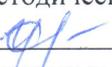


Муниципальное образование «Еравнинский район»  
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного образования «Центр детского творчества»

Программа принята  
на методическом объединении

  
Председатель МО: Цыдыпова Д.Ц.

Протокол № 2

от «20» сентября 2021г.

«Утверждаю»:  
Директор Т.Шкенов А.С.  
Приказ № МВ/ДО  
от «20» сентября 2021г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
**«Аэромоделирование (беспилотные авиационные системы)»**  
(очная форма обучения)

Направленность: техническая

Автор-разработчик: Халмактанов Сергей Анатольевич,  
*педагог дополнительного образования*  
возраст обучающихся: *9- 14 лет*  
срок реализации программы: *1 год (144часов)*

с. Сосново-Озёрское  
2021г.

## **Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Авиамоделирование»(беспилотные авиационные системы) (далее Программа) соответствует технической направленности.

Вид деятельности – авиамоделирование.

Данная программа модифицирована на основе разработок других авторов с учетом развития технологий в авиаконструировании и применении этих результатов в обучении и воспитании.

### **Программа соответствует требованиям следующих нормативных документов:**

1. Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ;
2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09 ноября 2018 года №196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
3. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2015 года № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающим программ»;
4. Распоряжение правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 года №996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
5. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи. (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28);
6. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания») (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2);
7. Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (утв. приказом Минтруда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 года N 298н);
8. Устав МБОУ ДО «Центр детского творчества» Еравнинского района.

**Направленность** данной программы не только техническая. Она развивает стиль мышления от общего к частному, даёт представление об основах и принципах аэродинамики, электроники, механики и программирования. Основываясь на этих знаниях, ученики смогут создать свой летательный аппарат. Эти навыки пригодятся им не только в этой специализации, но и помогут им решать другие задачи в самых разных отраслях. Развитие ребенка пойдет уже в другом направлении – от частного к общему.

**Актуальность** этой образовательной программы заключается в том, что в момент дальнейшего развития в нашей стране авиастроения, электроники, механики и

программирования потребность в квалифицированных работников растёт. Ребята освоив данную дисциплину приобщатся к этому процессу. Компьютерные технологии и робототехника будут всё больше пользоваться спросом, так как Россия переходит на цифровизацию общества и экономики. Невозможно представить современный летательный аппарат без взаимодействия в нём аэродинамической, механической, радио и электронной составляющих, а также программного обеспечения.

**Педагогическая целесообразность** программы заключается в том, что благодаря повышению доступности дронов, потенциал их использования в разных сферах промышленности и экономики стремительно растёт. Ребёнок уже не воспринимает беспилотные летательные аппараты, как что-то далёкое и недоступное. В процессе занятий освоив необходимые знания и умения, ученики смогут не только понять, но и своими руками создать летательный аппарат.

**Отличительной особенностью** этой программы является то, что она поможет воспитанникам узнать профессию специалиста по конструированию, программированию и эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС), а также получить навыки оператора управления БАС.

**Адресат программы:** дети 9-14 лет, у которых сформировалась осознание себя как личности, и ищущих приложение своих сил. Изучая эту программу, они смогут найти ещё одну точку опоры для своего развития.

**Уровень программы** базовый, рассчитанный на групповые и индивидуальные занятия. Режим занятий 2 раза в неделю по 2 академических часа по 45 минут. Общее количество часов – 144. Обучение проводится в очной форме. Программа состоит из 5-ти блоков: теория БАС и полёты на компьютерном симуляторе, сборка и настройка квадрокоптера, сборка и настройка оборудования видеотрансляции (FPV), программирование БАС и разработка собственного инженерного проекта.

**Особенностью организации** образовательного процесса является то, что занятия проводятся не только в группе, но и индивидуально. Командами по 2-3 человека ученики проектируют и собирают беспилотный летательный аппарат. Каждый индивидуально приобретёт навыки пайки, работы со слесарными инструментами во время лабораторных работ, научится программировать и управлять дроном. В программе объединены: начальное инженерное проектирование, программирование микроконтроллеров и микропроцессоров и отведена доля на спортивную деятельность радиоуправления моделями дронов.

**Целью программы** является формирование у учеников устойчивых знаний и навыков по таким дисциплинам, как:

аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов;  
основы радиоэлектроники и схемотехники;  
программирование микроконтроллеров;  
лётная эксплуатация БАС.

*Задача программы* направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, расширению кругозора и образованности ребенка.

Основные задачи данной программы:

- Развитие у детей воображения, пространственного мышления, воспитание интереса к технике и технологиям.
- Воспитание трудолюбия, развития трудовых умений и навыков, расширение политехнического кругозора, умения планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел.
- Повышение сенсорной чувствительности, развитие мелкой моторики и синхронизации работы обеих рук за счет обучения пилотирования и аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов.
- Ознакомление детей с духом научно-технического соревнования, развитие умения планировать свои действия с учетом фактора времени в обстановке с элементами конкуренции.
- Обучение детей проектированию, сборке и программированию беспилотных летательных аппаратов, использованию современных средств автоматического контроля и управления для создания интеллектуальных БАС.
- Выработка навыков пилотирования беспилотных летательных аппаратов.
- Самореализация личности обучающегося.
- Развитие творческих способностей обучающегося.
- Ознакомить с правилами безопасной работы с инструментами.
- Воспитывать умение работать в коллективе, эффективно распределять обязанности, уважительное отношение к труду.

### Учебный план

п/п№	Название раздела, темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
<b>Блок I.</b>	<b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>15</b>
1.	. Техника безопасности. Вводная лекция о содержании курса.	1	1	-
2.	Принципы управления и строение мультикоптеров.	2	1	1
3.	Основы техники безопасности полётов	1	1	-
4.	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	1	1	-
5.	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	2	-	2
6.	Технология пайки	1	1	
7.	Обучение пайке.	4	-	4
8.	Полёты на симуляторе	8	-	8
<b>Блок II.</b>	<b>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b>	<b>46</b>	<b>13</b>	<b>33</b>
1.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	3	2	1
2.	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	4	4	-
3.	Сборка рамы квадрокоптера.	4	-	4
4.	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	4	-	4
5.	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.	5	4	1
6.	Настройки полётного контроллера.	5	2	3
7.	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	-
8.	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.	10	-	10
9.	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	10	-	10
<b>Блок III.</b>	<b>Настройка, установка FPV – оборудования.</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>30</b>
1.	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	8	2	6
2.	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	8	2	6
3.	Пилотирование с использованием FPV - оборудования.	20	2	18
<b>Блок IV.</b>	<b>Программирование мультироторных систем. Автономные полеты.</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>16</b>

1.	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	10	4	6
2.	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	14	4	10
Блок V.	Работа в группах над инженерным проектом.	14	3	11
1.	Принципы создания инженерной проектной работы.	2	2	-
2.	3 D проектирование и 3 D печать. Изучение программ, слайсеров. Устройство 3D принтера и работа на нём.	4	1	3
3.	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	6	-	6
4.	Подготовка презентации собственной проектной работы.	2	-	2
<b>Итоговая аттестация</b>				
1.	Презентация и защита группой собственного проекта	4	-	4
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>35</b>	<b>109</b>
Теория – 35 часов Практика – 109 часов Всего – 144 часа.				

### ***Содержание программы.***

Данная программа содержит следующие блоки:

**БЛОК I.** Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе. Ученики прослушают лекцию о технике безопасности, узнают основы аэродинамики, строение мультикоптеров. На практических занятиях научатся пайке и работе с литий полимерными аккумуляторами. На компьютерных симуляторах совершат свои первые виртуальные полёты.

Форма контроля – опрос, собеседование. Основная форма практической работы – индивидуальная.

**БЛОК II.** Ученики продолжают развивать навыки управления виртуальным дроном с помощью аппаратуры управления моделями, это позволит получить максимум от тренировок и поможет развить моторную память. Параллельно группами по 2-3 человека будут выполнять сборку и настройку беспилотного летательного аппарата.

Формой контроля будет оценка правильности и аккуратности выполнения работы.

**БЛОК III** предусматривает лекции по основам радиоуправления и видеотрансляции. В практической части сформированные группы выполняют установку радиоприёмника и видеоаппаратуры.

Формой контроля будет опрос по теме и итоговая оценка собранного летательного аппарата.

БЛОК IV. После освоения ручного управления, ученики узнают основы программирования микроконтроллеров управления моторами дрона, создадут программу полета аппарата в автономном режиме.

Формой контроля будет являться оценка правильности написания программы полёта.

БЛОК V. Здесь подытоживаются полученные знания и навыки. Ребята узнают основы трехмерного (3D) моделирования, и печати готовых моделей на 3D принтере. Группы разработают свой инженерный проект и воплотят его в готовую модель.

Итоговой аттестацией базового уровня будет презентация и защита своего проекта, а также соревнование по управлению беспилотным летательным аппаратом.

### ***Планируемые результаты***

***По окончании курса обучения воспитанники должны:***

#### ***ЗНАТЬ:***

- Правила безопасной работы с инструментом и оборудованием;
- Правила безопасного управления квадрокоптером;
- Основные компоненты конструктора квадрокоптера;
- Конструктивные особенности различных моделей и механизмов;
- Компьютерную среду, включающий в себя графический язык программирования;
- Виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- Основные приемы сборки компонентов;
- Конструктивные особенности узлов квадрокоптера;
- Способ передачи программы в полетный контроллер;
- Самостоятельно решать технические задачи в процессе сборки конструктора (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и других объектов);
- Корректировать программы при необходимости.

#### ***УМЕТЬ:***

- Принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель;
- Прогнозировать результаты работы;
- Планировать ход выполнения задания;
- Рационально выполнять практическое задание;
- Руководить работой группы или коллектива;
- Уверенно управлять квадрокоптером на улице и внутри помещения.

***Личностные результаты:*** – самоопределения в мире профессий, связанных с беспилотными авиационными системами.

**Метапредметные результаты:**

**Регулятивные универсальные учебные действия:**

- принимать и сохранять учебную задачу;
- планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- формировать умения ставить цель – создание творческой работы, планировать достижение этой цели;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- адекватно воспринимать оценку учителя;
- различать способ и результат действия;
- вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;
- в сотрудничестве с учителем ставить новые учебные задачи;
- проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

**Познавательные универсальные учебные действия:**

- осуществлять поиск в хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий.
- ориентироваться на разнообразие способов решения задач с учётом анализа действий.
- преобразовывать объект из чувственной формы в модель
- синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов;

**Коммуникативные универсальные учебные действия:**

- уметь с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;

## КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

### *Календарный учебный график программы*

Начало занятий 1 сентября. Окончание 25 мая

БЛОК I – 1 сентября – 10 октября

БЛОК II - 11 октября – 31 декабря

БЛОК III – 10 января – 10 марта

БЛОК IV – 11 марта – 23 апреля

БЛОК V - -24 апреля – 20 мая

Итоговая аттестация – 20 – 25 мая

Количество учебных недель 36.

В апреле – мае планируются полевые выходы для тренировок управлением летательным аппаратом.

Дополнительные формы контроля - проведение соревнований.

Летние каникулы - 26 мая – 31 августа.

### *Условия реализации программы*

Для реализации программы необходимо следующее:

Оборудование				
№	Наименование	Технические характеристики	Краткое описание применения	Количество
1	Конструктор программируемого квадрокоптера с системой машинного зрения для изучения конструкции мультироторных беспилотных летательных аппаратов, их проектирования, сборки, обучения основам визуального пилотирования и основам программирования	Тип двигателя - бесколлекторный (4 двигателя). Продолжительность полета около 17 минут. Рекомендуемая допустимая скорость ветра при полете 5 м/с. Скорость полёта 65 км/ч. Взлётная масса 230 г. Максимальная масса полезной нагрузки 190 г. Поддержка геопозиционирования за счет систем GPS и ГЛОНАСС. Параметры принимаемых сигналов: PPM, S-Bus. Максимальная высота полёта 500 метров		10
2	Любительская мобильная воздушная система с возможностью визуального управления от первого лица	Бесколлекторные моторы: наличие, полетный контроллер: наличие, поддержка оптической системы навигации в помещении: наличие, модуль фото/видеокамеры разрешением не менее 4К: наличие, модуль навигации GPS/ГЛОНАСС: наличие, пульт управления: наличие, аккумуляторная батарея с зарядным устройством - наличие программное приложение для программирования и управления, в том числе для смартфонов: наличие Макс. расстояние полета не менее 18 км Емкость аккумулятора не менее 3500 мАч Масса: не более 570 г	Любительская мобильная воздушная система для проведения аэрофотосъёмки местности и отдельных объектов Форм-фактор: устройство или набор для сборки, канал связи управления системой	4

3	Учебная летающая робототехническая система с CV камерой	Матричный индикатор с модулем датчика расстояния с красными и синими светодиодами 8x8 – 1 шт. Микроконтроллер: двухъядерный с открытым кодом Расширение: 14-контактный порт расширения (I2C, UART, SPI, GPIO, PWM, источник питания) Масса не более 90 гр. Максимальное полетное время: не менее 13 минут Матричный индикатор с модулем датчика расстояния с красными и синими светодиодами 8x8 – 1 шт. Микроконтроллер: двухъядерный с открытым кодом Расширение: 14-контактный порт расширения (I2C, UART, SPI, GPIO, PWM, источник питания) Масса не более 90 гр. Максимальное полетное время: не менее 13 минут	Форм-фактор: устройство или набор для сборки, канал связи управления системой: наличие, коллекторные моторы: наличие, полетный контроллер с возможностью программирования: наличие, поддержка оптической системы навигации в помещении: наличие,	20
4	Учебная беспилотная авиационная система самолетного типа	Состав: запасные детали радиопередатчика, радиоприемников, комплекта дополнений для полетов от первого лица, комплекта дополнений для автоматизации полета, комплекта дополнений для мониторинга, аккумулятора, зарядного устройства для аккумулятора, флэш-накопителя с электронными материалами и методическим пособием, программного обеспечения для фотограмметрии.	Состоит из конструкторов тренировочного БПЛА, конструктора основного БПЛА,	3
5	Квадрокоптер для видеосъемки, профессиональный	Взлетная масса 900 г. Размер по диагонали 354 мм. Максимальная скорость на взлете 4 м/с. Максимальная скорость при приземлении 3 м/с.		1
6	Зарядное устройство	Режимы: заряд, разряд, циклирование, хранение, балансировка. Диапазон силы тока заряда: 0,1 - 6 А. Диапазон силы тока разряда: 0,1 - 2 А.		5
7	Пластик для 3D-принтера	Тип - PLA пластик, трех отличных друг от друга цветов. Масса пластика на катушке: не менее 0,75 кг.		10
8	Ремкомплект, совместимый с конструктором программируемого квадрокоптера	Состоит из базовой платы управления, комплекта воздушных винтов, комплекта деталей рамы, комплект защиты воздушных винтов, моторов.		10
9	3D-принтер тип 2	Учебная модульная станция должна иметь следующий состав и характеристики: Материал конструкции: алюминий Количество направляющих: не менее 4 шт. Набор интерфейсов: - Ethernet, не менее 5 шт. - USB, не менее 2 шт. - MicroSD: наличие. - Модуль беспроводной связи Wi-Fi: наличие. Панель управления с экраном: наличие Тип управления экрана: сенсорное Тип экрана: LCD-панель Цветность экрана: цветной Диагональ экрана: не менее 3,5 дюйма Платформа подогреваемая: наличие Платформа для 3D-печати магнитная гибкая: наличие Совместимость платформы для 3D-печати с платформой подогреваемой: наличие Сменный модуль 3D-печати: наличие Технология 3D-печати: FDM или FFF Диаметр сопла: не менее 0,4 мм	Учебная модульная станция должна обеспечивать возможность изучения не менее трех технологий производства изделий и обработки материалов, а также прототипирования изделий.	2

		<p>Максимальная температура нагрева сопла: не менее 250 °С  Максимальная температура нагрева подогреваемой платформы: не менее 80 °С  Минимальная толщина слоя: не более 50 мкм  Максимальная толщина слоя: не менее 300 мкм  Скорость 3D-печати: не менее 100 мм/с  Максимальный размер изготавливаемой модели: не менее 200x210x200 мм  Поддерживаемые материалы для 3D-печати: PLA-, PETG-, TPU-, ABS-, PC-, Flexпластик  Диаметр нити пластика: не более 1,75 мм  Сенсор обнаружения нити пластика: наличие  Функция автоматической калибровки: наличие  Сменный лазерный модуль: наличие  Мощность лазера: не менее 1,6 Вт  Функция лазерного гравирования: наличие  Функция лазерной резки: наличие  Размеры рабочей области: не менее 200x200 мм  Поддерживаемые материалы: бумага, картон, дерево, пластик, кожа  Сменный модуль фрезерования с ЧПУ: наличие  Максимальная скорость вращения шпинделя: не менее 8000 об/мин  Максимальный диаметр зажима патрона: не менее 4 мм  Фреза: наличие  Функция плоскостного и объемного фрезерования: наличие  Поддерживаемые материалы: дерево, текстолит, пластик  Кожух защитный: наличие  Очки защитные с УФ-фильтром: наличие  Адаптер питания: наличие  Комплект запасных функциональных элементов: наличие</p>		
10	3D-принтер тип 1	<p>Тип принтера: FDM, FFF, материал (основной): PLA, количество печатающих головок: не менее 2, рабочий стол: с подогревом, рабочая область (XYZ): от 180×180×180 мм, максимальная скорость печати: не менее 150 мм/сек, минимальная толщина слоя: не более 20 мкм, закрытый корпус: наличие, охлаждение зоны печати: наличие</p>		1
11	Одноплатный компьютер	<p>Количество ядер процессора: не менее 4, тактовая частота процессора: не менее 1,4 ГГц, Bluetooth, Wi-Fi: наличие, количество входов/выходов: не менее 40</p>	<p>Linux мини-компьютер для прототипирования носимых устройств и устройств для Интернета вещей,</p>	10
12	Камера для одноплатного компьютера	<p>Разрешение 5 Мп. Захват фото с разрешением 2592x1944 пикселей. Запись видео с разрешением 1920x1080 пикселей. Подключается шлейфом.</p>		10
13	Куб для полётов	<p>Основа каркаса (быстрособорные металлические опоры) – наличие;  Нейлоновая сетка с окантовкой – наличие;  Возможность универсальной установки грунт/асфальт/пол — наличие  Габариты в собранном виде ДхШхВ: не менее 3х3х3м</p>		1
14	Аккумуляторная батарея	<p>Тип батареи: Li-Po Ёмкость: не менее 1300 мАч</p>		20
15	Интерактивная панель 75"	<p>Размер экрана по диагонали: не менее 1880 мм; Разрешение экрана при работе без вычислительного блока: не менее 3840x2160 пикселей; Встроенные акустические системы: наличие;</p>		1

		<p>Количество одновременно распознаваемых касаний сенсорным экраном: не менее 20 касаний; Высота срабатывания сенсора экрана: не более 3 мм от поверхности экрана; Время отклика сенсора касания (интервал времени между обновлениями данных о текущих координатах объектов касания): не более 10 мс; Функция распознавания объектов касания (палец или безбатарейный стилус): наличие; Количество поддерживаемых безбатарейных стилусов одновременно: не менее 2 шт.; Функция подключения к сети Ethernet проводным и беспроводным способом (WiFi): наличие; Объем оперативной памяти интерактивной панели: от 4 Гбайт; Объем накопителя интерактивной панели: от 32 Гбайт; Количество встроенных портов Ethernet 100/1000: от 1; Наличие свободных портов USB 3.0: от 3; Наличие как минимум 1-го порта USB Type C с функцией передачи цифрового видеосигнала; Наличие средства биометрической идентификации для исключения несанкционированного доступа; Возможность использования ладони в качестве инструмента стирания либо игнорирования касаний экрана ладонью: наличие; Интегрированный датчик освещенности для автоматической коррекции яркости подсветки: наличие; Все доступные порты ввода и вывода цифрового видеосигнала должны поддерживать максимальную величину разрешения и частоты экрана; Интегрированные функции трансляции экрана или его части на подключенные устройства учеников, в том числе дистанционным способом, с возможностью последующего сохранения и редактирования стенограммы урока: наличие; Встроенная индукционная и акустическая система: наличие; Наличие вычислительного блока, устанавливаемого в специализированный слот на корпусе интерактивного комплекса, позволяющий выполнять снятие и установку блока, не разбирая интерактивный комплекс: требуется; Наличие разъема для подключения вычислительного блока - должен иметь, как минимум, контакты электропитания вычислительного блока от встроенного блока питания интерактивного комплекса, контакты для подключения цифрового видеосигнала и USB для подключения сенсора касания; Разрешение на выходе видеоадаптера вычислительного блока при работе с интерактивным комплексом: не менее 3840x2160 пикселей при 60 Гц;</p>		
16	Доска магнитно-маркерная поворотная двусторонняя	<p>Доска изготовлена на основе стального листа толщиной не менее 0,5 мм Поверхность: гладкая Подложка ДВП толщиной не менее 7 мм Толщина</p>	Назначение: для письма маркером	1

		доски не менее 7,5 мм Алюминиевый лоток: в наличие Обрамление из алюминиевого профиля Возможность использования магнитов: наличие Габаритные размеры: ширина не менее 1500 мм, высота не менее 1000 мм		
17	Мобильный компьютер	Жесткая, неотключаемая клавиатура: наличие; Русская раскладка клавиатуры: наличие; Диагональ экрана: не менее 15,6 дюймов; Разрешение экрана: не менее 1920x1080 пикселей; Количество ядер процессора: не менее 4; Количество потоков: не менее 8; Базовая тактовая частота процессора: не менее 1 ГГц; Максимальная тактовая частота процессора: не менее 2,5 ГГц; Кэш-память процессора: не менее 6 Мбайт; Объем установленной оперативной памяти: не менее 8 Гбайт; Объем поддерживаемой оперативной памяти (для возможности расширения): не менее 24 Гбайт; Объем накопителя SSD: не менее 240 Гбайт; Время автономной работы от батареи: не менее 6 часов; Вес ноутбука с установленным аккумулятором: не более 1,8 кг; Внешний интерфейс USB стандарта не ниже 3.0: не менее трех свободных; Внешний интерфейс LAN (использование переходников не предусмотрено): наличие; Наличие модулей и интерфейсов (использование переходников не предусмотрено): VGA, HDMI; Беспроводная связь Wi-Fi: наличие с поддержкой стандарта IEEE 802.11n или современнее; Web-камера: наличие; Манипулятор "мышь": наличие; Предустановленная операционная система с графическим пользовательским интерфейсом, обеспечивающая работу распространенных образовательных и общесистемных приложений: наличие.	Форм-фактор: ноутбук;	5
18	Мультиметр	Виды измерений параметров электрической цепи: сила тока, напряжение переменное, напряжение постоянное, сопротивление. Питание - батарея 9 В. Вес 140 г.		3
19	Паяльная станция	Мощность, Вт - 48. Напряжение, В - 220. Форма жала - конус. Материал рукояти - пластик. Максимальная температура нагрева, °С - 450. Подставка для паяльника - наличие. Регулировка нагрева - наличие.		1
20	Набор ручного инструмента (отвертки, молотки, напильники и т. д.)	В набор входят: 7 отверток, молоток, плоскогубцы, разводной ключ, 5 напильников. Материал изготовления рабочей части инструментов – металл. Материал изготовления ручек отверток, плоскогубцев – пластик. Материал изготовления ручек молотка, напильников – дерево.		3
21	Набор шестигранных ключей	Набор ключей шестигранных с шаром. Количество ключей в наборе 9 шт. Тип ключей – угловые. Максимальный размер ключа в наборе - 10 мм.		3
22	Набор отверток	Набор отверток с магнитным наконечником. Количество отверток в комплекте 6 шт.		3

Учебная мебель				
№	Наименование	Технические характеристики	Краткое описание применения	Количество
1	Стол ученический	Регулировка наклона столешницы: нет. Регулировка по высоте: да. Ростовая группа: 3, 4, 5, 6, 7. Тип: Двухместный. Конструкция стола соответствует следующим параметрам: длина столешницы 1200 мм, ширина столешницы 500 мм. Столешница изготовлена из ламинированной ДСП толщиной 16 мм, облицована химостойким пластиком. Передний щит (экран) стола изготовлен из ламинированной ДСП толщиной 16 мм. ЛДСП имеет плотность 750 кг/м3. Все видимые торцы деталей изделия покрыты кромкой ПВХ толщиной 2 мм. ЛДСП с пониженным содержанием формальдегидных смол класса эмиссии E1. Углы столешницы закруглены. Металлический каркас изделия разборный. Металлический каркас выполнен из стальной круглой трубы диаметром 32 мм и трубы квадратного сечения 25x25 мм. Толщина стенок металлического каркаса 1,2 мм. Металлический каркас покрыт порошковой краской. Изменение высоты стола осуществляется посредством перемещения трубы в трубе с фиксацией на нужном уровне при помощи болтов. С двух сторон к вертикальным элементам металлокаркаса приварены крючки для портфелей. Торцевые концы закрыты пластиковыми заглушками соответствующей формы.		8
2	Стул ученический	Регулировка по высоте: да. Ростовая группа: 5, 6, 7. Сиденье и спинка изготовлены из гнупоклееной фанеры толщиной 9 мм. Сиденье и спинка покрыты бесцветным гипоаллергенным лаком. Сиденье и спинка имеют скругленные углы. Металлический каркас выполнен из стальной трубы круглого сечения. Толщина стенок металлического каркаса 1,2 мм. Металлический каркас покрыт полимерно-порошковой краской. Диаметр труб металлического каркаса 25 и 30 мм. Стяжка каркаса изготовлена из стальной трубы круглого сечения диаметром 25 мм. Свободные концы труб металлического каркаса оснащены подпятниками из полимеров. Максимально допустимая статическая нагрузка 100 кг. Сиденье и спинка крепятся к металлическому каркасу при помощи мебельных болтов и гаек, и металлических заклепок.		16
3	Шкаф-стеллаж для хранения оборудования			2
Расходные материалы				
№	Наименование	Технические характеристики	Краткое описание применения	Количество
1	Пластик для 3 D принтера	Пластик PETG катушка 1,75 мм. черный Пластик PETG катушка 1,75 мм. белый Пластик PETG катушка 1,75 мм. зеленый	Проектирование конструкций роботов. Для печати дополнительных деталей роботов.	3 3 3

## ***Оценка достижений результатов***

### ***Проверка теоретических знаний:***

Опрос, собеседование, зачёт (итоговый контроль).

### ***Проверка практической подготовки:***

Наблюдение, выполнение самостоятельной работы на практическом выезде на стадион или в поле, соревнования, конференции, выставка работ, отзывы родителей на сайте учреждения, выполнение итогового проекта.

### ***Форма контроля***

Индивидуальный контроль (знание и умение провести порядка диагностики квадрокоптера).

Групповой контроль (выполнение проекта в группе).

Комбинированная форма (практическая выездная: групповая сборка дрона и индивидуальное пилотирование).

Самоконтроль.

### ***Кадровое обеспечение***

Программа реализуется педагогом дополнительного образования.

### ***Методические материалы***

Программа и организация образовательного процесса построены с учетом возрастных особенностей подростков на основе следующих **принципов**:

- добровольность и мотивированность обучения;
- доступность и последовательность: построение учебного процесса от простого к сложному;
- научность: учет современных научных достижений и возрастных особенностей обучающихся;
- наглядность и разнообразие иллюстративных материалов;
- связь теории с практикой: органичное сочетание теоретических знаний и практических умений и навыков;
- актуальность: приближенность содержания программы к реальным условиям жизни;
- результативность: стремление к достижению высоких результатов;
- динамичность и вариативность занятий.

Для организации занятий предусмотрен отдельный кабинет, оборудованный рабочими местами для занятий подгруппами 2-3 человека. Рабочее место включает в себя набор инструментов, персональный компьютер с доступом к сети Internet.

Занятия проводятся по 45 минут с перерывом 10 минут. Первая часть 5-10 минут обзорная, производится оценка задания, и нахождение способов его решения. Предусматривается наличие готовых деталей для сборки, а так-же изготовление деталей своими руками.

Для работы применяются чертежи, схемы сборки, инструкции.

### ***Список литературы***

Лямин А.Н., Нечаев Р.А., Шведов А.В., Перепелицин А.В., Самарцева А.П., Беляев А.Б. Методические указания к мульти-видео курсу «Мультироторный беспилотник своими руками» проекта «Универсариум» дополнительного образования детей научнотехнической направленности: Учебно-методическое издание – М.: МАТИ, ЦТПО, 2014, 4 части, 101 с

Гололобов В. Н., Ульянов В. И. Беспилотники для любознательных. - СПб.: Наука и Техника, 2018 - 256 с., илл.

Методическое пособие по обучению полетам на квадрокоптере. Научно-техническое направление. Версия 1.2. – М.: 2019

### ***Мультимедийные курсы***

Мульти-видео курс «Мультироторный беспилотник своими руками»

### ***Интернет - ресурсы***

1. <https://www.rc-russia.ru/blog/kak-upravlyat-kvadrokopterom>

2 [https://pikabu.ru/story/uchimsya\\_upravlyat\\_kvadrokopterom\\_byistro\\_bezопасно\\_i\\_byudzhetno\\_5207854](https://pikabu.ru/story/uchimsya_upravlyat_kvadrokopterom_byistro_bezопасно_i_byudzhetno_5207854)

3 <http://droneflyers.ru/2018/10/24/rossijskie-inzhenery-predstavili-model-dronotaksi-budushhego/>

4 <http://Quadrone.ru>