

Отдел образования и защиты прав несовершеннолетних  
администрации Рассказовского района  
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
Платоновская средняя общеобразовательная школа

Рекомендована к утверждению  
на заседании методического совета  
МБОУ Платоновской СОШ  
Протокол № 7 от 30.04.2020 г.

Утверждаю:  
Директор  Филонов М.В.  
Приказ от 25.05.2020 № 43



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа технической направленности  
«Robo-PlaNet»**

(Робототехника: конструирование автономных робототехнических систем и  
беспилотных летательных аппаратов)  
(уровень освоения – базовый)

Возраст обучающихся: 12-15 лет  
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:  
Беляева Е.А.,  
педагог дополнительного образования

с. Платоновка – 2020

## Информационная карта программы

<b>1. Учреждение</b>	Муниципальное бюджетное образовательное учреждение Платоновская средняя общеобразовательная школа
<b>2. Полное название программы</b>	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Robo-PlaNet» (Робототехника: конструирование автономных робототехнических систем и беспилотных летательных аппаратов)
<b>3. Сведения об авторе-составителе:</b>	
<b>3.1. Ф.И.О., должность</b>	Беляева Екатерина Алексеевна, педагог дополнительного образования
<b>4. Сведения о программе:</b>	
<b>4.1. Нормативная база</b>	Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. №1726-р); Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 N 196); Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (разработанные Минобрнауки России совместно с ГАОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», ФГАУ «Федеральный институт развития образования», АНО ДПО «Открытое образование», 2015г.); Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. N 41 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»; Устав МБОУ Платоновской СОШ
<b>4.2. Область применения</b>	Дополнительное образование
<b>4.3. Направленность</b>	Техническая
<b>4.4. Уровень освоения программы</b>	Базовый
<b>4.5. Вид программы</b>	Дополнительная общеразвивающая программа
<b>4.6. Тип программы</b>	Модифицированная
<b>4.7. Возраст учащихся</b>	12-15 лет
<b>4.8. Продолжительность обучения</b>	1 год
<b>5. Заключение методического совета</b>	Протокол заседания от «__» _____ 20__ г. №__

## **Блок №1. «Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной программы»**

### **1.1. Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Robo-PlaNet» (Робототехника: конструирование автономных робототехнических систем и беспилотных летательных аппаратов) имеет **техническую направленность** и предусматривает ознакомление учащихся с современными технологиями конструирования и программирования автономных роботизированных устройств и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Программа составлена на основе разработанных в регионе дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ технической направленности «РОБОтEV3» (автор-составитель Ефремова Е.В.) и «РобоТех» (автор-составитель Борисова Н.В.), которые при участии Регионального модельного центра дополнительного образования детей успешно прошли апробацию на базе МБУ ДО «Станция юных техников» г.Расказово, МБОУ ДО «Токарёвский районный Дом детского творчества» и рекомендованы для распространения в регионе.

В то же время, программа «Robo-PlaNet», в отличие от разноуровневых программ «РОБОтEV3» и «РобоТех», основана только на базовом уровне освоения. Кроме того, в нее включен раздел по конструированию, моделированию и программированию беспилотных летательных аппаратов и обучению навыкам управления БПЛА.

#### **Актуальность программы**

Переход экономики России на новый технологический уклад предполагает широкое использование наукоемких технологий и оборудования с высоким уровнем автоматизации. Одним из важнейших направлений научно-технического прогресса является развитие робототехники. В начале XXI века робототехника и мехатроника пронизывают все без исключения сферы экономики. Набирает популярность относительно новая и востребованная отрасль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), вызывающая большой интерес у детей и молодежи.

В этой связи необычайно востребованными являются высокопрофессиональные специалисты, обладающие знаниями в этих областях.

С учетом постоянного роста объемов информации готовить таких специалистов необходимо с раннего возраста в объединениях образовательной робототехники. Образовательная робототехника отвечает запросам общества: формирует социально значимые знания, умения и навыки, оказывает комплексное обучающее, развивающее воздействие, позволяет, с одной стороны, сформировать у учащихся представление о технологиях XXI века, а с другой стороны, способствует развитию их

коммуникативных способностей, навыков взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, а также раскрывает их творческий потенциал. Элементы игры и соревновательности на занятиях робототехникой мотивируют ребенка, подводят его к познанию сложных фундаментальных основ научного и промышленного конструирования и программирования.

Кроме того, у школьников формируется мотивация к дальнейшему обучению по профильным техническим дисциплинам и профессиональная ориентация в секторы инновационных производств.

**Новизна программы** заключается в том, что в ней впервые совмещаются конструирование автономных робототехнических систем и беспилотных летательных аппаратов, что позволяет, благодаря удачному синтезу смежных дисциплин, расширить кругозор обучающихся и привлечь к занятиям в объединение большее количество детей, увлекающихся техническим творчеством.

**Педагогическая целесообразность** программы заключается:

в формировании у учащихся понимания принципов работы, возможностей и ограничений программируемых технических устройств;

в реализации здоровьесберегающего подхода за счет включения различных форм деятельности;

в формировании навыков проектной деятельности;

в формировании познавательной активности через деятельностный подход;

в формировании технологических и алгоритмических умений при работе с программными средствами.

Программа позволяет включать в образовательный процесс новое оборудование (комплекты робототехнических конструкторов LEGO Mindstorms Education EV3, quadro- и мультикоптеры, конструктор летательных аппаратов, FPV-оборудование) и современные информационные технологии, что дает возможность создавать конструкции, изготовление которых ранее было затруднительно; стимулировать интерес учащихся к техническому творчеству, развивать способности к решению проблемных ситуаций, умению исследовать проблему, анализировать имеющиеся ресурсы, выдвигать идеи, планировать решения и их реализацию, способствует профессиональной ориентации, развитию инициативы, самостоятельности.

Программа направлена на развитие пространственного мышления, расширение базы школьных знаний в области электроники, практического конструирования и программирования. Она учитывает возрастные и психологические особенности детей и составлена по принципу постепенного нарастания степени сложности материала.

Программа предполагает установление межпредметных связей и интеграции с предметами школьного цикла, такими как: «Математика», «Информатика», «Физика».

**Адресат программы.** Программа адресована детям от 12 до 15 лет, заинтересованным в изучении конструирования, программирования и использования автономных роботизированных устройств и беспилотных летательных аппаратов.

**Условия набора учащихся.** Для обучения в объединение принимаются все желающие, независимо от уровня подготовки. Формируются группы разновозрастного состава.

**Количество учащихся.** Численный состав учащихся в группе определяется уставом с учетом рекомендаций СанПиН. Количество учащихся в группе – 12-15 человек.

**Объем и срок освоения программы.** Продолжительность обучения по программе 1 год, объем программы составляет 144 часа.

#### **Формы и режим занятий**

Режим занятий: по 2 академических часа в день 2 раза в неделю. Продолжительность академического часа – 45 минут, перерыв между академическими часами – 10 минут.

Занятия по программе состоят из теоретической и практической частей, большее количество времени отводится на практические занятия.

В практике работы педагог дополнительного образования использует различные **формы занятий**: лекция, практическое занятие, «мозговой штурм», защита проектов, мастер-класс, презентации, соревнование, турнир, фестиваль, олимпиада.

Формы организации деятельности учащихся на занятии: индивидуальная, в парах, групповая, работа по подгруппам.

Для закрепления изученного материала, мотивации дальнейшего обучения и выявления наиболее способных учащихся проводятся состязания роботов, летательных аппаратов. Учащимся предоставляется возможность принять участие в робототехнических соревнованиях, авиамодельных соревнованиях и фестивалях в классах квадро- и мультикоптеры различных уровней.

## **1.2. Цель и задачи программы**

**Цель программы:** формирование основ инженерно-технического мышления учащихся через решение творческих и соревновательных задач по конструированию и программированию робототехнических систем и беспилотных летательных аппаратов.

#### **Задачи программы**

##### **Образовательные:**

обучить основным технологическим приемам конструирования и модификации робототехнических систем с использованием деталей конструктора LEGO Mindstorms EV3;

сформировать у учащихся навыки разработки программ различной сложности с использованием визуальной среды программирования LEGO Mindstorms EV3;

обучить приемам работы с технической документацией;

сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БПЛА;

сформировать у учащихся навыки отладки и управления БПЛА;

сформировать навыки пилотирования с использованием FPV-оборудования;

сформировать навыки установки и подключения радиоприемника и видеоборудования на БПЛА;

обучить основам проведения видеотрансляции с использованием оборудования БПЛА;

сформировать представление о системе всероссийских и региональных робототехнических соревнований и регламентах их проведения;

сформировать представление о системе всероссийских и региональных авиамodelьных соревнований в классах квадро- и мультикоптеров и регламентах их проведения;

сформировать у учащихся представление об элементах теории автоматического управления;

сформировать навыки решения соревновательных задач базового уровня;

сформировать навыки использования специализированной инженерной терминологии.

#### **Развивающие:**

формировать активное творческое мышление;

стимулировать познавательную активность учащихся посредством включения их в различные виды проектной деятельности по разработке и конструированию робототехнических и летательных устройств;

обеспечить формирование познавательных интересов средствами робототехники, беспилотных летательных аппаратов и информационно-коммуникационных технологий;

способствовать овладению технологией конструирования и программирования соревновательных робототехнических систем, БПЛА;

способствовать формированию у учащихся методов поиска и выделения необходимой информации, структурирования и визуализации информации; выбору наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий.

**Воспитательные:**

формировать у учащихся стремление к получению качественного законченного результата;

способствовать формированию установки на позитивную социальную деятельность в информационном обществе, на недопустимость действий, нарушающих правовые, этические нормы работы с информацией;

развивать у учащихся целеустремленность и трудолюбие;

прививать навыки продуктивного коллективного труда.

### 1.3. Содержание программы Учебный план

№ п/п	Название разделов, тем	Количество часов			Формы аттестации, контроля
		Всего	Теория	Практика	
	Вводное занятие	2	1	1	Входной контроль. Диагностика на определение уровня развития учащихся
<b>1.</b>	<b>Ведение в робототехнику. Механические основы робототехники</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	Опрос, педагогическое наблюдение, тестирование, выполнение заданий по конструированию и программированию роботов
1.1.	Робототехнический конструктор LEGO Mindstorms EV3	2	1	1	
1.2.	Архитектура блока программирования EV3	2	1	1	
1.3.	Сервомоторы EV3	2	2		
1.4.	Конструирование базовой модели робота EV3	2		2	
1.5.	Управление роботом EV3 с использованием микроконтроллера	1		1	
1.6.	Основные типы простых механизмов, используемых в робототехнических моделях	2	1	1	
1.7.	Рычажные механизмы	2	1	1	
1.8.	Основные типы кулачковых механизмов	2	1	1	
1.9.	Передаточные механизмы	2	1	1	
1.10.	Зубчатые передачи	2	1	1	
1.11.	Червячные передачи	2	1	1	

1.12.	Ременные передачи	2	1	1	
1.13.	Подшипники. Валы и оси	2	1	1	
1.14.	Механизмы захвата	2	1	1	
1.15.	Механизм Чебышева. Шагающие роботы	2	1	1	
<b>2.</b>	<b>Основы программирования в среде Lego Mindstorms EV3</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	Тестирование, опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.1.	Основы программирования	2	2		
2.2.	Память робота	2	1	1	
2.3.	Искусственный интеллект	2	2		
2.4.	Визуальная среда программирования EV3	2	1	1	
2.5.	Основы программирования. Палитры программирования «Действие» и программные блоки	2	1	1	
2.6.	Программирование движений робота. Повороты	4	1	3	
2.7.	Программные структуры. Блок «Звук». Воспроизведение звуков	2	1	1	
2.8.	Программные структуры. Блок «Звук». Звуковые имитации	2	1	1	
2.9.	Программные структуры. Блок «Экран». Использование дисплея	2	1	1	
2.10.	Программная палитра «Управление операторами»	1	1		
2.11.	Программные структуры. Блок «Ожидание»	3	1	2	
2.12.	Программные структуры. Блок «Циклы»	3	1	2	
2.13.	Ветвление в EV3. Блок «Переключение»	3	1	2	
2.14.	Отладка программы	2	1	1	
<b>3.</b>	<b>Обеспечение обратной связи между робототехнической системой и внешней средой</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	Самостоятельная практическая работа по созданию моделей роботов, оснащенных датчиками, тестирование
3.1.	Знакомство с датчиками Lego Mindstorms EV3	1	1		
3.2.	Палитра программирования «Датчики»	1	1		
3.3.	Ультразвуковой датчик расстояния	2	1	1	

3.4.	Датчик касания	2	1	1	
3.5.	Гироскопический датчик	2	1	1	
3.6.	Датчик цвета	2	1	1	
3.7.	Использование дополнительных датчиков с Lego Mindstorms EV3	1	1		
<b>4.</b>	<b>Соревновательная робототехника</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	Проведение соревнований, решение соревновательных задач, тестирование
4.1.	Соревновательная категория «Кегельринг»	6	1	5	
4.2.	Соревновательная категория «Сумо»	6	1	5	
4.3.	Соревновательная категория «Триатлон»	6	1	5	
4.4.	Соревновательная категория «Сортировщик»	6	1	5	
<b>5.</b>	<b>Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	Самостоятельная практическая работа по созданию квадрокоптеров, установке видеоборудования; выполнение творческих заданий, учебных тренировочных полётов, в т.ч. полётов «от первого лица», тестирование, презентация, видеоролик
5.1.	Знакомство с БПЛА. История развития летательных аппаратов	1	1		
5.2.	Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	1	1		
5.3.	Пилотирование квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки. Правила техники безопасности	2	1	1	
5.4.	Знакомство с конструктором летательных аппаратов. Сборка и настройка квадрокоптера	2	1	1	
5.5.	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	2	1	1	

5.6.	Пайка ESC, BEC и силовой части	2		2	
5.7.	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2		2	
5.8.	Полётные задания. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	2		2	
5.9.	Полётные задания: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций	2		2	
5.10.	Полётные задания: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	2		2	
5.11.	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	2	1	1	
5.12.	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	2		2	
5.13.	Пилотирование с использованием FPV-оборудования	2		2	
5.14.	Полётные задания с применением видеооборудования БПЛА	2		2	
5.15.	Обработка данных, полученных в результате видеосъемки	2		2	
5.16.	Подготовка и демонстрация презентации собственной проектной работы	6	2	4	
<b>6.</b>	<b>Соревнования беспилотных летательных аппаратов в классах quadro- и мультикоптеры</b>	<b>10</b>		<b>10</b>	Проведение соревнований, решение соревновательных задач, тестирование
6.1.	Соревновательное упражнение «Полёт по круговой траектории»	4		4	
6.2.	Соревновательное упражнение «Пилонная гонка»	4		4	
6.3.	Показательные полёты и соревнования	2		2	
<b>7.</b>	<b>Итоговое занятие.</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	Выставка, защита

<b>Фестиваль робототехники и беспилотных летательных аппаратов</b>				творческих проектов, соревнования. Итоговая диагностика
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>50</b>	<b>94</b>	

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

### **Вводное занятие.**

*Теория.* Введение в робототехнику и мехатронику. Основные виды роботов, их применение. Направления развития робототехники в мировом сообществе и в России. Новейшие достижения науки и техники в смежных областях. Техника безопасности.

*Практическая работа.* Трехуровневая диагностика на определение уровня развития учащихся.

## **РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В РОБОТОТЕХНИКУ. МЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ**

### **Тема 1.1. Робототехнический конструктор LEGO Mindstorms EV3**

*Теория.* Знакомство с конструктором Lego Mindstorms EV3, деталями и элементами набора, правилами организации рабочего места. Классификация деталей, их предназначение и методы сборки. Правила и различные варианты скрепления деталей. Прочность конструкции. Электронные компоненты: микропроцессорный модуль с батарейным блоком, сервомотор со встроенным датчиком поворота, датчики.

*Практика.* Конструирование элементарных блоков и механических частей для роботов Lego Mindstorms EV3.

### **Тема 1.2. Архитектура блока программирования EV3**

*Теория.* Знакомство с блоком программирования EV3, кнопки запуска программы, включения, выключения микропроцессора, выбора программы. Порты входа и выхода. Мини-среда программирования. Изучение основных команд.

*Практика.* Создание простейших программ с помощью блока EV3.

### **Тема 1.3. Сервомоторы EV3**

*Теория.* Устройство сервомоторов Lego Mindstorms EV3: электродвигатель, шестеренчатый редуктор и датчик вращения. Принцип работы опико-механического энкодера. Основные физические и механические характеристики сервомоторов. Примеры использования сервомоторов в робототехнических моделях. Одноприводные и полноприводные самоходные робототехнические системы.

### **Тема 1.4. Конструирование базовой модели робота EV3**

*Практика.* Конструирование базовой модели робота с использованием основных элементов конструктора.

### **Тема 1.5. Управление роботом EV3 с использованием микроконтроллера**

*Практика.* Программирование базовой модели робота с использованием встроенного в микроконтроллер редактора.

### **Тема 1.6. Основные типы простых механизмов, используемых в робототехнических моделях**

*Теория.* Виды простых механизмов: рычажные, кулачковые. Схемы соединения, принцип действия, область применения. Математические соотношения.

*Практика.* Модернизация базовой модели робота с использованием различных видов рычажных механизмов из деталей конструктора Lego, исследование величин нагрузок для различных конфигураций рычагов.

### **Тема 1.7. Рычажные механизмы**

*Теория.* Математическое описание шарнирно-рычажного четырехзвенного прямолинейно направляющего механизма Робертса.

*Практика.* Изготовление рычажного механизма Робертса, исследование его работоспособности и основных динамических параметров.

### **Тема 1.8. Основные типы кулачковых механизмов**

*Теория.* Основные соотношения, описывающие работу кулачкового механизма. Типы кулачковых механизмов, области их применения.

*Практика.* Изготовление кулачкового механизма из деталей конструктора Lego. Исследование его работы.

### **Тема 1.9. Передаточные механизмы**

*Теория.* Классификация передаточных механизмов. Виды передач: винтовые, шарико-винтовые и ролико-винтовые; зубчатые и червячные; фрикционные, ременные и тросовые; рычажные и цепные. Схемы, принцип работы передаточных механизмов. Математические зависимости, описывающие работу передаточных механизмов.

*Практика.* Изготовление различных конструкций передаточных механизмов и исследование их работы.

### **Тема 1.10. Зубчатые передачи**

*Теория.* Рассмотрение конструкций зубчатых передач, типов редукторов, областей их применения. Повышающие и понижающие зубчатые передачи. Понятие передаточного отношения.

*Практика.* Модернизация базовой модели робота с использованием зубчатых передаточных механизмов. Изготовление цилиндрического редуктора из деталей конструктора Lego, исследование его работоспособности, измерение усилий на входном и выходном валу редуктора.

### **Тема 1.11. Червячные передачи**

*Теория.* Рассмотрение различных конструкций червячных передач, схемы червячных передач, изучение математических соотношений описывающих работу червячной передачи.

*Практика.* Изготовление червячного механизма из деталей конструктора Lego, исследование основных параметров его функционирования.

### **Тема 1.12. Ременные передачи**

*Теория.* Рассмотрение кинематических схем ременных передач, принципов работы ременных механизмов, типов материалов, применяемых при изготовлении ременных механизмов. Изучение математических соотношений, описывающих взаимоотношения сил и моментов ременного механизма.

*Практика.* Модернизация базовой модели робота с использованием ременных передаточных механизмов. Изготовление клиноременного механизма из деталей конструктора Lego.

### **Тема 1.13. Подшипники. Валы и оси**

*Теория.* Рассмотрение видов и конструкций подшипников, областей их применения, ограничений, условий эксплуатации, распределения сил и моментов в процессе работы. Рассмотрение отличий валов и осей и областей их применения. Методы повышения прочности валов и осей.

*Практика.* Исследование работы осей и валов с подшипниками при различном распределении нагрузок.

### **Тема 1.14. Механизмы захвата**

*Теория.* Классификация механизмов захвата. Схемы, принцип работы механизмов захвата робототехнических систем.

*Практика.* Изготовление механизма захвата из деталей конструктора Lego. Измерение силы захвата и функционирования механизма захвата.

### **Тема 1.15. Механизм Чебышева. Шагающие роботы**

*Теория.* Механизм Чебышева – механизм, преобразующий вращательное движение в движение, приближенное к прямолинейному. Математическое описание модели механизма Чебышева. Шагающие механизмы.

*Практика.* Изготовление моделей шагающих роботов. Исследование их работоспособности и основных динамических параметров.

*Диагностика.* Опрос, педагогическое наблюдение, тестирование, выполнение заданий по конструированию и программированию роботов.

## **РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СРЕДЕ LEGO MINDSTORMS EV3**

### **Тема 2.1. Основы программирования**

*Теория.* Понятие команды. Исполнитель. Алгоритм. Система команд исполнителя. Программа для управления роботом.

### **Тема 2.2. Память робота**

*Теория.* Объем памяти робота. «Ошибка»: недостаточно памяти для устройства EV3».

*Практика.* Управление файлами и памятью устройства EV3. Диагностика EV3. Имя робота.

### **Тема 2.3. Искусственный интеллект**

*Теория.* Тест Тьюринга и премия Лебнера. Искусственный интеллект. Интеллектуальные роботы. Справочные системы.

### **Тема 2.4. Визуальная среда программирования EV3**

*Теория.* Знакомство с интерфейсом программы LEGO Mindstorms EV3. Панель инструментов. Палитры команд. Рабочее поле. Окно подсказок. Изучение способов создания (направляющие, начало и конец программы), сохранения программ. Принципы программирования роботов на языке EV3.

Способы подключения микроконтроллера к компьютеру. Обновление прошивки блока EV3. Загрузка программ в контроллер EV3. Использование беспроводной связи между компьютером и Lego – роботом.

*Практика.* Создание первой программы «Hello!» и ее загрузка в программируемый блок.

Управление роботом по Bluetooth.

### **Тема 2.5. Основы программирования. Палитра программирования «Действие» и программные блоки**

*Теория.* Общие представления о принципах программирования роботов на языке EV3. Коммутатор последовательности действий (цепочка программы). Шины данных.

*Практика.* Соединение блоков проводниками. Палитра программных блоков «Действие».

## **Тема 2.6. Программирование движений робота. Повороты**

*Теория.* Управление моторами робота Lego Mindstorms EV3 при помощи блока «Движение». Настройки блока: направление вращения моторов, уровень мощности мотора (скорость), параметр длительности движения. Смена настроек для организации различных движений робота.

*Практика.* Создание программ для организации движения робота вперед и назад, по прямой линии на заданное расстояние.

Организация поворотов робота на заданное количество градусов.

Организация движения по окружности, квадрату, треугольнику, змейке.

## **Тема 2.7. Программные структуры. Блок «Звук». Воспроизведение звуков**

*Теория.* Программный блок «Звук», его настройки и возможности использования.

*Практика.* Воспроизведение звукового файла, тона. Создание проекта «Сочиняем собственную мелодию».

## **Тема 2.8. Программные структуры. Блок «Звук». Звуковые имитации**

*Теория.* Звуковой редактор. Конвертер. Возможности использования. Принципы программирования.

*Практика.* Проект «Послание». Запись, редактирование и воспроизведение человеческой речи. Экспорт, конвертация звукового файла.

## **Тема 2.9. Программные структуры. Блок «Экран». Использование дисплея**

*Теория.* Программный блок отображения (Блок «Экран») и его настройки. Режимы отображения экрана. Вывод текста на экран микроконтролера. Отображение текста на экране с привязкой к сетке. Вывод фигур на экран дисплея. Вывод на экран значений датчиков.

*Практика.* Управление дисплеем EV3. Создание простейшей анимации. Проект «Встреча».

## **Тема 2.10. Программная палитра «Управление операторами»**

*Теория.* Операции, осуществляемые с использованием палитры. Программные блоки и их настройки.

## **Тема 2.11. Программные структуры. Блок «Ожидание»**

*Теория.* Блок «Ожидание» и его варианты. Источники событий: показатели датчиков, таймер, кнопки микроконтроллера. Работа в режиме определения цвета. Работа в режиме измерения освещенности. Работа в режиме определения расстояний. Использование датчика касания для старта робота и обнаружения объектов или препятствий.

*Практика.* Программирование робота для обнаружения препятствий во время движения.

### **Тема 2.12. Программные структуры. Блок «Циклы»**

*Теория.* Блок «Цикл» и примеры его использования. Параметры управления циклом. Простейшие виды циклов. Движение робота по линии. Цикл со счетчиком. Передача данных между блоками. Цикл с выходом по значению сенсора. Цикл с выходом по условию.

*Практика.* Построение алгоритма с заданным количеством циклов для Lego-робота.

### **Тема 2.13. Ветвление в EV3. Блок «Переключение»**

*Теория.* Блок «Переключение» в палитре «Управление операторами» и примеры его использования. Реализация разных групп блоков в зависимости от значений параметров с использованием блока «Переключение». Параметры блока: состояние датчиков, значения числового, логического или текстового типов.

*Практика.* Написание программ для робота с использованием блока «Переключатель» в качестве оператора выбора.

### **Тема 2.14. Отладка программы**

*Теория.* Способы отладки программы. Вывод информации на дисплей блока EV3. Сохранение отладочной информации в файл. Принципы создания программ для тестовых испытаний роботов.

*Практика.* Создание программы для тестовых испытаний роботов при движении по разной поверхности.

*Диагностика.* Тестирование, опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов.

## **РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ И ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ**

### **Тема 3.1. Знакомство с датчиками Lego Mindstorms EV3**

*Теория.* Возможности обеспечения обратной связи между робототехнической системой и окружающим миром. Датчики, используемые в Lego Mindstorms EV3. Рассмотрение конструкции, параметров и возможностей применения в робототехнических системах. Задачи, решаемые роботами с использованием датчиков.

### **Тема 3.2. Палитра программирования «Датчики»**

*Теория.* Кнопки управления модулем. Блоки программирования датчиков. Основные настройки и возможности программирования.

### **Тема 3.3. Ультразвуковой датчик расстояния**

*Теория.* Конструкция ультразвукового датчика, принцип работы, возможности применения. Поиск объекта. Удержание объекта в поле зрения.

*Практика.* Конструирование и программирование «робота-исследователя» с использованием ультразвукового датчика.

### **Тема 3.4. Датчик касания**

*Теория.* Конструкция датчика касания, принцип работы, возможности применения. Три состояния датчика касания.

*Практика.* Конструирование и программирование «робота-длиномера» с использованием датчика касания.

### **Тема 3.5. Гироскопический датчик**

*Теория.* Конструкция гироскопического датчика, принцип работы, возможности применения. Измерения угла вращения робота и скорости вращения с использованием гироскопического датчика.

*Практика.* Конструирование и программирование «робота-сигвея» с использованием гироскопического датчика.

### **Тема 3.6. Датчик цвета**

*Теория.* Конструкция датчика цвета, принцип работы, возможности применения. Влияние внешних факторов на точность определения цвета.

*Практика.* Конструирование и программирование «робота-сортировщика» с использованием датчика цвета.

### **Тема 3.7. Использование дополнительных датчиков с роботами EV3**

*Теория.* Возможности для расширения функциональности роботов Lego Mindstorms EV3. Применение дополнительных датчиков в EV3. Обзор сенсоров производителей HiTechnic, Vernier, Mindsensors. Методы подключения датчиков сторонних производителей к микроконтроллеру EV3.

## **РАЗДЕЛ 4. СОРЕВНОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА**

### **Тема 4.1. Соревновательная категория «Кегельринг»**

*Теория.* Регламент соревнований «Кегельринг». Разновидности соревнований по кегельрингу. Анализ соревновательных задач. Требования к оборудованию и программному обеспечению. Требования к роботам. Спецификации игрового поля. Правила начисления очков.

*Практика.* Разработка и конструирование проектов робототехнических систем для соревнований в категории «Кегельринг». Разработка программ для решения соревновательной задачи.

Проведение соревнований в категории «Кегельринг» между командами объединения.

#### **Тема 4.2. Соревновательная категория «Сумо»**

*Теория.* Регламент соревнований «Сумо». Разновидности соревнований по сумо роботов. Анализ соревновательной задачи. Требования к оборудованию и программному обеспечению. Требования к роботам. Спецификации игрового поля. Правила проведения соревнований и начисления очков.

*Практика.* Разработка и конструирование проектов робототехнических систем для соревнований в категории «Сумо». Разработка программ для решения соревновательной задачи.

Проведение соревнований в категории «Сумо» между командами объединения.

#### **Тема 4.3. Соревновательная категория «Триатлон»**

*Теория.* Регламент соревнований «Триатлон». Разбор соревновательной задачи и входящих в нее подзадач. Требования к оборудованию и программному обеспечению. Требования к роботам. Спецификации игрового поля. Правила начисления очков.

*Практика.* Разработка и конструирование проектов робототехнических систем для соревнований в категории «Триатлон». Разработка программ для решения соревновательной задачи.

Проведение соревнований в категории «Триатлон» между командами объединения.

#### **Тема 4.4. Соревновательная категория «Сортировщик»**

*Теория.* Регламент соревнований «Сортировщик». Разбор соревновательной задачи и входящих в нее подзадач. Требования к оборудованию и программному обеспечению. Требования к роботам. Спецификации игрового поля. Правила начисления очков.

*Практика.* Разработка и конструирование проектов робототехнических систем для соревнований в категории «Сортировщик». Разработка программ для решения соревновательной задачи.

Проведение соревнований в категории «Сортировщик» между командами объединения.

*Диагностика.* Тестирование.

### **РАЗДЕЛ 5. БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ (БПЛА)**

**Тема 5.1. Знакомство с БПЛА. История развития летательных аппаратов**

*Теория.* Развитие беспилотных летательных аппаратов в мировом сообществе и в России. Демонстрация видеороликов о беспилотных аппаратах, их возможностях.

Основные понятия беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), их свойства. Законодательство о применении воздушных летательных аппаратов. Элементы БПЛА: фюзеляж, винтомоторная группа, системы управления, электроника и др. Блок-схема БПЛА, основные параметры энергозависимости винтомоторных групп и веса аппарата.

## **Тема 5.2. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления**

*Теория.* Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

*Практика.* Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

## **Тема 5.3. Пилотирование квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки. Правила техники безопасности**

*Теория.* Правила техники безопасности во время пилотирования квадрокоптера. Рассмотрение аварийных ситуаций: сбой в работе машины (аппаратный, программный), ошибка оператора, потеря управляемости дроном.

Демонстрация полёта на примере игрушки заводской сборки с выполнением простых полётных заданий: взлёта, посадки, движения вперёд, назад, влево, вправо.

*Практика.* Выполнение пробных полётов учащимися.

## **Тема 5.4. Знакомство с конструктором летательных аппаратов. Сборка и настройка квадрокоптера**

*Теория.* Конструктор летательных аппаратов для конструирования квадрокоптеров: состав, возможности, название и назначение основных компонентов. Датчики (назначение, единицы измерения). Винтомоторная группа, полетные контроллеры, аккумулятор (зарядка, использование), сборка и хранение деталей.

Алгоритм выполнения модели квадрокоптера. Этапы работы над моделью. Состав проектной документации. Виды технических документов: технологические и инструкционные карты.

*Практика.* Изготовление и настройка квадрокоптера с заданными свойствами.

**Тема 5.5. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода.  
Платы разводки питания**

*Теория.* Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: назначение, основные характеристики, устройство, принципы функционирования, пайка двигателей и регуляторов.

*Практика.* Разработка технологической схемы сборки бесколлекторных двигателей. Пайка платы разводки питания.

*Диагностика.* Проверка работы платы.

**Тема 5.6. Пайка ESC, ВЕС и силовой части**

*Практика.* Разработка технологической схемы сборки силовой части. Пайка ESC, ВЕС и силовой части.

**Тема 5.7. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления**

*Практика.* Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

**Тема 5.8. Полётные задания. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»**

*Практика.* Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка».

**Тема 5.9. Полётные задания: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций**

*Практика.* Инструктаж перед первыми учебными полётами. Выполнение полётов: «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо».

*Диагностика.* Разбор аварийных ситуаций.

**Тема 5.10. Полётные задания: «точная посадка на удалённую точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»**

*Практика.* Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «точная посадка на удалённую точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

*Диагностика.* Разбор аварийных ситуаций.

**Тема 5.11. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование,**

### **его настройка**

*Теория.* Принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

*Практика.* Установка, подключение и настройка видеоборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

### **Тема 5.12. Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования**

*Практика.* Демонстрация и отработка алгоритма установки и подключения радиоприёмника и видеоборудования на БПЛА: замкнуть цепь, настроить колебательный контур в резонанс с частотой волн, принимаемых радиостанцией, и прослушать её передачу. Демонстрация работы приёмника, видеоборудования.

### **Тема 5.13. Пилотирование с использованием FPV-оборудования**

*Практика.* Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

Установка, подключение и настройка видеоборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

### **Тема 5.14. Полётные задания с применением видеоборудования БПЛА**

*Практика.* Техническое обслуживание и правильная эксплуатация полетной техники. Проведение серии тренировочных полётов, выполнение основных фигур пилотажа ручного управления, настройка аппарата под индивидуальное использование. Проверка работоспособности видеоборудования, включая полезную нагрузку (видео, фотокамеры) и выполнение полётных заданий с его использованием.

### **Тема 5.15. Обработка данных, полученных в результате видеосъёмки**

*Практика.* Проведение записи фото и видеоинформации с БПЛА на съёмный носитель. Анализ полученных данных фото и видео материалов, составление дальнейшего плана работы по выполнению творческих проектов (презентации, видеороликов).

### **Тема 5.16. Подготовка и демонстрация презентации собственной проектной работы**

*Теория.* Этапы работы над творческим проектом. Объект проектирования на основе данных, полученных в результате видеосъёмки.

Определение цели проектирования и конечного продукта (презентация, видеоролик, др.). Оценка возможностей для выполнения проекта.

*Практика.* Работа над проектом. Подготовка к защите. Презентация проекта учащимся и педагогам школы.

## **Раздел 6. Соревнования беспилотных летательных аппаратов в классах квадро- и мультикоптеры**

### **Тема 6.1. Соревновательное упражнение «Полёт по круговой траектории»**

*Практика.* Знакомство правилами выполнения упражнения «Полёт по круговой траектории». Подготовка и отладка коптеров. Выполнение тренировочных полётов на специально подготовленной трассе, состоящей из пилона и обруча. Участник (пилот) должен пролететь несколько кругов вокруг пилона через обруч, фиксирующий высоту полета на каждом круге. Проведение соревнований учащихся внутри объединения.

### **Тема 6.2. Соревновательное упражнение «Пилонная гонка»**

*Практика.* Знакомство правилами выполнения упражнения «Пилонная гонка». Подготовка и отладка коптеров. Выполнение тренировочных полётов на специально подготовленной трассе, состоящей, как минимум, из 2 пилонов. Участник (пилот) должен преодолеть несколько кругов вокруг пилонов, расположенных на расстоянии 4-6 метров друг от друга.

Проведение соревнований учащихся внутри объединения.

### **Тема 6.3. Показательные полёты и соревнования**

*Практика.* Проведение показательных полётов и соревнований БПЛА в классах квадро- и мультикоптеров с участием зрителей (учащихся, педагогов, родителей).

## **Итоговое занятие. Фестиваль робототехники и беспилотных летательных аппаратов**

Выставка творческих проектов робототехнических систем, моделей коптеров, проведение соревнований, защита творческих проектов.

Итоговая диагностика.

## **1.4. Планируемые результаты**

### **Личностные образовательные результаты:**

готовность и способность учащихся к саморазвитию и реализации творческого потенциала в духовной и предметно-продуктивной деятельности за счет развития их образного, алгоритмического и логического мышления;

готовность к повышению своего образовательного уровня и продолжению обучения с использованием средств и методов робототехники, программирования;

интерес к робототехнике, сборке и запуску летательных аппаратов; стремление использовать полученные знания в процессе обучения другим предметам и в жизни;

основы информационного мировоззрения – научного взгляда на область информационных процессов в живой природе, обществе, технике как одной из важнейших областей современной действительности;

способность увязать учебное содержание с собственным жизненным опытом и личными смыслами, понять значимость подготовки в сфере робототехники, беспилотных летательных аппаратах;

готовность к самостоятельным поступкам и действиям, принятию ответственности за их результаты;

готовность к осуществлению индивидуальной и коллективной деятельности;

способность к избирательному отношению к получаемой информации за счет умений ее анализа и критичного оценивания.

### **Метапредметные образовательные результаты:**

уверенная ориентация учащихся в различных предметных областях за счет осознанного использования таких общепредметных понятий как «объект», «система», «модель», «алгоритм», «исполнитель» и др.;

владение основными общеучебными умениями информационно-логического характера: анализ объектов и ситуаций; синтез как составление целого из частей и самостоятельное достраивание недостающих компонентов; выбор оснований и критериев для сравнения, классификации объектов; обобщение и сравнение данных; подведение под понятие, выведение следствий; установление причинно-следственных связей; построение логических цепочек рассуждений;

владение умениями организации собственной учебной деятельности, включающими: целеполагание, планирование, прогнозирование, контроль, коррекцию;

владение основными универсальными умениями информационного характера;

владение основами моделирования как основным методом приобретения знаний: умение преобразовывать объект из чувственной формы в реальную модель робота;

умение строить разнообразные информационные структуры для описания объектов;

опыт принятия решений и управления объектами (роботами-исполнителями) с помощью составленных для них алгоритмов (программ);

владение базовыми навыками исследовательской деятельности, проведения виртуальных экспериментов; владение способами и методами освоения новых инструментальных средств.

**Предметные результаты:**

**Знать:**

принципы работы датчиков: касания, освещенности, расстояния; программные палитры и блоки, используемые для программирования роботов и беспилотных летательных аппаратов;

различные алгоритмы организации движения робота по линии траектории;

основные виды платформ для создания робототехнических систем;

основы теории автоматического управления;

принципы работы отдельных узлов и конструктивных элементов, входящих в состав робототехнических систем;

принципы работы отдельных узлов и конструктивных элементов, входящих в состав беспилотных летательных аппаратов;

специальные понятия и терминологию, используемую в робототехнике и мехатронике, создании БПЛА, уметь свободно оперировать терминами;

инновационные отечественные разработки в сфере робототехники, мехатроники и БПЛА;

принципы создания инженерной проектной работы;

основные категории и регламенты соревнований по робототехнике;

основные категории и регламенты соревнований БПЛА.

**Уметь:**

создавать и модифицировать роботов посредством конструктора Lego Mindstorms EV3;

осуществлять калибровку датчиков на соревновательном поле;

изготавливать модели роботов, беспилотных летательных аппаратов согласно алгоритму действий, создавать эскизы своих собственных моделей и воплощать замысел;

подключать и использовать сенсоры, сервомоторы и дополнительные компоненты для решения образовательных и соревновательных задач;

составлять программы для робототехнических устройств;

осуществлять реализацию полученного алгоритма при решении поставленной задачи;

настраивать полётный контроллер с помощью компьютера;

настраивать аппаратуру управления БПЛА;

пилотировать БПЛА с использованием FPV-оборудования;

настраивать видеооборудование и проводить видеотрансляцию;

применять навыки программирования и конструирования робототехнических систем, аппаратуры БПЛА в соревнованиях различного уровня.

### **Механизм отслеживания результатов**

Предусматриваются различные формы подведения итогов реализации дополнительной образовательной программы:

- промежуточные аттестации;
- презентация творческих проектов;
- соревнования;
- фестивали.

## **Блок №2. «Комплекс организационно-педагогических условий реализации дополнительной общеобразовательной программы»**

### **2.1. Календарный учебный график**

Режим организации занятий по данной дополнительной общеобразовательной программе определяется календарным учебным графиком и соответствует нормам, утвержденным «СанПин к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» № 41 от 04.07.2014 (СанПин 2.4.43172 - 14, пункт 8.3).

Учебный год по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Robo-PlaNet» (Робототехника: конструирование автономных робототехнических систем и беспилотных летательных аппаратов) начинается 1 сентября и заканчивается 31 мая.

Всего учебных недель: 36.

Количество учебных дней: 72.

Объем учебных часов: 144.

Режим работы: 2 раза в неделю по 2 часа.

### **2.2. Условия реализации программы**

#### **Материально-технические условия**

Для успешной реализации программы необходимы:

Помещение, отводимое для занятий, должно отвечать санитарно гигиеническим требованиям: быть сухим, светлым, тёплым, с естественным доступом воздуха, хорошей вентиляцией, с площадью, достаточной для проведения занятий группы в 12-15 человек. Для проветривания помещений должны быть предусмотрены форточки. Проветривание помещений происходит в перерыве между занятиями.

Общее освещение кабинета лучше обеспечивать люминесцентными лампами в период, когда невозможно естественное освещение.

Рабочие столы и стулья должны соответствовать ростовым нормам.

Занятия проводятся в компьютерном классе. В классе должны находиться: интерактивная доска, мультимедийный проектор, компьютеры или ноутбуки с подключением к сети Интернет, МФУ, компьютерные столы и стулья для учащихся и педагога, шкафы и стеллажи для хранения дидактических пособий и учебных материалов.

Для проведения учебных полетов на квадро- и мультикоптерах используется помещение спортивного зала.

Оборудование по робототехнике:

базовый набор робототехнического конструктора LEGO Mindstorms Education EV3 – 6 шт.;

ресурсный набор робототехнического конструктора LEGO Mindstorms Education EV3 – 1 шт.;

комплект полей для проведения робототехнических соревнований (кегельринг, сумо, триатлон, сортировщик).

Оборудование для летательных аппаратов:

Конструктор летательных аппаратов (для сборки квадрокоптеров) – 1 шт.;

FPV- оборудование;

мультиметр;

ноутбук с ПО – 9 шт.;

РС-пульт;

паяльники;

пилоны, обручи, сетка для безопасности участников и зрителей при проведении тренировочных полётов и соревнований БПЛА.

### **Методическое обеспечение**

Программа базируется на основе системного анализа технических средств робототехники и принципа типичности. Сущность принципа сводится к рассмотрению типичных схем, раскрывающих наиболее устойчивые, характерные признаки всего класса вместо изучения всех разновидностей. В основу программы положено моделирование роботов, способных перемещаться, определять препятствия, различать предметы (по цветам), захватывать и перемещать предметы.

А также конструирование летательных аппаратов, отладка и проведение полетов, в том числе с помощью оборудования FPV, проведение видеосъемки.

Одновременно рассматриваются принципиальные теоретические положения, лежащие в основе работы ведущих групп робототехнических систем. Такой подход предполагает сознательное и творческое усвоение закономерностей робототехники с возможностью их реализации в быстро меняющихся условиях, а также в продуктивном использовании в практической и опытно-конструкторской деятельности.

В процессе теоретического обучения учащиеся знакомятся с назначением, структурой и устройством летательных аппаратов, с технологическими основами сборки и монтажа, основами электроники и вычислительной техники, средствами отображения информации, историей и перспективами развития робототехники и летательных аппаратов.

Программой предполагается проведение разнообразных практических работ, ориентированных на получение целостного содержательного результата. Задача практических занятий – познакомить учащихся с основными возможностями применения средств ИКТ, как аппаратных, так и программных, необходимых для компьютерной поддержки роботов и летательных аппаратов. Практикумы синхронизируются с изучением теоретического материала соответствующей тематики.

Основными методами обучения по программе являются: метод проекта, метод портфолио, метод взаимообучения, метод проблемного обучения.

**Метод проектов**, как способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы, которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым, практическим результатом, оформленным тем или иным образом. Использование метода проектов позволяет развивать познавательные и творческие навыки учащихся при разработке конструкций роботов по заданным функциональным особенностям для решения практических задач. Самостоятельная работа над техническим проектом дисциплинирует ребят, заставляет мыслить критически и дает возможность каждому учащемуся определить свою роль в команде. Работа над проектом разработки модели робота предполагает два взаимосвязанных направления: конструирование и программирование, таким образом, учащийся имеет возможность самостоятельного выбора сферы деятельности.

**Метод портфолио** предполагает формирование структурированной папки, в которую помещают уже завершенные и специально оформленные работы. Они позволяют отразить образовательную биографию и уровень достижений учащегося или группы учащихся. Этот метод помогает при разработке модели робота и летательных аппаратов для выступления на соревнованиях различного уровня, при разработке плана на учебный период и т.д.

**Метод взаимообучения** реализуется учащимися самостоятельно, иногда даже без участия педагога. Разобравшись в решении какой-либо конструкторской задачи, учащиеся делятся своими знаниями с теми, кто испытывает затруднения при решении подобных задач.

**Метод проблемного обучения** позволяет активизировать самостоятельную деятельность учащихся, направленную на разрешение проблемной ситуации, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей. Практически каждую задачу, решаемую в процессе конструирования и программирования роботов, можно представить в качестве проблемной ситуации. Активизируя творческое и критическое мышление, учащиеся способны оптимизировать собственное решение задачи. Действия педагога состоят в помощи организации проблемных ситуаций, формулировании проблем, оказании учащимся необходимой помощи в решении проблем, проверке правильности решений и руководстве процессом систематизации и закрепления приобретенных знаний.

В программе применяются следующие приемы: создание проблемной ситуации, построение алгоритма сборки модели робота или летательного аппарата, составления программы и т.д.

При реализации программы используются современные педагогические технологии, такие как: технология проектного обучения,

ТРИЗ технологии, здоровьесберегающие технологии и другие, которые в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед педагогом задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

### **Кадровое обеспечение**

Согласно Профессиональному стандарту «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» по данной программе может работать педагог дополнительного образования с уровнем образования и квалификации, соответствующим обозначениям таблицы пункта 2 Профессионального стандарта (Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт), а именно: коды А и В с уровнями квалификации 6.

### **2.3. Формы аттестации**

Результативность контролируется на протяжении всего процесса обучения. Для этого предусмотрено использование компьютерных тестов, тематические состязания роботов, летательных аппаратов, выполнение практических работ и творческих заданий, позволяющих проводить оценивание результатов в форме самооценки и взаимооценки.

Кроме того, в конце каждого изучаемого раздела проходит промежуточный контроль знаний, умений и навыков.

Способы проверки знаний:

текущий (педагогическое наблюдение, тестирование, разработка фрагментов программного кода, самостоятельная работа);

итоговый (по окончании освоения программы, учащиеся защищают творческий проект робототехнической системы, требующий проявить знания и навыки по ключевым темам). А также представляют творческий проект, выполненный на основе данных видеосъемки с помощью БПЛА.

### **2.4. Оценочные материалы**

В процессе прохождения программы проводится **входной, текущий, итоговый контроль.**

*Стартовая диагностика.* При приеме детей в объединение педагог проводит тестирование уровня развития мотивации учащегося к обучению, уровня знаний учащихся в сфере применения робототехники, беспилотных летательных аппаратов и навыков использования программного обеспечения для программирования. Результаты тестирования фиксируются в специальных сводных таблицах.

*Текущая диагностика* предусматривает: онлайн тестирование, опросы. Уровень освоения программы отслеживается также с помощью выполнения заданий по разработке различных робототехнических систем и решения соревновательных задач. Задания подбираются в соответствии с возрастом учащихся.

*Итоговая диагностика.* В конце учебного года проводится итоговое занятие в форме выставки творческих проектов робототехнических систем, летательных беспилотных аппаратов, презентации творческих проектов, соревнования, где определяются и фиксируются в протоколе достижения каждого учащегося. Кроме того, формами подведения итогов реализации программы являются участие в региональных соревнованиях, выставках и фестивалях робототехники, авиамодельных соревнованиях в классах квадрои мультикоптеров.

## 2.5. Методические материалы

№ п/п	Название раздела, тема	Материально-техническое оснащение, дидактико-методический материал	Формы, методы, приемы обучения	Формы проведения итогов
	<b>Вводное занятие</b>	Схемы, анкеты	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Входной контроль. Трехуровневая диагностика на определения уровня развития учащихся
<b>1</b>	<b>Ведение в робототехнику. Механические основы робототехники</b>			
1.1	Робототехнический конструктор LEGO Mindstorms EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.2	Архитектура блока программирования EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение

1.3	Сервомоторы EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.4	Конструирование базовой модели робота EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение, выполнение заданий по конструированию и программированию роботов
1.5	Управление роботом EV3 с использованием микроконтроллера	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение, выполнение заданий по конструированию и программированию роботов
1.6	Основные типы простых механизмов, используемых в робототехнических моделях	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение, выполнение заданий по конструированию и программированию роботов
1.7	Рычажные механизмы	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение, выполнение заданий по конструированию и программированию роботов

1.8	Основные типы кулачковых механизмов	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.9	Передаточные механизмы	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.10	Зубчатые передачи	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.11	Червячные передачи	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.12	Ременные передачи	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение

1.13	Подшипники. Валы и оси	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.14	Механизмы захвата	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
1.15	Механизм Чебышева. Шагающие роботы	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, педагогическое наблюдение
<b>2</b>	<b>Основы программирования в среде Lego Mindstorms EV3</b>			
2.1.	Основы программирования	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос
2.2	Память робота	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод	Тестирование, опрос

			проектов	
2.3	Искусственный интеллект	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос
2.4	Визуальная среда программирования EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.5	Основы программирования. Палитры программирования «Действие» и программные блоки	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.6	Программирование движений робота. Повороты	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.7.	Программные структуры. Блок «Звук». Воспроизведение звуков	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов

			проектов	
2.8.	Программные структуры. Блок «Звук». Звуковые имитации	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.9.	Программные структуры. Блок «Экран». Использование дисплея	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.10	Программная палитра «Управление операторами»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
2.11	Программные структуры. Блок «Ожидание»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос, практическая работа по составлению программного кода для робототехнических проектов
3	<b>Обеспечение обратной связи между робототехнической системой и внешней средой</b>			
3.1	Знакомство с датчиками Lego Mindstormss EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема,	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический,	Опрос

		ноутбуки	программированный, поисковый, метод проектов	
3.2	Палитра программирования «Датчики»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Опрос
3.3.	Ультразвуковой датчик расстояния	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Педагогическое наблюдение, опрос
3.4.	Датчик касания	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Педагогическое наблюдение, опрос
3.5	Гироскопический датчик	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Педагогическое наблюдение, опрос
3.6	Датчик цвета	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема,	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический,	Педагогическое наблюдение, опрос

		ноутбуки	программированный, поисковый, метод проектов	
3.7	Использование дополнительных датчиков с Lego Mindstormss EV3	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельная практическая работа по созданию моделей роботов, оснащенных датчиками, тестирование
4	<b>Соревновательная робототехника</b>			
4.1	Соревновательное направление «Кегельринг»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Проведение робототехнических соревнований
4.2	Соревновательное направление «Сумо»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Проведение робототехнических соревнований
4.3	Соревновательное направление «Триатлон»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Проведение робототехнических соревнований
4.4	Соревновательное направление «Сортировщик»	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения,	Проведение робототехнических соревнований

		роботов, схема, ноутбуки	эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	
5	<b>Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)</b>			
5.1	Знакомство с БПЛА. История развития летательных аппаратов	Ноутбуки, проектор, интерактивная доска	Объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения	
5.2	Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	Устройство полётного контроллера, программное обеспечение для настройки контроллера, ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельная практическая работа по сборке платы разводки питания, пайке регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания
5.3	Пилотирование квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки. Правила техники безопасности	Квадрокоптер, ноутбуки, программное обеспечение для настройки квадрокоптера	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный	Выполнение упражнений по пробным полётам
5.4	Знакомство с конструктором летательных аппаратов. Сборка и настройка квадрокоптера	Конструктор летательных аппаратов для конструирования квадрокоптеров ноутбуки	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельная сборка и настройка квадрокоптера с заданными свойствами
5.5	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	Двигатели, регуляторы хода, платы, схемы, ноутбуки, паяльники	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, поисковый	Практическая работа по разработке технологической схемы сборки бесколлекторных двигателей; пайке платы разводки питания
5.6	Пайка ESC, BEC и силовой части	ESC, BEC, схемы, ноутбуки,	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные	Практическая работа по разработке

		программное обеспечение, паяльники	методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	технологической схемы сборки силовой части. Выполнение пайки ESC, ВЕС и силовой части
5.7	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	Полетный контролер, ноутбуки, программное обеспечение	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Практическая работа по изучению и настройке полётного контроллера и аппаратуры управления
5.8	Полётные задания. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	Квадракоптер, пульт, инструкция по ТБ «Инструкция по организации и выполнению полетов».	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка».
5.9	Полётные задания: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций	Квадракоптер, пульт, инструктаж по ТБ «Инструкция по организации и выполнению полетов».	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельное выполнение полётов: «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо».
5.10	Полётные задания: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	Квадракоптер, пульт, схема полета, «Инструкция по организации и выполнению полетов».	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельное выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу» в зале.
5.11	Основы видеотрансляции.	Квадракоптер, пульт, ноутбуки,	Метод упражнения, объяснительно-	Самостоятельная установка,

	Применяемое оборудование, его настройка	программное обеспечение для видео трансляции.	иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	подключение и настройка видеоборудования на мультиторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.
5.12	Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования	Квадрокоптер, пульт, мультиметр, ноутбуки, программное обеспечение для видео трансляции.	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельная практическая работа
5.13	Пилотирование с использованием FPV-оборудования	Квадрокоптер, пульт, ноутбуки, программное обеспечение для видео трансляции.	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Самостоятельная практическая работа по установке, подключению и настройке видеоборудования на мультиторные системы. Выполнение упражнений по пилотированию с использованием FPV-оборудования.
5.14	Полётные задания с применением видеоборудования БПЛА	Квадрокоптер, пульт, ноутбуки, программное обеспечение для видео трансляции.	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Выполнение тренировочных полётов (основные фигуры пилотажа ручного управления, настройка аппарата под индивидуальное использование).
5.15	Обработка данных, полученных в результате видеосъёмки	Квадрокоптер, пульт, ноутбуки, программное обеспечение для видео трансляции	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения,	Выполнение творческого задания на основе полученных данных в результате

			эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	видеосъёмки
5.16	Подготовка и демонстрация презентации собственной проектной работы	Ноутбуки, проектор, интерактивная доска, съёмный носитель информации, программное обеспечение для создания презентаций и видеороликов	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Работа над проектом. Подготовка к защите. Презентация проекта учащимся и педагогам школы
6	<b>Соревнования беспилотных летательных аппаратов в классах quadro- и мультикоптеры</b>			
6.1	Соревновательное упражнение «Полёт по круговой траектории»	Квадрокоптер, мультикоптер, пульт, схема полета, пилон, обруч, «Инструкция по организации и выполнению полетов», правила по проведению соревнований в классах quadro- и мультикоптеров	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Проведение тренировочных полётов и соревнований в классах quadro- и мультикоптеров («Полёт по круговой траектории»)
6.2	Соревновательное упражнение «Пилонная гонка»	Квадрокоптер, мультикоптер, пульт, схема полета, пилон, «Инструкция по организации и выполнению полетов», правила по проведению соревнований в классах quadro- и мультикоптеров	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Проведение тренировочных полётов и соревнований в классах quadro- и мультикоптеров («Пилонная гонка»)
6.3	Показательные полёты и соревнования	Квадрокоптер, мультикоптер, пульт, схема полета,	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения,	Проведение показательных полётов и соревнований

		«Инструкция по организации и выполнению полетов», правила по проведению соревнований в классах квадро- и мультикоптеров	частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	БПЛА в классах квадро- и мультикоптеров.
	<b>Итоговое занятие</b>	Mindstorms EV3, компьютерная программа Mindstorms EV3, поле для испытания роботов, схема, ноутбуки, выставочные экспонаты роботов и квадрокоптеров	Метод упражнения, объяснительно-иллюстративные методы обучения, частично-поисковые методы обучения, эвристический, программированный, поисковый, метод проектов	Выставка, защита творческих проектов, соревнования. Итоговое тестирование

## 2.6. Список литературы

### 1. Основная литература (для учителя)

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. №4. Режим доступа:
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2017.
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino. Питер, 2015.
4. Наука. Энциклопедия. – М., «РОСМЭН», 2016г. – 125 с.
5. Энциклопедический словарь юного техника. – М., «Педагогика», 2018г. – 463 с.
6. «Робототехника для детей и родителей» С.А. Филиппов, Санкт-Петербург «Наука» 2016. - 195 с.
7. Программа курса «Образовательная робототехника». Томск: Дельтаплан, 2016.- 16с.
8. Книга для учителя компании LEGO System A/S, Aastvej 1, DK-7190 Billund, Дания; авторизованный перевод - Институт новых технологий г. Москва.
9. Сборник материалов международной конференции «Педагогический процесс, как непрерывное развитие творческого потенциала личности» Москва.: МГИУ, 2015г.
10. Журнал «Самodelки», г. Москва. Издательская компания «Эгмонт Россия Лтд.» LEGO. г. Москва. Издательство ООО «Лего»
11. Индустрия развлечений. ПервоРобот. Книга для учителя и сборник проектов. LEGO Group, перевод ИНТ, - 87 с., илл.
12. Интернет – ресурсы:  
<http://int-edu.ru>  
<http://7robots.com/>  
<http://www.spfam.ru/contacts.html>  
<http://robocraft.ru/>  
<http://iclass.home-edu.ru/course/category.php?id=15>  
<http://insiderobot.blogspot.ru/>  
<https://sites.google.com/site/nxtwallet/>  
[http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodtnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf)

### Список литературы (для родителей и учащихся)

1. Барсуков Александр. Кто есть, кто в робототехнике. – М., 2017 г. – 126с.

2. Крайнев А.Ф. Первое путешествие в царство летательных беспилотных аппаратов. – М., 2017 г. – 173 с.

3. Макаров И.М., Топчеев Ю.И. Образовательная робототехника. История и перспективы. – М., 2016г. – 349 с.

1. Наука. Энциклопедия. - М., «РОСМЭН», 2018г. – 126 с.

2. Рыкова Е. А. Lego-Лаборатория (Lego Control Lab). Учебно-методическое пособие. — СПб, 2016г., - 69 с.

**Дополнительные Интернет - ресурсы (для учащихся)**

1. <http://metodist.lbz.ru>

2. <http://www.uchportal.ru>

3. <http://informatiky.jimdo.com/>

4. <http://www.proshkolu.ru/>

5. <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>

6. [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.htm](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.htm)