delta, Scara, Stewart), изучают язык программирования Си и создают программы управления.

В комплекте используются стандартные конструкции и открытые протоколы обмена данными, что позволяет интегрировать модели с различными сенсорными устройствами и датчиками, в том числе систем технического зрения. Микроконтроллеры используют популярные языки программирования и легко работают под управлением среды Arduino IDE. что позволяет в достаточно простой форме составлять программы начального уровня управления микроконтроллером и решать самые широкие задачи автономного (программного) управления устройствами.

Цель и задачи программы

Цель программы «Программирование роботов» (манипуляторы): развитие алгоритмического и проектного мышления обучающихся, их творческих способностей, аналитических и логических компетенций, создание и программирование роботов-манипуляторов и на их основе проектирование инженерных систем.

Для формирования поставленной цели планируется достижение следующих результатов.

- Личностные результаты:
 - развитие пространственного воображения, логического и визуального мышления, наблюдательности, креативности;
 - осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий с жизненными ситуациями;
 - формирование первоначальных представлений о профессиях, в которых информационные технологии играют ведущую роль;
 - воспитание интереса к информационной и коммуникационной деятельности.
- Метапредметные результаты:
 - развитие алгоритмического мышления через составление алгоритмов в графических средах программирования и среде Arduino IDE;
 - оценивание итогового творческого продукта и соотнесение его с изначальным замыслом, выполнение по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла;
 - овладение способами планирования и организации творческой деятельности.
- Предметные результаты:
 - систематизация знаний по теме «Алгоритмы» на примере работы программной среды Arduino IDE;
 - ознакомление с основами манипуляционной робототехники с помощью среды Arduino IDE;

- овладение умениями и навыками при работе с конструктором, приобретение опыта практической деятельности по созданию автоматизированных систем управления, полезных для человека и общества;
- знакомство с законами реального мира;
- овладение умением применять теоретические знания на практике;
- усвоение знаний о роли автоматизированных систем управления в преобразовании окружающего мира.

При работе с комплектом «СЕМ Мастерская» и платформой Arduino IDE решаются следующие основные задачи:

- **Познавательные задачи:**
 - изучение принципов работы манипуляторов, их возможностей и сферы применения;
 - начальное освоение компьютерной среды Arduino IDE в качестве инструмента для программирования роботов;
 - систематизация и обобщение знаний по теме «Алгоритмы» в ходе создания управляющих программ в среде Arduino IDE;
 - создание завершённых проектов с использованием освоенных навыков структурного программирования.
 - создание и программирование роботов-манипуляторов
- **Регулятивные задачи:**
 - формирование навыков планирования — определения последовательности промежуточных целей с учётом конечного результата;
 - освоение способов контроля в форме сопоставления способа действия и его результата с заданным образцом с целью обнаружения отличий от эталона.
- **Коммуникативные задачи:**
 - формирование умения работать над проектом в команде;
 - овладением умением эффективно распределять обязанности;
 - овладение опытом межличностной коммуникации (работа в группах, выступление с сообщениями и т. д.).

Условия реализации программы

Возраст обучающихся, участвующих в реализации программы: 12 - 17 лет.

Уровень освоения: программа является общеразвивающей (базовый уровень), не требует предварительных знаний и входного тестирования.

Форма реализации: очная. В период карантинных условий возможно дистанционное обучение.

Требования к безопасности образовательной среды: занятия проходят в специализированном учебном кабинете, достаточном для размещения 12 рабочих мест. Работа с ноутбуками и электрическими компонентами предполагает инструктаж по их использованию (Приложение 1 – Инструктаж по технике безопасности при работе с ПК).

Кадровое обеспечение: к реализации программы привлекается учитель информатики, имеющий высшее педагогическое образование, прошедший соответствующую курсовую подготовку по направлению и достаточный опыт педагогической деятельности в области преподаваемой дисциплины.

Режим занятий: занятия проводятся в группах от 7 до 10 человек, продолжительность одного занятия — 45 минут.

Программа рассчитана на 3 года обучения:

- 1 год – учебный робот-манипулятор – 36 часов
- 2 год – манипулятор с угловой кинематической схемой – 36 часов
- 3 год – манипуляторы других кинематических схем – 36 часов
- 4 год – инженерные проекты с использованием манипуляторов – 36 часов

Сроки реализации: общая продолжительность программы – 144 часа.

Нормативная база

- Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020).
- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020).
- Паспорт национального проекта «Образование» (утверждён президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16).

- Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (утверждена постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»).
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»).
- Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16.06.2019) (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н).
- Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. № 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»).
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно - эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897) (ред. 21.12.2020).
- Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413) (ред. 11.12.2020).
- Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-4).
- Методические рекомендации по созданию и функционированию центров цифрового образования «IT-куб» (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-5).
- Методические рекомендации по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей («Точка роста») (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-6).
- Постановление Правительства Кировской области от 20.07.2020 № 389-П «О внедрении системы персонифицированного финансирования дополнительного образования детей на территории Кировской области»;
- Распоряжение министерства образования Кировской области от 30.07.2020 № 835 «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей на территории Кировской области» (ред. от 07.09.2020 № 1046, от 22.09.2020 № 1104, от 28.09.2020 № 1139)

Основные понятия и термины

Алгоритм — это конечное точное предписание действий, которые необходимо выполнить для решения поставленной задачи. Исполнитель алгоритма — это некоторый объект (техническое устройство, робот, автомат), способный выполнять определённый набор команд алгоритма.

Робот — это исполнитель алгоритма, сформулированного на одном из языков программирования.

Среда Arduino IDE — это универсальная среда программирования микроконтроллеров.

Датчик — это средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем.

Датчики, выполненные на основе электронной техники, называются электронными датчиками. Отдельно взятый датчик может быть предназначен для измерения (контроля) и преобразования одной физической величины или одновременно нескольких физических величин.

Переменная (в императивном программировании) — это поименованная либо адресуемая иным способом область памяти, адрес которой можно использовать для осуществления доступа к данным. В таких языках переменная определяется как имя, с которым может быть связано значение, или даже как место (location) для хранения значения.

Монитор экрана — это специальное окно для вывода значений и сообщений в ходе выполнения микроконтроллером команд языка.

Структурирование материалов

Содержание обучения может быть представлено следующими модулями.

Модуль 1. Знакомство с учебным роботом манипулятором и его возможностями.

Модуль 2. Знакомство с графической средой программирования, программирование манипулятора.

Модуль 3. Использование микроконтроллера учебного манипулятора для подключения и управления внешних устройств.

Модуль 4. Образовательный комплект. Исполнительные механизмы. Состав и система управления.

Модуль 5. Среда Arduino IDE. Интерфейс. Основы языка Си. Программирование контроллера. Библиотеки устройств.

Модуль 6. Угловой манипулятор с захватом.

Модуль 7. Манипулятор с плоско-параллельной кинематической схемой с пневмосистемой.

Модуль 8. Манипулятор с Delta-кинематикой.

Модуль 9. Техническое зрение.

Модуль 10. Проектирование. Прототипирование.

Описание материально-технической базы центра цифрового образования детей «IT-куб»

Для организации работы по данному направлению «Программирование роботов» в распоряжении «Об утверждении методических рекомендаций по созданию и функционированию центров цифрового образования «IT-куб» от 12.02.2021 рекомендуется следующее оборудование лаборатории:

- ноутбук — рабочее место преподавателя;
- ноутбук - рабочее место обучающегося;
 - диагональ экрана: не менее 15,6 дюйма;
 - разрешение экрана: не менее 1920 x 1080 пикселей;
 - количество ядер процессора: не менее 4;
 - количество потоков: не менее 8;
 - базовая тактовая частота процессора: не менее 1 ГГц;
 - объём установленной оперативной памяти: не менее 8 Гбайт;
 - объём накопителя SSD: не менее 240 Гбайт;
 - время автономной работы от батареи: не менее 6 часов;
 - веб-камера: наличие;
 - манипулятор мышь: наличие;
 - предустановленная операционная система с графическим пользовательским интерфейсом, обеспечивающая работу распространённых образовательных и общесистемных приложений: наличие;
- МФУ, веб-камера, интерактивный моноблочный дисплей, диагональ экрана: не менее 65 дюймов, разрешение экрана: не менее 3840 x 2160 пикселей, оборудованные напольной стойкой.
- Учебный манипулятор Dobot Magician.
- Образовательный робототехнический конструктор «СТЕМ Мастерская» (расширенный набор).

Планируемые результаты освоения программы обучающимися

Личностные результаты:

- осмысление мотивов своих действий при выполнении заданий с жизненными ситуациями;
- начало профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с информационными и коммуникационными технологиями.

Метапредметные результаты

Технологический компонент

Регулятивные УУД:

- освоение способов решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- формирование умений ставить цель — создание творческой работы, планирование достижения этой цели, создание вспомогательных эскизов в процессе работы;
- оценивание итогового творческого продукта и соотнесение его с изначальным замыслом, выполнение по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные УУД:

- поиск информации в индивидуальных информационных архивах учащегося, информационной среде образовательной организации, в федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использование средств информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач.

Коммуникативные УУД:

- подготовка выступления;
- овладение опытом межличностной коммуникации (работа в группах, выступление с сообщениями и т. д.).

Логико-алгоритмический компонент

Регулятивные УУД:

- планирование последовательности шагов алгоритма для достижения цели;
- поиск ошибок в плане действий и внесение в него изменений.

Познавательные УУД:

- моделирование — преобразование объекта из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики;
- анализ объектов с целью выделения признаков (существенных, несущественных);
- синтез — составление целого из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов;
- установление причинно-следственных связей;
- построение логической цепи рассуждений.

Коммуникативные УУД:

- аргументирование своей точки зрения на выбор способов решения поставленной задачи;
- выслушивание собеседника и ведение диалога.

Предметные результаты

Модуль 1. Знакомство с учебным роботом манипулятором и его возможностями.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: назначение и устройство манипуляторов, принцип работы учебного манипулятора, способы управления, возможности по перемещению предметов захватом, присоской, рисованию карандашом, лазером, 3D-печатью;

уметь: управлять учебным манипулятором с помощью пульта, мыши, с помощью приложения.

Модуль 2. Знакомство с графической средой программирования, программирование манипулятора.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: интерфейс графической среды программирования, структуру программы, систему команд, алгоритмические конструкции;

уметь: составлять программы управления учебным манипулятором: штамповка печати, домино, отложенный старт, музыка, игра в шашки.

Модуль 3. Использование микроконтроллера учебного манипулятора для подключения и управления внешних устройств.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: систему управления и способы соединения микроконтроллера с внешними устройствами (светодиоды, датчики света, цвета, препятствия, расстояния), принцип работы устройств и их использования в связке с манипулятором.

уметь: присоединять и программировать внешние устройства в связке с манипулятором, использовать датчики для умного поведения манипулятора (подсветка в темноте, реакция на прикосновение, точная укладка предметов, выбор предмета по цвету и другие).

Модуль 4. Образовательный комплект. Исполнительные механизмы. Состав и система управления.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: состав образовательного комплекта, принцип работы исполнительных механизмов (двигателей, сервоприводов, регуляторов), состав и систему управления (контроллер OpenCM, микрокомпьютер, плата расширения STEM Board, вспомогательный контроллер AR-DXT-IoT);

уметь: различать компоненты набора, соединять контроллеры и исполнительные механизмы для первичного тестирования и программирования.

Модуль 5. Среда Arduino IDE. Интерфейс. Основы языка Си. Программирование контроллера. Библиотеки устройств.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: основные элементы интерфейса среды, систему команд языка программирования, простейшие алгоритмические конструкции, программные блоки по разделам, библиотеку программ, принцип управления микроконтроллерами, структуру программы, алгоритмические конструкции и библиотеку команд управления;

уметь: запускать программу, создавать и сохранять скетчи, создавать простейшие программы управления исполнителями (светодиод, кнопка, переменный резистор, пьезоэлемент, датчики), настраивать среду для работы с микроконтроллерами набора, создавать программы управления сервоприводами.

Модуль 6. Угловой манипулятор с захватом.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: кинематическую схему манипулятора с текущей кинематической схемой, понятие максимальной массы груза, прямую и обратную задачу кинематики, принцип работы манипулятора, область применения, основы программирования движения робота-манипулятора.

уметь: собирать манипулятор, производить расчеты кинематики, программировать движения робота с учетом его кинематики.

Модуль 7. Манипулятор с плоско-параллельной кинематической схемой и пневмосистемой.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: кинематическую схему манипулятора, принцип работы манипулятора, область применения, основы программирования движения робота-манипулятора и пневмосистемы.

уметь: собирать манипулятор с текущей кинематической схемой, производить расчеты кинематики, программировать движения робота с учетом его кинематики.

Модуль 8. Манипулятор с Delta-кинематикой.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: кинематическую схему манипулятора, принцип работы манипулятора, область применения, основы программирования движения робота-манипулятора.

уметь: собирать манипулятор с текущей кинематической схемой, производить расчеты кинематики, программировать движения робота с учетом его кинематики.

Модуль 9. Техническое зрение.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: понятие компьютерного зрения, сферу применения, возможные инженерные решения использования технического зрения для решения практических задач.

уметь: подключать модуль, настраивать его работу, получать данные и обрабатывать их с учетом поставленных задач, программировать действия робота-манипулятора на основании данных, полученных с модуля технического зрения, решать практические задачи: распознавание и выбор предмета, анализ игровой ситуации, распознавание жестов.

Модуль 10. Проектирование. Прототипирование.

В результате изучения данного модуля учащиеся должны:

знать: способы прототипирования объектов, создания компонентов роботов.

уметь: разрабатывать простейшие компоненты, создавать собственные модели или компоненты робототехнических систем, создавать проекты с использованием робототехнических систем.

Содержание курса

№ п/п	Модуль	Содержание	Целевая установка	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на внеурочном занятии	Использование оборудования
1	Знакомство с учебным роботом манипулятором и его возможностями.	Учебный робот-манипулятор Dobot Magician. Состав и возможности. Управление роботом с помощью пульта, мыши и ПО «DobotStudio». Захват, письмо и рисование, 3D –печать.	Ознакомление обучающихся с учебным роботом-манипулятором, его возможностями, показ на примере робота принципов работы манипуляторов и их назначение.	11	Наблюдение за работой учителя, самостоятельная работа с учебным роботом, управление манипулятором с помощью пульта, мыши и приложения, ответы на контрольные вопросы	Ноутбук, учебный робот-манипулятор Dobot Magician., ПО «DobotStudio»
2	Знакомство с графической средой программирования, программирование манипулятора.	Интерфейс ПО «DobotBlockly», логические блоки. Программы по управлению роботом с использованием графической среды.	Ознакомление обучающихся с блоками логических функций, конструкций, приёмы работы с ними. Изучение принципов программирования действий манипулятора.	10	Наблюдение за работой учителя, совместное с учителем программирование скриптов, самостоятельная работа с инструментами среды, ответы на контрольные вопросы	Ноутбук, учебный робот-манипулятор Dobot Magician., ПО «DobotBlockly»
3	Использование микроконтроллера учебного манипулятора для подключения и управления внешних устройств.	Способы соединения микроконтроллера с внешними устройствами (светодиоды, датчики света, цвета, препятствия, расстояния), принцип работы устройств и их использования в связке с манипулятором. Программы управления внешними устройствами.	Ознакомление обучающихся с основными видами датчиков и принципами их работы. Применение датчиков в различных ситуациях. Создание автоматических систем реагирования на состояние окружающей среды.	15	Наблюдение за работой учителя, совместное с учителем программирование скриптов, самостоятельная работа с инструментами среды, ответы на контрольные вопросы	Ноутбук, учебный робот-манипулятор Dobot Magician., ПО «DobotBlockly», соединительные провода, макетная плата, электрические компоненты.
4	Образовательный комплект. Исполнительные механизмы. Состав и система управления.	Состав образовательного комплекта, принцип работы исполнительных механизмов (двигателей, сервоприводов, регуляторов), состав и система управления (контроллер OpenCM, микрокомпьютер, плата расширения STEM Board, вспомогательный контроллер AR-DXT-IoT)	Ознакомление учащихся с составом образовательного набора, исполнительными механизмами и системой управления манипулятора.	7	Наблюдение за работой учителя, совместное с учителем изучение состава набора, самостоятельная работа с компонентами набора, сборка и компоновка, ответы на контрольные вопросы	Образовательный набор «СТЕМ Мастерская»
5	Среда Arduino IDE. Интерфейс. Основы языка Си. Программирование контроллера. Библиотеки устройств.	Основные фрагменты интерфейса платформы. Панель управления, рабочее поле, кнопки управления, монитор экрана. Создание простейших программ (скриптов), сохранение и загрузка скетча. Математические и логические операторы, конструкции на языке Си, простейшие алгоритмические конструкции, программные блоки по разделам, библиотека программ, принцип управления микроконтроллерами, структура программы,	Ознакомление обучающихся с интерфейсом платформы, принципами программирования робота-манипулятора на основе сервоприводов, основными блоками управления средой, основными видами датчиков и принципами их работы, применение датчиков в различных ситуациях.	13	Наблюдение за работой учителя, совместное с учителем программирование скриптов, самостоятельная работа с инструментами среды, ответы на контрольные вопросы	Ноутбук, платформа Arduino IDE, образовательный набор «СТЕМ Мастерская».

		простейшие программы управления исполнителями (светодиод, кнопка, переменный резистор, пьезоэлемент, датчики), управление сервоприводом.				
6	Угловой манипулятор с захватом.	Кинематическая схема углового манипулятора, понятие максимальной массы груза, прямая и обратная задача кинематики, принцип работы манипулятора, область применения, основы программирования движения робота-манипулятора.	Ознакомление учащихся с принципами сборки манипулятора с учетом его кинематической схемы, проведение расчетов кинематики, программирование движений робота с учетом его кинематики.	16	Наблюдение за работой учителя, самостоятельное проектирование и конструирование робота, программирование базовых алгоритмов движения.	Ноутбук, платформа Arduino IDE, образовательный набор «СТЕМ Мастерская».
7	Манипулятор с плоско-параллельной кинематической схемой и пневмосистемой.	Кинематическая схема плоско-параллельного манипулятора, понятие максимальной массы груза, прямая и обратная задача кинематики, принцип работы манипулятора, область применения, основы программирования движения робота-манипулятора с пневмозахватом.	Ознакомление учащихся с принципами сборки манипулятора с учетом его кинематической схемы, проведение расчетов кинематики, программирование движений робота с учетом его кинематики.	10	Наблюдение за работой учителя, самостоятельное проектирование и конструирование робота, программирование базовых алгоритмов движения.	Ноутбук, платформа Arduino IDE, образовательный набор «СТЕМ Мастерская».
8	Манипулятор с Delta-кинематикой.	Кинематическая схема Delta-манипулятора, понятие максимальной массы груза, прямая и обратная задача кинематики, принцип работы манипулятора, область применения, основы программирования движения робота-манипулятора.	Ознакомление учащихся с принципами сборки манипулятора с учетом его кинематической схемы, проведение расчетов кинематики, программирование движений робота с учетом его кинематики.	8	Наблюдение за работой учителя, самостоятельное проектирование и конструирование робота, программирование базовых алгоритмов движения.	Ноутбук, платформа Arduino IDE, образовательный набор «СТЕМ Мастерская».
9	Техническое зрение.	Понятие компьютерного зрения, сфера применения ТЗ, инженерные решения использования технического зрения для решения практических задач.	Ознакомление учащихся с назначением и принципом работы технического зрения, создание программ по распознаванию и выбору предметов, анализу игровой ситуации, распознавания жестов.	14	Наблюдение за работой учителя, самостоятельное проектирование и конструирование робота, программирование работы модуля ТЗ.	Ноутбук, платформа Arduino IDE, образовательный набор «СТЕМ Мастерская».
10	Проектирование. Прототипирование.	Понятие прототипирования объектов, создание компонентов роботов с использованием программ САПР. Проектирование робототехнических систем различного назначения.	Разработка собственных моделей и компонентов робототехнических систем.	40	Наблюдение за работой учителя, самостоятельное проектирование и конструирование робототехнических систем.	Ноутбук, платформа Arduino IDE, образовательный набор «СТЕМ Мастерская».
ИТОГО				144		

Календарно-тематическое планирование (1 год обучения)

№	Тема занятия	Количество часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Манипуляторы – направление робототехники.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
2.	Знакомство с роботом-манипулятором Dobot Magician. ПО «DobotStudio»	2	1	1	Педагогическое наблюдение
3.	Пульт управления и режим обучения	2	0	2	Педагогическое наблюдение
4.	Письмо и рисование. Графический режим.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
5.	3D-печать. Настройка оборудования и создание модели.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
6.	3D-печать. Получение изделия.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, оценка готового минипроекта
7.	Знакомство с графической средой программирования.	2	1	1	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы
8.	Программа управления манипулятором. Автоматическая штамповка печати.	1	0	1	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
9.	Программа управления манипулятором. Домино.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
10.	Программа управления манипулятором. Отложенный старт.	1	0	1	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
11.	Программа управления манипулятором. Музыка.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
12.	Программа управления манипулятором. Игра в шашки.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
13.	Подключение внешних устройств. Светодиоды.	1	0	1	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы
14.	Подключение внешних устройств. Датчик света.	1	0	1	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы
15.	Подключение внешних устройств. Датчики препятствия и расстояния.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы
16.	Подключение внешних устройств. Датчик цвета.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы
17.	Программы управления с учетом внешних устройств. Подсветка в темноте.	1	0	1	Педагогическое наблюдение, оценка готового минипроекта
18.	Программы управления с учетом внешних устройств. Реакция на прикосновение.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, оценка готового минипроекта
19.	Программы управления с учетом внешних устройств. Укладка предметов.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, оценка готового минипроекта
20.	Программы управления с учетом внешних устройств. Выбор предмета по цвету.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, оценка готового минипроекта
21.	Творческий проект	2	0	2	Педагогическое наблюдение, оценка готового проекта
	ИТОГО:	36	5	31	

Календарно-тематическое планирование (2 год обучения)

№	Тема занятия	Количество часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Образовательный комплект «СТЕМ Мастерская». Обзор.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
2.	Исполнительные механизмы комплекта. Двигатель.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
3.	Исполнительные механизмы комплекта. Сервопривод.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
4.	Базовые манипуляции с сервоприводом. Приложение Dynamixel Wizard.	1	0	1	Педагогическое наблюдение
5.	Система управления. Контроллер OpenCM.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
6.	Система управления. Микрокомпьютер и периферийная плата STEM Board.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
7.	Система управления. Универсальный контроллер AR-DXL-IoT.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
8.	Среда Arduino IDE. Интерфейс. Настройка подключения контроллеров.	1	0	1	Педагогическое наблюдение
9.	Основы языка Си. Система команд для микроконтроллера робота. Библиотеки. Алгоритмические конструкции. Синтаксис.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
10.	Светодиод. Программа управления.	1	0	1	Оценка работоспособности программы.
11.	Кнопка. Программа управления.	1	0	1	Оценка работоспособности программы.
12.	Переменный резистор. Программа управления.	1	0	1	Оценка работоспособности программы.
13.	Пьезоэлемент. Программа управления.	1	0	1	Оценка работоспособности программы.
14.	Датчик света. Программа управления.	1	0	1	Оценка работоспособности программы.
15.	Датчик препятствия. Программа управления.	2	0	2	Оценка работоспособности программы.
16.	Датчик расстояния. Программа управления.	2	0	2	Оценка работоспособности программы.
17.	Датчик цвета. Программа управления.	2	0	2	Оценка работоспособности программы.
18.	Типы кинематических схем манипуляторов.	1	1	0	Контрольные вопросы.
19.	Сборка углового манипулятора с захватом. Расчет максимальной массы груза.	2	0	2	Педагогическое наблюдение, оценка готового проекта
20.	Прямая и обратная задача кинематики	1	0	1	Контрольные вопросы.
21.	Программирование сервоприводов. Вращение.	1	0	1	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
22.	Программирование сервоприводов. Использование циклов.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
23.	Программирование сервоприводов. Чтение позиций сервоприводов.	1	0	1	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
24.	Программирование сервоприводов. Воспроизведение записанных позиций.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
25.	Программирование решения обратной задачи кинематики.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
26.	Творческий проект. Программирование движений робота-манипулятора.	4	0	4	Педагогическое наблюдение, оценка готового проекта
	ИТОГО:	36	8	28	

Календарно-тематическое планирование (3 год обучения)

№	Тема занятия	Количество часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Плоско-параллельная кинематическая схема.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
2.	Пьезосистема. Назначение и принцип работы.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
3.	Сборка манипулятора.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
4.	Расчет максимальной массы груза. Обратная задача кинематики.	1	1	0	Контрольные вопросы.
5.	Программирование движений робота-манипулятора.	3	0	3	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
6.	Использование пьезосистемы для перемещения предметов.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
7.	Delta-кинематика. Обзор Delta-робота.	1	1	0	Педагогическое наблюдение
8.	Сборка манипулятора.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
9.	Обратная задача кинематики Delta-робота.	1	1	0	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
10.	Разработка управляющей программы.	3	0	3	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
11.	Техническое зрение. Принцип работы.	1	1	0	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
12.	Настройка модуля технического зрения TrackingCam.	1	0	1	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
13.	Система отчета.	1	1	0	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
14.	Программная реализация.	4	0	4	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
15.	Реализация совместного использования модуля технического зрения и кинематической схемы робота.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
16.	Программная реализация - распознавание и выбор предмета.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
17.	Программная реализация – анализ игровой ситуации.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
18.	Программная реализация – распознавание жестов.	2	0	2	Контрольные вопросы, оценка работоспособности программы.
19.	Обзор других кинематических схем роботов-манипуляторов.	1	1	0	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
20.	Робототехника и промышленные роботы.	1	1	0	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
21.	Основы проектирования в САПР.	2	1	1	Педагогическое наблюдение, контрольные вопросы.
	ИТОГО:	36	10	26	

Календарно-тематическое планирование (4 год обучения)

№	Тема занятия	Количество часов	Теория	Практика	Формы контроля/ аттестации
1.	Проектирование и прототипирование роботов.	2	2	0	Педагогическое наблюдение
2.	Разработка творческого проекта по созданию робота-манипулятора.	3	1	2	Педагогическое наблюдение, оценка идей проекта
3.	Прототипирование компонентов робота в САПР-среде.	5	0	5	Педагогическое наблюдение
4.	Создание моделей деталей манипуляторов.	4	0	4	Педагогическое наблюдение, оценка каждого этапа создания проекта
5.	Сборка манипулятор различных кинематических схем (по выбору)	8	0	8	Педагогическое наблюдение, оценка каждого этапа создания проекта
6.	Проектирование практической задачи для робота манипулятора.	3	0	3	Педагогическое наблюдение, оценка каждого этапа создания проекта
7.	Программирование и отладка программ.	8	0	8	Педагогическое наблюдение, оценка каждого этапа создания проекта
8.	Презентация робота или робототехнической системы.	3	0	3	Педагогическое наблюдение, оценка итогового проекта
	ИТОГО:	36	3	33	

Перечень информационно-методических материалов и источников

1. Методическое пособие М.В. Курносенко И.И. Мацаль «Реализация дополнительной общеобразовательной программы по тематическому направлению «Программирование роботов» с использованием оборудования центра цифрового образования детей «IT-куб» под ред. С. Г. Григорьева, Москва, 2021
2. Учебно-методическое пособие для учителя «Dobot Magician» Образовательная инженерная платформа. М.:ТехноЛаб, 2021
3. Учебное пособие «СТЕМ Мастерская» ООО «Прикладная робототехника» (в 2-ух частях), 2021
4. <https://www.dobot.cc/>
5. <http://examen-technolab.ru/>
6. <https://www.arduino.cc/en/software>
7. <https://amperka.ru>
8. <http://arduino.ru>