



**Частное образовательное учреждение  
дополнительного образования  
«АКАДЕМИЯ «КАЛАШНИКОВ»**

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ЧОУ ДО  
«Академия «Калашников»  
А.Х. Коньшина  
Приказ № 8/п-об от 26.06 2019 г.



*Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности*

**«РОБОТОТЕХНИКА. УГЛУБЛЕННЫЙ КУРС»**

для детей 13 -17 лет

Срок реализации – 28 недель

Авторы: Ю.Л. Караваев, доцент  
кафедры мехатронных систем ФГБОУ  
ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».  
Е.В. Изibaев, педагог  
дополнительного образования ЧОУ ДО  
«Академия «Калашников»

Ижевск 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	3
1.1. Направленность программы.....	3
1.2. Актуальность программы.....	3
1.3. Педагогическая целесообразность .....	4
1.4. Адресат программы.....	4
1.5. Объем и срок реализации программы.....	4
1.6. Преемственность программы .....	5
1.7. Режим занятий .....	5
1.8. Форма обучения .....	5
1.9. Технологии обучения и их обоснование .....	5
1.10. Цель программы.....	6
1.11. Задачи .....	6
1.13 Ожидаемый результат реализации программы. ....	6
Предметные результаты .....	6
II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН.....	8
III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ .....	11
IV. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК .....	21
V. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ .....	21
5.1. Кадровое обеспечение.....	21
5.2. Помещения. ....	22
5.3. Оборудование .....	23
VI. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	24
VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ .....	29
VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	30

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1. Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности по направлению «Робототехника. Углубленный курс» составлена в соответствии с нормативными документами:

- Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ;
- Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р);
- СанПин к устройству, содержанию и организации деятельности образовательных организаций дополнительного образования детей (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41);
- Приказ Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. N 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разно уровневые программы) (Приложение к письму Департамента государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 №09-3242);

### **1.2. Актуальность программы**

Робототехника является наиболее активно развивающейся областью науки и техники, как в Российской Федерации, так и во всем мире. Автоматизация и роботизация затрагивают все отрасли народного хозяйства: от сельского хозяйства, до тяжелой промышленности и военной отрасли. Развивается сфера бытовых и персональных роботов.

В подобных условиях активно меняется рынок труда, и предъявляет к будущим специалистам новые требования.

Актуальность программы связана с необходимостью:

1. повышения уровня компетенции обучающихся в области современных технологий робототехники и информационных технологий;
2. практической реализации знаний, полученных в рамках программ основного среднего образования;
3. основательного изучения структурных элементов робототехнических систем, начиная с основ, и заканчивая функционально законченными устройствами;
4. изучения современных технологий разработки, проектирования и изготовления элементов робототехнических систем;
5. развития навыков технического и проектного мышления.

### **1.3. Педагогическая целесообразность**

Образовательная программа является уникальной в плане сочетания индивидуальной работы и работы в группах по два человека, проектной и исследовательской работы. В рамках каждого отдельно занятия обучающиеся получают наглядный результат (3D модель детали, изготовленная деталь, работающая электрическая схема, программа управления), в рамках функционально законченных проектов по созданию моделей робототехнических устройств: колесного мобильного робота, сферического мобильного робота, омниколесного мобильного робота и манипуляционного робота.

Отличительной особенностью является то, что все детали элементов конструкции и систему управления обучающиеся проектируют, изготавливают и программируют самостоятельно по методическим указаниям программы, получая при этом навыки работы с современным технологическим оборудованием.

### **1.4. Адресат программы**

Обучающие в возрасте от 13 до 17 лет, имеющие начальные навыки по робототехнике.

### **1.5. Объем и срок реализации программы**

Программа рассчитана на 7 месяцев (28 недель). Общий объем учебной нагрузки составляет 112 часов.

### **1.6. Преемственность программы**

Для обучения по программе необходимо иметь начальный уровень знаний по следующим предметам школьной программы: физика, математика, информатика и по робототехнике.

В дальнейшем в ходе занятий сохраняется полная преемственность с предметами школьной программы, а также использование знаний полученных в ходе изучения школьных предметов на практике при выполнении расчетных и исследовательских заданий, а также разработке программ для управления реальными устройствами.

### **1.7. Режим занятий**

Учебная нагрузка на обучающихся составляет 4 часа в неделю: 2 занятия продолжительностью 2 академических часа. 1 академический час равен 45 минутам.

### **1.8. Форма обучения**

Форма обучения очная групповая. Количество обучающихся, одновременно находящихся в группе 10 - 16 человек.

### **1.9. Технологии обучения и их обоснование**

При проведении занятий используются технологии проектного и исследовательского обучения, технология «ТРИЗ», технологии коллективной творческой деятельности.

В ходе занятий преподаватель раскрывает актуальность вопроса/проблемы, формирует план ее решения, демонстрирует и обсуждает с обучающимися процесс разработки или создания функционально законченных робототехнических устройств, приводя необходимый теоретический и справочный материал, после чего обучающиеся в группах работают над созданием отдельных элементов, а в дальнейшем сборке и отладке робототехнических устройств, распределяя обязанности между

собой. Занятия проводятся со специальными ресурсными наборами, содержащими всю необходимую элементную базу, а также примеры готовых устройств и деталей.

### **1.9. Цель программы**

Развитие технических навыков и мышления. Приобщение обучающихся к научно-технической деятельности, оказание профориентационной поддержки и привлечение внимания к инженерному делу в целом.

### **1.10. Задачи**

- 1.** Развить навыки чтения чертежей и электрических схем, проектирования деталей с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР);
- 2.** Сформировать и развить навыки разработки программ для управления элементами робототехнических систем;
- 3.** Развить навыки работы с современным технологическим оборудованием;
- 4.** Ознакомить с профилями деятельности специалистов в сфере робототехники.

### **1.13 Ожидаемый результат реализации программы.**

#### **Предметные результаты**

##### Обучающийся:

- понимает процесс подготовки оборудования и изготовления деталей на современных станках и технологическом оборудовании;
- умеет проводить монтаж радиокомпонентов, выполнять отладку и настройку электрических устройств;
- умеет пользоваться инструментами и приборами для выполнения измерений в цепях электрического тока;
- умеет разрабатывать простые чертежи и модели конструктивных элементов робототехнических систем в современных САПР;

- умеет программировать микроконтроллеры для решения задач управления различными исполнительными механизмами и получения информации с датчиков;
- понимает структуру робототехнических систем с учетом их междисциплинарности, представляет их целостность.
- знает о разнообразии профессий в сфере робототехники.

### **Метапредметные результаты**

#### Обучающийся:

- умеет применять на практике знания разных дисциплин: физика, информатика, математика, черчение.

### **Личностные результаты**

#### Обучающийся:

- планирует и распределяет задачи и работы между исполнителями (или участниками проекта).
- проявляет интерес к проектной деятельности.

**II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Тема занятия	Учебная нагрузка, всего часов	Форма занятия, количество часов			Формы контроля/аттестации
			Аудиторная работа, час			
			теория	практика	Лабораторная работа	
<b>1</b>	<b>Колесный мобильный робот</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	
1.1	Введение. Обзор конструкции колесных мобильных роботов.	1	1	0	0	
1.2	Монтаж и пайка элементов системы управления	5	1	4	0	
1.3	Проверка датчиков и двигателей с использованием платы	2	0.5	1.5	0	
1.4	Разработка конструкции	4	1	3	0	
1.5	Изготовление конструкции, сборка, отладка	4	0.5	3.5	0	
1.6	Отработка простых траекторий, движение по контрастной линии	4	1	3	0	
1.7	Движение по сложным траекториям, алгоритмы и методы регулирования разновидностями ПИД регулятора	4	2	2	0	Защита проекта
<b>2</b>	<b>Омниколесный мобильный робот</b>	<b>28</b>	<b>6,5</b>	<b>21,5</b>	<b>0</b>	
2.1	Введение. Особенности и разновидности конструкций омниколесных роботов	1	1	0	0	
2.2	Сборка системы управления омниколесного робота	5	1	4	0	
2.3	Конструирование омниколесного робота	6	1	5	0	
2.4	Сборка и отладка омниколесного робота	4	0.5	3.5	0	
2.5	Теория управления омниколесным роботом. Введение.	4	1	3	0	
2.6	Теория управления	4	1	3	0	



№ п/п	Тема занятия	Учебная нагрузка, всего часов	Форма занятия, количество часов			Формы контроля/аттестации
			Аудиторная работа, час			
			теория	практика	Лабораторная работа	
	омниколесным роботом. Движение по сложным траекториям.					
2.7	Разработка программы дистанционного управления омниколесным роботом	2	0.5	1.5	0	
2.8	Разработка программы дистанционного управления омниколесным роботом с голосовым управлением	2	0.5	1.5	0	Защита проекта
	<b>Сферический робот</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	
3.1	Разработка деталей и элементов конструкции сфероробота	4	1	3	0	
3.2	Изготовление деталей и элементов конструкции на производственном оборудовании	4	0.5	3.5	0	
3.3	Изучение элементов и монтаж системы управления	4	1	3	0	
3.4	Сборка прототипа сферического робота	2	0.5	1.5	0	
3.5	Изучение кинематики сферического робота: связь траектории движения с управляющими воздействиями.	2	2	0	0	
3.6	Разработка алгоритмов и программ управления. Настройка, отладка и тестирование мобильного робота	8	2	6	0	
3.7	Операционные системы реального времени	4	2	2	0	Защита проекта
4	<b>Манипуляционный робот</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	

№ п/п	Тема занятия	Учебная нагрузка, всего часов	Форма занятия, количество часов			Формы контроля/аттестации
			Аудиторная работа, час			
			теория	практика	Лабораторная работа	
4.1	Введение	1	1	0	0	
4.2	Пайка платы системы управления	3	0.5	2.5	0	
4.3	Разработка элементов конструкции манипуляционного робота	4	0.5	3.5	0	
4.4	Изготовление элементов конструкции на производственном оборудовании	2	0.5	1.5	0	
4.5	Сборка прототипа манипуляционного робота.	2	0.5	1.5	0	
4.6	Отладка системы управления (написание программы и регулировка положения звеньев).	4	0.5	3.5	0	
4.7	Изучение кинематики манипулятора, прямая задача о положении.	2	0,5	1,5	0	
4.8	Изучение кинематики манипулятора, обратная задача о положении.	2	0,5	1,5	0	
4.9	Изучение способов реализации движения по заданной траектории.	4	1	3	0	
4.10	Изучение захватных устройств.	4	2	2	0	
4.11	Тестирование	4	0.5	3.5	0	Защита проекта
	<b>Итого</b>	<b>112</b>	<b>30,5</b>	<b>81,5</b>	<b>0</b>	

### III. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

<b>Раздел 1. Колесный робот</b>	
<b>Тема 1.1</b>	<b>Введение. Обзор конструкции колесных мобильных роботов.</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Введение в проекты. Разбор вариантов конструкции колесного робота, описание возможных этапов сборки и отладки, и описание этапа написания программ. Постановка цели сборки колесного робота.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение ориентироваться в вариантах конструкций мобильных роботов. <b>Soft-skills:</b> алгоритмическое мышление, абстрактное мышление, проектное мышление, умение слушать.
Результат обучения	Понимание задания на конструирование, сборку, отладку и программирование колесного робота.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час
<b>Тема 1.2</b>	<b>Монтаж и пайка элементов системы управления</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Изучение печатной платы. <b>Практика:</b> Пайка соединительных проводов. Пайка элементов на печатную плату системы управления колесного робота. Проверка плат и элементов. Пайка элементов на платы драйверов для управления двигателями постоянного тока. Проверка плат драйверов, тестирование.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение проверять спаянные схемы, чтение печатных плат. <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде, аналитическое мышление, структурное мышление.
Результат обучения	Изготовленные и протестированные платы системы управления.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 4 часа
<b>Тема 1.3</b>	<b>Проверка датчиков и двигателей с использованием платы</b>
Содержание	<b>Теория:</b> План проверки датчиков. <b>Практика:</b> Подключение к распаянной плате датчика и двигателей постоянного тока. Загрузка проверочной программы, и проверка работоспособности плат в сборе.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение читать принципиальные схемы, пайка плат. <b>Soft-skills:</b> умение организовать рабочее место, умение проводить поиск и анализ информации.
Результат обучения	Умение проверять и отлаживать систему управления колесного робота.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 1.5 часа
<b>Тема 1.4</b>	<b>Разработка конструкции</b>

Содержание	<p><b>Теория:</b> Изучение возможных вариантов конструкции.</p> <p><b>Практика:</b> Разработка 3D модели крепления для двигателей постоянного тока.</p> <p>Разработка 3D модели платформы (рамы) колесного робота. Крепления для поддерживающего шарика. Разработка 3D модели крепления датчика контрастной полосы для колесного робота.</p> <p>Создание 3D сборки, проверка всех совместимости компонентов, исправление ошибок, доработка конструкции. Генерация файлов для 3D печати, и обработки платформы (рамы) на фрезерном или лазерном станке.</p>
Формируемые компетенции	<p><b>Hard-skills:</b> Навыки конструирования робототехнических систем.</p> <p><b>Soft-skills:</b> организация рабочего места, структурное мышление, планирование,</p>
Результат обучения	Разработанная конструкция колесного робота.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 1.5</b>	<b>Изготовление конструкции, сборка и отладка</b>
Содержание	<p><b>Теория:</b> Особенности печати деталей для колесного робота.</p> <p><b>Практика:</b> Изготовление деталей на станках и печать 3D принтерах.</p> <p>Сборка конструкций из готовых деталей. Загрузка тестовой программы, проверка работоспособности, отладка.</p>
Формируемые компетенции	<p><b>Hard-skills:</b> Навыки сборки конструкций и отладки робототехнических систем.</p> <p><b>Soft-skills:</b> умение распределять время на разработку изделия, командная работа, абстрактное мышление, умение проводить поиск и анализ информации.</p>
Результат обучения	Изготовленный колесный робот.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 3.5 часа
<b>Тема 1.6</b>	<b>Отработка простых траекторий, движение по контрастной линии</b>
Содержание	<p><b>Теория:</b> Разработка алгоритмов и программ для движения колесного робота по простым траекториям: движение по прямой, движение по окружности, разворот на месте.</p> <p><b>Практика:</b> Разработка программ для получения информации с датчиков, разработка программ для следования вдоль контрастной полосы.</p>
Формируемые компетенции	<p><b>Hard-skills:</b>навык программирования движения по контрастной линии.</p> <p><b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде</p>
Результат обучения	Колесный робот, способный двигаться по контрастной линии.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 1.7</b>	<b>Движение по сложным траекториям, алгоритмы и методы регулирования разнообразными ПИД</b>

	<b>регулятора</b>
Содержание	<p><b>Теория:</b> Понятие обратной связи. Положительная обратная связь. Отрицательная обратная связь. ПИД регулятор. Частный случай - П регулятор, PI регулятор. Использование нескольких контуров обратной связи. Настройка коэффициентов ПИД регулятора</p> <p><b>Практика:</b> Движение по "восьмерке", движение по "S" образной кривой.</p> <p>Движение по контрастной полосе с использованием П регулятора. Корректировка движения по прямой и окружности с использованием П регулятора. Движение по контрастной полосе с использованием PI регулятора, изменение скоростей движения. Движение по контрастной полосе с использованием ПИД регулятора. Отработка движения по различным траекториям с использованием ПИД регулятора.</p>
Формируемые компетенции	<p><b>Hard-skills:</b> Умение использовать ПИД-регулятор, настройка ПИД-регулятора.</p> <p><b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде, структурное мышление,</p>
Результат обучения	<i>Овладение навыком применения ПИД-регулятора для задач управления колесным роботом.</i>
Трудоемкость	Теоретические занятия - 2 часа, практические занятия - 2 часа
<b>Раздел 2. Омниколесный мобильный робот</b>	
<b>Тема 2.1</b>	<b>Введение. Особенности и разновидности конструкций омниколесных роботов</b>
Содержание	<p><b>Теория:</b> Омниколеса, типы омниколес, колесо Илона. Управление мобильными платформами на омниколесах. Описание и состав системы управления омниколесными мобильными роботами. Ознакомление со схемой управления, платой управления.</p>
Формируемые компетенции	<p><b>Hard-skills:</b> Умение ориентироваться в типах омниколес</p> <p><b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде</p>
Результат обучения	<i>Понимание отличий в типах омниколес. Понимание структуры задачи сборки омниколесного робота.</i>
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час
<b>Тема 2.2</b>	<b>Сборка системы управления омниколесного робота</b>
Содержание	<p><b>Теория:</b> Разбор плана пайки</p> <p><b>Практика:</b> Пайка коннекторов для шаговых двигателей. Пайка DC-DC преобразователя, проверка линий питания. Пайка платы омниколесного робота. Пайка кнопки, переключателей режимов работы драйверов, конденсаторов драйверов, разъемов PLS, пайка разъемов. Проверка платы системы управления.</p> <p>Загрузка тестовых программ, проверка: DC-DC преобразователя, драйверов, двигателей, дисплея, bluetooth модуля.</p>

Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение производить сбоку систему управления омниколесного робота <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Собранная система управления омниколесного робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 4 часа
<b>Тема 2.3</b>	<b>Конструирование омниколесного робота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Постановка задачи для разработки конструкции платформы. <b>Практика:</b> Конструирование платформы для робота. Конструирование робота. Крепление. Разработка крепления колеса с шаговым двигателем. Проверка моделей деталей в сборке. Исправление ошибок. Подготовка управляющих программ. Изготовление деталей на 3D принтере, фрезерном станке, станке лазерной резки.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навыки конструирования, работы в САДсистемах. <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде, дизайн мышление
Результат обучения	Модель конструкции омниколесного робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 5 часов
<b>Тема 2.4</b>	<b>Сборка и отладка омниколесного робота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Сборка прототипа. Тестирование. <b>Практика:</b> Сборка прототипа омниколесного робота. Отладка. Режимы работы шаговых двигателей. Движение робота при различных режимах работы двигателей. Разработка базовых программных модулей для проверки работоспособности мобильного робота и его элементов.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык сборки конструкций, отладки мобильных роботов. <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Отлаженная модель мобильного робота.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 3.5 часа
<b>Тема 2.5</b>	<b>Теория управления омниколесным роботом. Введение.</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Управление омниколесным роботом, уравнения движения. <b>Практика:</b> Осуществление разворота на месте, уравнения для вращения. Движение вперед/назад на заданное расстояние. Разворот на месте. Движение с разгоном и торможением. Движение вправо/влево на заданное расстояние, движение под углом 45° во всех направлениях. Движение под углом с разгоном и торможением. Движение под произвольным углом на заданное расстояние. Разворот на месте, поиск коэффициентов соответствия.

Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> навык расчета управляющих воздействий для колес омниколесного робота. <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде, аналитическое мышление.
Результат обучения	Программы для движения под определенными углами, программа разворота на месте.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 2.6</b>	<b>Теория управления омниколесным роботом. Движение по сложным траекториям.</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Движение по движения по треугольнику, квадрату. Движение по многоугольнику. Движение по сложной траектории. Разбиение траектории на отрезки. <b>Практика:</b> Движение по синусоиде. Движение по окружности. Разработка управляющих программ. Тестирование.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение программировать движение омниколесного робота по сложным траекториям. <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Программа для движение робота по сложным траекториям.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 2.7</b>	<b>Разработка программы дистанционного управления омниколесным роботом</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Принципы взаимодействия программы верхнего и нижнего уровня. <b>Практика:</b> Разработка нижнего уровня для программы дистанционного управления. Разработка приложения на WindowsForms C# для передачи данных по bluetooth. Передача текстовой информации. Передача отрезков простых траекторий. Движение по произвольной траектории с использованием верхнего уровня.Передача данных сложных траекторий по bluetooth.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык написания программы дистанционного управления мобильным роботом <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде, распределение обязанностей, проектное мышление.
Результат обучения	Программа дистанционного управления мобильным роботом
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 1.5 часа
<b>Тема 2.8</b>	<b>Разработка программы дистанционного управления омниколесным роботом с голосовым управлением</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Основы работа с сервисов MIT AppInventor <b>Практика:</b> Разработка приложения с использованием веб-сервиса MIT AppInventor 2, для голосового управления на базе мобильного устройства с ОС Android. Тестирование.

Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык написания программы голосового управления <b>Soft-skills:</b> Коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Программа голосового управления мобильным роботом.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 1.5 часа
<b>Раздел 3. Сферический робот</b>	
<b>Тема 3.1</b>	<b>Разработка деталей и элементов конструкции сфероробота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Введение. Обзор существующих принципов приведения в движение сферороботов. Описание конструкции и элементов управления сфероробота данного курса. <b>Практика:</b> Разработка деталей и элементов конструкции сферического робота в программном обеспечении 2D и 3D моделирования: кронштейны крепления двигателей, кронштейны для крепления датчиков и элементов системы управления, корпусных элементов. Разработка сборочной модели сфероробота, используя ранее спроектированные детали.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык разработки деталей в CAD-системах <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Разработанная конструкция сферического робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 3.2</b>	<b>Изготовление деталей и элементов конструкции на производственном оборудовании</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Подготовка деталей для сфероробота к печати. <b>Практика:</b> Изготовление деталей на 3D-принтере. Изготовление деталей на станках.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык печати деталей на 3D-принтере <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Напечатанные детали для сборки сферического робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 3.5 часа
<b>Тема 3.3</b>	<b>Изучение элементов и монтаж системы управления</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Обзор электрических компонентов системы управления сферороботом. <b>Практика:</b> Монтаж платы системы управления сферороботом. Проверка работоспособности платы системы управления сферороботом.



Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык изготовления системы управления сферическим роботом <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Изготовленная система управления сферическим роботом
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 3.4</b>	<b>Сборка прототипа сферического робота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Последовательность сборки сфероробота. <b>Практика:</b> Сборка прототипа сферического робота.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> навыки работы с COM-портом, опыт работы с интерфейсом связывающим ПК и контроллер. <b>Soft-skills:</b> коммуникативные навыки, работа в команде
Результат обучения	Прототип сферического робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 1.5 часа
<b>Тема 3.5</b>	<b>Изучение кинематики сферического робота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Изучение кинематики сферического робота. Принципы реализации движения по прямой, поворотов.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Понимание кинематики сферического робота <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Понимание принципа организации движения сферического робота. Алгоритмы управления движением сферического робота.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 2 часа
<b>Тема 3.6</b>	<b>Разработка алгоритмов и программ управления.</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Разработка протокола передачи данных по Bluetooth для управления сферороботом. <b>Практика:</b> Разработка программы верхнего уровня для управления сферороботом. Разработка программы управления движением сфероробота по прямой. Разработка программы управления движением сфероробота с поворотами. Управление двигателями с плавным разгоном и торможением. Получение данных с датчика MPU6050. Получение углов ориентации сфероробота. Передача данных на верхний уровень. Доработка программы верхнего уровня для принятия значений углов ориентации сфероробота. Построение графиков углов ориентации сфероробота. Движение сфероробота со стабилизацией, используя данные с датчика MPU6050. Разработка программы управления движением сфероробота. Поворот на заданный угол. Движение по траектории в виде правильного многоугольника. Движение сфероробота по произвольной траектории. Движение по траектории представленной в виде графика функции.

Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык разработки алгоритмов и программ движения сферического робота <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Программы управления сферическим роботом
Трудоемкость	Теоретические занятия - 2 часа, практические занятия - 6 часов
<b>Тема 3.7</b>	<b>Операционные системы реального времени</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Операционные системы реального времени. Операционная система FreeRTOS. <b>Практика:</b> Разработка программы управления сферороботом, используя операционную систему FreeRTOS.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение работать с операционными системами реального времени, запускать в них процессы. <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Программа для организации движения мобильного робота с использованием операционной системы реального времени.
Трудоемкость	Теоретические занятия - 2 часа, практические занятия - 2 часа
<b>Раздел 4. Манипуляционный робот</b>	
<b>Тема 4.1</b>	<b>Введение</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Описание основных элементов и конструкций манипуляционных роботов. Понятия: звено, сочленение, кинематическая пара, прямая и обратная задача кинематики.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Понимание возможных структур и конфигураций манипуляционных роботов <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Сформированное понимание разновидностей конструкций манипуляционных роботов
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час
<b>Тема 4.2</b>	<b>Монтаж и пайка элементов платы системы управления</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Изучение схемы системы управления роботом, пайка элементов на плату драйвера двигателя постоянного тока. <b>Практика:</b> Пайка элементов на плату системы управления. Сборка устройства управления, проверка, отладка, настройка.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык пайки систем управления <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Собранная система управления манипуляционным роботом

Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 2.5 часа
<b>Тема 4.3</b>	<b>Разработка элементов конструкции манипуляционного робота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Обзор конструкции манипуляционного робота. <b>Практика:</b> Разработка 3D моделей элементов конструкции согласно индивидуальным вариантам: основание, кронштейн, пластина. Разработка 3D моделей элементов конструкции согласно индивидуальным вариантам: опора двигателя, оси. Создание 3D сборки конструкции робота (возможно частичной), проверка сборки.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык работы в CAD-системах <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Разработанная конструкция модели манипуляционного робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 3.5 часа
<b>Тема 4.4</b>	<b>Изготовление элементов конструкции на производственном оборудовании</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Особенности печати деталей для манипуляционного робота. <b>Практика:</b> Изготовление элементов конструкции манипуляционного робота на 3D принтере и станках.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык работы с производственным оборудованием <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Изготовленные детали для сборки манипуляционного робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 1.5 часа
<b>Тема 4.5</b>	<b>Сборка прототипа манипуляционного робота</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Последовательность сборки манипуляционного робота. <b>Практика:</b> Сборка прототипа манипуляционного робота. Сборка системы управления роботом.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык сборки манипуляционных роботов <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Собранная конструкция манипуляционного робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 1.5 часа
<b>Тема 4.6</b>	<b>Отладка системы управления</b>

Содержание	<b>Теория:</b> Структура программы для тестирования манипуляционного робота. <b>Практика:</b> Разработка программы для тестирования манипуляционного робота. Тестирование манипуляционного робота. Регулировка положения звеньев.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык отладки системы управления манипуляционным роботом <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Отлаженная система управления манипуляционного робота
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 3.5 часа
<b>Тема 4.7</b>	<b>Изучение кинематики манипулятора, прямая задача о положении</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Основные понятия кинематики. Прямая задача кинематики. Решение прямой задачи кинематики. <b>Практика:</b> Построение рабочей зоны манипуляционного робота. Алгоритм и программа поворота звена на заданный угол.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык решения прямой задачи кинематики <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Сформированное понимание принципа решения прямой задачи кинематики
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0,5 часа, практические занятия - 1,5 часа
<b>Тема 4.8</b>	<b>Изучение кинематики манипулятора, обратная задача о положении</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Обратная задача кинематики. Решение обратной задачи кинематики. <b>Практика:</b> Разработка программы управления на основе обратной задачи кинематики.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык написания программ для численного решения обратной задачи кинематики <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Сформированный навык численного решения задачи кинематики
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0,5 часа, практические занятия - 1,5 часа
<b>Тема 4.9</b>	<b>Изучение способов реализации движения по заданной траектории</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Классификация систем управления. Дискретное позиционное управление положением. <b>Практика:</b> Движение робота из точки в точку с помощью обучающего метода. Движение робота из точки в точку с помощью аналитического метода.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык написания программ для движения робота в заданную точку

	<b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Программа для задания движения робота в заданную точку
Трудоемкость	Теоретические занятия - 1 час, практические занятия - 3 часа
<b>Тема 4.10</b>	<b>Изучение захватных устройств</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Захватные устройства. Классификация, применение. <b>Практика:</b> Захват и перенос объектов.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Умение ориентироваться в типах захватных устройств <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Формирование навыка работы с захватными устройствами
Трудоемкость	Теоретические занятия - 2 часа, практические занятия - 2 часа
<b>Тема 4.11</b>	<b>Тестирование манипуляционного робота, выполнение контрольных заданий</b>
Содержание	<b>Теория:</b> Ознакомление с конструкцией кронштейна для пишущего инструмента. <b>Практика:</b> Разработка кронштейна для пишущего инструмента. Плавный пуск и торможение.
Формируемые компетенции	<b>Hard-skills:</b> Навык разработки кронштейнов в CAD-системах, навык написания программ плавного пуска и торможения <b>Soft-skills:</b> структурное мышление, планирование, работа в команде
Результат обучения	Конструкция кронштейна для пишущего инструмента, программа плавного пуска и торможения
Трудоемкость	Теоретические занятия - 0.5 часа, Практические занятия - 3.5 часа

#### IV. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

Календарный учебный график представлен в Приложении 1.

#### V. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

##### 5.1. Кадровое обеспечение.

Квалификационные требования к педагогу, реализующему разрабатываемую программу дополнительного образования:

- законченное высшее (или обучающийся в данный момент) техническое образование по направлениям, связанным с электроникой, электротехникой, машиностроением, информационными технологиями;

- дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика»;
- знание языков программирования C\C++\C# (опыт разработки приложений).
- уверенное использование современных информационных и мультимедийных технологий;
- программирование микроконтроллеров, опыт разработки устройств на базе микроконтроллеров;
- чтение и понимание электрических схем, разработка схем электрических принципиальных и плат печатных с использованием современного программного обеспечения;
- опыт пайки и монтажа радиоэлементов;
- чтение и понимание машиностроительных чертежей, использование современного программного обеспечения для 2D и 3D конструирования и моделирования;
- опыт разработки управляющих программ для изготовления деталей на станках и оборудовании с ЧПУ;
- знание основ механической обработки, выбор режимов обработки, инструмента и материалов.
- владение (на уровне чтения и понимания) английским языком.

## **5.2. Помещения.**

Предполагается проводить теоретические и практические занятия в классе, рассчитанном на размещение не менее чем 16 учебных мест с использованием системы прямого вещания лекций и событий.

Некоторые практические занятия планируется проводить в лаборатории (НИ-ТЕСН цех) со специализированным оборудованием для производства работ, в том числе, оснащённой станками, 3D принтерами, контрольно-измерительными приборами, инструментом, вытяжкой, мебелью, верстаками, столами и оборудованием для пайки, СИЗ.

Промежуточная и итоговая аттестация, защита проектов, проводится в атриуме с использованием системы отображения медиаконтента и системы прямого вещания лекций и событий (комплекс оборудования системы мультимедиа).

### 5.3. Оборудование

Для реализации программы используется учебный класс, оснащенный мебелью со следующим оборудованием:

#### 1. Оборудование класса «Хайтех»:

- станок лазерно-гравировальный Raylogic 11G 690 лайт+;
- осциллограф цифровой TBS1052B;
- сверлильный станок Bosch PBD 40;
- фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ ROLAND MDX-40A;
- универсальный токарный станок JET BD-11GDMA;
- 3D-принтер Picaso 3D Designer X Pro;
- паяльная станция с компрессорным феном LUKEY-902;

#### 2. Оборудование класса «Робо»:

- лабораторный блок питания PSN-305D
- мультиметр mastech my-67
- индивидуальные ресурсные наборы обучающихся для проектного курса: ресурсный набор проектного курса: колесные роботы; ресурсный набор проектного курса: сферические роботы; ресурсный набор проектного курса: омниколесные мобильные роботы; ресурсный набор проектного курса: манипуляционные роботы и захватные устройства.
- персональные компьютеры или ноутбуки.

#### 3. Программное обеспечение:

- Компас 3D V18;
- Microsoft Visual Studio 2017;
- Arduino IDE;
- Keil uVision;
- STM32 CubeMX;
- Windows 7,8,10;
- программное обеспечение для подготовки управляющих программ для оборудования класса «Хайтех».

–

## VI. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Текущий контроль** успеваемости представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении всего периода обучения. Текущий контроль знаний обучающихся включает:

- устный опрос (групповой или индивидуальный);
- наблюдение;

Критерии оценивания

Все знания, умения, навыки и компетенции обучающихся оцениваются в баллах. По итогам каждого занятия обучающийся может получить 1 балл при выполнении следующих условий:

Обучающийся:

1. Знает, понимает весь объём материала, изучаемого на занятии.
2. Умеет выделять главные положения в изученном материале.
3. Обобщает изученный материал на основании фактов и примеров.
4. Самостоятельно и уверенно применяет полученные знания в решении проблем на творческом уровне.
5. Умеет делать выводы и устанавливать межпредметные и внутрипредметные связи.
6. Отсутствуют существенные ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала.
7. Основная часть задания (устного, практического или творческого) выполнена в отведенный срок и без существенных ошибок.

Если вышеназванные условия не выполнены обучающийся не получает баллы за занятие.

Максимальная сумма, которую может набрать обучающийся за занятие, составляет 1 балл.

Итоговая оценка за занятие выставляется в журнал.

**К промежуточному контролю** по учебной программе относится защита проекта, которая оценивается по следующим критериям:

- Проверка правильности разработки конструкции механических элементов и их изготовление с помощью станочного оборудования или ручного слесарного инструмента



- Проверка работоспособности разрабатываемых механизмов, их собираемость и надежность.
- Проверка работоспособности разрабатываемого программного обеспечения.
- Проверка работоспособности разрабатываемых электронных устройств, правильности их подключения.
- Проверка работоспособности робототехнической системы в целом.

По итогам промежуточного контроля обучающийся может получить от 1 до 3 баллов при выполнении следующих условий

1 балл	Поставленные задачи в совокупности выполнены не менее чем на 30 %
2 балла	Поставленные задачи в совокупности выполнены не менее чем на 70 %
3 балла	Поставленные задачи в совокупности выполнены не менее чем на 90 %

**Итоговая аттестация** обучающихся осуществляется в форме защиты (презентации) проектов, которая заключается в демонстрации конструкции, системы управления алгоритма и программы управления робототехническими устройствами (как в отдельности, так и в виде единой функционирующей системы), разработанными в процессе обучения или за время работы над проектами.

По итогам итогового контроля обучающийся может получить от 1 до 5 баллов. Количество баллов определяется как среднее арифметическое следующих оценок (каждая по пяти бальной шкале):

1. Конструкция (качество проектирования и изготовления механических элементов, собираемость и работоспособность конструкции)

*Критерии успешности:*

1 балл	Разработано и изготовлено не более 50% деталей, конструкция не собрана
2 балла	Правильно разработаны все детали (в соответствии с

	размерами), но изготовлено не более 50% деталей. Конструкция не собрана.
3 балла	Конструкция не собрана (или не собирается из-за некачественного изготовления, ошибок в размерах, погрешностей механической обработки), разработаны и изготовлены все детали.
4 балла	Конструкция собрана правильно и надежно, проверена работоспособность всех подвижных механизмов.
5 баллов	Конструкция собрана правильно и надежно, проверена работоспособность всех подвижных механизмов. Также обучающимися предложены улучшения конструкции, обеспечивающие расширение функционала, надежность и простоту монтажа и эксплуатации (например, оригинальные кронштейны для крепления проводов, датчиков, системы управления, оригинальный корпус, дизайнерские решения и.т.д.)

2. Система управления (качество монтажа элементов на печатную плату, работоспособность систему управления и подключаемых к ней элементов)

*Критерии успешности:*

1 балл	Выполнен монтаж не более 50% элементов системы управления. Система управления не работоспособна
2 балла	Выполнен монтаж всех элементов системы управления. При проверке и тестировании возникли сбои, которые не удалось устранить.
3 балла	Выполнен монтаж всех элементов системы управления. Выполнена проверка и отладка системы управления. Подтверждена работоспособность всех исполнительных механизмов, выявлены, но не устранены проблемы при подключении датчиков (и/или канала связи)
4 балла	Выполнен монтаж всех элементов системы управления.

	Выполнена проверка и отладка системы управления. Подтверждена работоспособность и исполнительных и информационно-измерительных элементов системы управления
5 баллов	Качественно выполнен монтаж всех элементов системы управления и подтверждена ее работоспособность. Кроме этого в систему управления внесены дополнения, расширяющие ее функционал (датчики (либо новые, либо в большем количестве), интерфейсные модули и т.п.)

3. Программа управления (качество написания текста программы, работоспособность, функционал программного обеспечения, защита от ложных срабатываний и).

*Критерии успешности*

1 балл	Разработаны программные модули по управлению, или обработке информации от отдельных элементов. Алгоритм верный, при программной реализации возникли ошибки.
2 балла	Разработаны программные модули по управлению, или обработке информации всеми элементами. Алгоритм верный, при программной реализации возникли ошибки. Отладка программ вызывает затруднения.
3 балла	Выполнена разработка и отладка программ для микроконтроллера, программа для «верхнего уровня» - управления с ПК, выполнена не более чем на 50 %
4 балла	Выполнена разработка и отладка программ как для «нижнего» так и для «верхнего уровня». проверена их работоспособность.
5 баллов	Предложен и разработан оригинальный функциональный интерфейс программы управления. Предложены и реализованы алгоритмы управления, обработки информации, обеспечивающие максимальное быстродействие, удобство дальнейшего использования.

Итоговая оценка за весь курс состоит из суммы из баллов, полученных по итогам всех занятий, результатам промежуточного контроля, защиты проектов и ой аттестации.

Курс считается освоенным, если обучающийся набрал не менее 45% от максимально возможного количества баллов.

## VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Раздел программы	Методический материал
1	<b>Колесный мобильный робот</b>	<p>Методические указания «Разработка модели колесного робота» для реализации образовательной программы дополнительного образования «Робототехника. Углублённый курс», 2018г.</p> <p>Ресурсный набор проектного курса: колесные роботы Презентации.</p>
2	<b>Омниколесный мобильный робот</b>	<p>Методические указания «Разработка модели омниколесного робота» для реализации образовательной программы дополнительного образования «Робототехника. Углублённый курс», 2018г.</p> <p>Ресурсный набор проектного курса: омниколесные роботы; Презентации.</p>
3.	<b>Сферический робот</b>	<p>Методические указания «Разработка модели сферического робота» для реализации образовательной программы дополнительного образования «Робототехника. Углублённый курс», 2018г.</p> <p>Ресурсный набор проектного курса: сферические роботы; Презентации.</p>
4	<b>Манипуляционный робот</b>	<p>Методические указания «Разработка модели манипуляционного робота» для реализации образовательной программы дополнительного образования «Робототехника. Углублённый курс», 2018г.</p> <p>Ресурсный набор проектного курса: манипуляционные роботы; Презентации.</p>

### **VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Баженова О.В. Детская и подростковая релаксационная терапия. Практикум / О.В. Баженова. - М.: Генезис, 2016. - 288 с.
2. Батаршев А.В. Учебно-профессиональная мотивация молодёжи: учеб. пособие для вузов / А.В.Батаршев. – М.: Академия, 2009. – 189 с., ил. – (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). (в пер.)
3. Битянова М.Р. Учимся решать проблемы. Программа развития проектного мышления у младших подростков. Учебно-методическое пособие для психологов и педагогов / М.Р. Битянова, Т.В. Беглова. - М.: Генезис, 2007. - 747 с.
4. Бьёрн Страуструп. Язык программирования С++. М.: Изд-во Бином. – 2017г. – 1136 с.
5. Дмитриева Н.Ю. Кризисы детского возраста. Воспитание подростков: моногр. / Н.Ю. Дмитриева. - М.: Феникс, 2016. - 160 с.
6. Панфилова А.П. Игровое моделирование в деятельности педагога: учеб. пособие для вузов / А.П.Панфилова; под общ. ред. В.А.Сластёнина, И.А.Колесниковой. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2008. – 360 с., ил. – (Профессионализм педагога). – Гриф УМО (в пер.)
7. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии. Активное обучение: учеб. пособие для ВПО/ А.П.Панфилова. – 3-е изд., испр. – М.: Академия, 2012. – 191 с., ил. – (Высшее профессиональное образование. Педагогическое образование) (в пер.)
8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Изд-во Бином. – 2014г. – 704 с.

