

Департамент образования Вологодской области  
Бюджетное общеобразовательное учреждение Вологодской области  
«Вологодская кадетская школа-интернат имени Белозерского полка»



ПРИНЯТА  
педагогическим советом  
(протокол от 30.08.2024 г. №1)



УТВЕРЖДЕНА  
приказом директора  
от 30.08.2024 г. № 118  
А. А. Чердынцев

**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
«Беспилотные авиационные системы»**

Направленность: техническая  
Возраст обучающихся: 12-17 лет  
Трудоемкость: 144 часа  
Уровень сложности освоения: стартовый

Педагоги дополнительного образования:  
Миронов Александр Леонидович,  
Богатырев Вячеслав Викторович,  
Афоничев Олег Михайлович,  
Проничев Александр Владимирович.

г. Сокол  
2024 г.

## **Организация – разработчик**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт развития профессионального образования»

### **Рецензенты:**

**А.А. Савин**, ведущий инженер – исследователь АО «Российская корпорация ракетно–космического приборостроения и информационных систем», кандидат технических наук,

**Н.З. Попов**, руководитель отдела образовательных услуг ООО «ООО «Геоскан Москва».

**Ю.Д. Демонов**, преподаватель ГБПОУ города Москвы «Московский государственный образовательный комплекс», член Методического объединения геоинформационных технологий, юриспруденции и права.

## Содержание

<b>1. Пояснительная записка.....</b>	
<b>2. Учебный план программы.....</b>	
<b>3. Учебно- тематический план.....</b>	
<b>4. Содержание программы.....</b>	
<b>5. Календарный учебный график.....</b>	
<b>6. Оценочные материалы.....</b>	
<b>7. Ресурсное обеспечение.....</b>	
<b>8. Список литературы.....</b>	

## 1. Пояснительная записка Введение

Программа «Беспилотные авиационные системы» (далее – Программа) рассчитана на обучающихся в возрасте 12 – 17 лет, срок реализации программы 1 учебный год. Программа предполагает развитие обучающихся в области моделирования, программирования, пилотирования, а также направлена на формирование знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами, способствует развитию инженерно-конструкторского мышления. Программа «Беспилотные авиационные системы» разработана с учетом возрастных особенностей и интересов целевой аудитории обучающихся.

Программа является авторской и составлена для организации дополнительной деятельности на базе основного общего, среднего общего образования и ориентирована на обучающихся, проявляющих интересы и склонности в области информатики, математики, физики, технологии, основ безопасности жизнедеятельности и авиации.

### **Нормативные основания для разработки программы:**

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273–ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.06.2023 № 1630–р «Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года и плана мероприятий по ее реализации»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678–р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу распоряжения Правительства Российской Федерации от 04.09.2024 № 1726-р»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648–20 «Санитарно–эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

**Направленность программы – техническая.**

**Актуальность программы.**

В соответствии с утвержденной Правительством Российской Федерации распоряжением от 21 июня 2023 № 1630–р Стратегией развития беспилотной авиации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года, в ближайшие шесть с половиной лет в России должна появиться новая отрасль экономики, связанная с производством и использованием гражданских беспилотных аппаратов. Данная Программа в рамках федерального проекта<sup>1</sup> «Кадры для Беспилотных авиационных систем» национального проекта «Беспилотные авиационные системы» обеспечивает обучающимся возможность освоить знания в области беспилотных летательных аппаратов, навыки программирования, моделирования и пилотирования, которые в настоящее время являются востребованными. Концепция Программы оказывает влияние на расширение дополнительного образования обучающихся, реализацию молодежной политики и создание системы подготовки специалистов в области разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем, а также контроль за уровнем квалификации таких специалистов. При реализации проекта большое внимание уделяется привлечению обучающихся образовательных организаций к участию в программах по беспилотным авиационным системам. Таким образом, возможно усилить технологический потенциал для обеспечения безопасности страны, повышения эффективности экономики и улучшения качества жизни граждан. В итоге в России должна возникнуть новая экономическая отрасль, связанная с разработкой и использованием гражданских беспилотных аппаратов.

**Новизна** этой программы заключается в интеграции современных и инновационных достижений в области малой беспилотной авиации, а также использовании цифровых технологий, включая цифровой образовательный контент.

**Методы и формы реализации Программы:**

- одним из ключевых методов является **проектно–ориентированное обучение**, которое позволяет обучающимся принимать активное участие в разработке и реализации реальных проектов, связанных с использованием БАС. Этот метод способствует углублению знаний, развитию творческого мышления и навыков командной работы;
- **интерактивные методы обучения**, такие как симуляция и виртуальные лаборатории, играют важную роль в подготовке специалистов по БАС. Специальные программные комплексы позволяют моделировать различные сценарии полета дронов,

---

<sup>1</sup> <https://firpo.ru/activities/projects/federalnyy-proyekt-kadry-bas/>

анализировать поведение аппаратов в сложных условиях и проводить эксперименты без риска повреждения дорогостоящей техники;

– **практические занятия**, где обучающиеся могут непосредственно управлять беспилотными авиационными системами, являются неотъемлемой частью учебного процесса. Эти занятия позволяют отработать навыки управления дроном, оценить его поведение в различных ситуациях и усовершенствовать технику пилотирования;

– **теоретические лекции и семинарские занятия**, направленные на изучение основ беспилотных авиационных систем, принципов полета и управления, технического устройства и аспектов применения БАС в различных отраслях;

– **соревновательный метод** – это способ выполнения практических упражнений в форме соревнований. Сущность метода заключается в использовании соревнований в качестве средства повышения уровня подготовленности обучающихся.

**Формами организации занятий** являются групповая (теоретическая часть) и индивидуально – групповая (практическая часть).

**Педагогическая целесообразность** настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, технологию пилотирования и управления, а также отточить свои навыки в пилотировании БАС и получить соревновательный опыт на различных тренировочных базах.

Настоящая программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности при освоении программы.

**Цель** Программы дополнительного образования предполагает формирование и развитие профессиональной ориентации обучающегося, развитие интеллектуальных способностей и познавательного интереса к беспилотным авиационным системам.

**Задачи:**

**Личностные (воспитательные):**

- воспитать интерес к технике и труду, развивать творческие способности и формировать конструкторские умения и навыки;
- привить культуру производства и сборки беспилотных авиационных систем;
- сформировать чувства коллективизма, взаимопомощи;

- воспитать волю, чувство самоконтроля, ответственности;
- сформировать сознательное отношение к безопасности труда при изготовлении моделей;
- воспитать гражданственность, толерантность, духовно – нравственное самосознание;
- формировать патриотическую позицию подростка через включение его в техническое творчество и познавательную деятельность.

#### **Метапредметные (развивающие):**

- развить у обучающихся элементы технического мышления, изобретательности, творческой инициативы;
- развить глазомер, быстроту реакции;
- развить усердие, терпение в освоении знаний;
- формировать осознание роли техники и технологий для прогрессивного развития общества;
- повышение сенсорной чувствительности, развитие мелкой моторики и синхронизации работы обеих рук за счет обучения пилотирования беспилотных летательных аппаратов;
- развитие психофизиологических качеств учеников: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

#### **Предметные (обучающие):**

- выработка навыков пилотирования беспилотных летательных аппаратов;
- дать первоначальные знания о конструкции беспилотных летательных аппаратов;
- научить правилам обслуживания, сборки беспилотных летательных аппаратов;
- научить программированию БАС;
- ознакомить с правилами безопасной работы с инструментами;
- ознакомить с принципом работы авиамodelьных двигателей и их грамотной эксплуатации;
- дать первоначальные знания по радиоэлектронике и обучить принципам работы радиопередающего оборудования, его настройкой;
- дать знания в области 3D – моделирования и проектирования БАС;
- обучить правилам безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

**Сроки реализации Программы:** 144 часа.

**Уровень программы:** одноуровневая (базовый уровень освоения).

**Режим занятий:** группа из 12 человек, 2 раза в неделю по 2 часа (4 часа в неделю, 16 часов в месяц, 144 часа в год); 1 академический час - 45 минут, перемена 15 минут.

**Планируемые результаты обучения:**

**В результате обучения обучающиеся в конце учебного года овладеют** необходимой системой знаний, умений и навыков.

Будет <i>знать и уметь</i> в рамках освоения базового уровня:	
<i>Знать:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– технику безопасности при работе с инструментами и электрооборудованием;</li><li>– основы БАС;</li><li>– основ технического устройства и компонентов БАС;</li><li>– языки программирование БАС;</li><li>– значение и применение БАС в современном мире;</li><li>– особенности регулировки и управления квадрокоптером;</li><li>– устройство и принцип работы электродвигателей.</li></ul>
<i>Уметь:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– пользоваться рабочим инструментом;</li><li>– работать с электрооборудованием;</li><li>– осуществлять пилотирование квадрокоптеров;</li><li>– управлять квадрокоптером FPV;</li><li>– настраивать частоты видео передающих устройств;</li><li>– настраивать полетный контроллер квадрокоптера;</li><li>– настраивать аппаратуру управления;</li><li>– заряжать аккумуляторы.</li></ul>
Будет <i>знать и уметь</i> в рамках освоения продвинутого уровня:	
<i>Знать:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– устройство и принцип работы радиопередатчиков;</li><li>– процедуру получения, обработки и анализа данных полета БАС;</li><li>– принцип работы фото передающих устройств;</li><li>– правила эксплуатации аккумуляторов</li><li>– процесс 3D – моделирования и проектирования БАС.</li></ul>
<i>Уметь:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– диагностировать и исправлять ошибки в работе программного обеспечения при работе с данными, полученными при работе с полезной нагрузкой;</li><li>– моделировать и производить печать комплектующих моделей БАС на 3 – D принтере.</li></ul>
По окончании курса будет обладать следующими <i>качествами:</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>– творчески подходить к сборке квадрокоптера;</li><li>– уметь анализировать;</li><li>– доводить начатое дело до конца;</li><li>– выполнять поручения коллектива, работать в группе;</li><li>– оказывать помощь в работе над моделью ровесникам и младшим ребятам;</li><li>– стремиться соревноваться, проявлять себя в соревновании.</li></ul>



**Процесс набора и формирования групп.** Образовательные организации руководствуются внутренними нормативно – правовыми основаниями при формировании процесса набора и укомплектовки групп на программы дополнительного образования.

## 2. Учебный план программы

Наименование уровня программы	Номер и наименование модуля	Всего часов	Теория	Практика
Базовый уровень изучения.	Модуль №1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС»	8	8	0
	Модуль №2. «Техническое устройство и компоненты БАС»	8	6	2
	Модуль №3. «Принципы полета и управления БАС»	36	2	34
	Модуль №4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python»	10	0	10
	Модуль №5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи C++»	10	2	8
	Модуль №6. «Использование датчиков БАС и сбор данных»	12	4	8
	Модуль №7. «Обработка и анализ данных полета БАС»	8	4	4
	Модуль №8. «Применение БАС в различных отраслях»	12	12	0
	Модуль №9. «3D – моделирование и проектирование БАС»	30	7	23
	Модуль №10. «Гоночный БАС»	10	2	8
<b>Итого:</b>		<b>144</b>	<b>47</b>	<b>97</b>

### 3. Учебно–тематический план

3.1. УТП программы состоит из одного базового уровня освоения. Содержание каждого уровня построено на модульном принципе. Структурной единицей учебного модуля являются темы. В реализации программы применяется поэтапная технология обучения от «простого» к «сложному».

3.2. Важная роль при освоении программы отводится материалам, разработанным в рамках применения цифрового образовательного контента.

3.3. По окончании каждого модуля программой предусмотрена форма контроля в виде тематического опроса, практического задания, проектной работы.

Наименование уровня программы	Номер и наименование модуля	Трудоемкость всего часов	Теория	Практика	Форма контроля	Материал для ЦОК (цифровой образовательный контент) *
Базовый уровень освоения программы.	<b>Модуль №1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 1.</b>
	Тема 1. Вводное занятие (техника безопасности).	2	2	0		
	Тема 2. Теоретические основы БАС.	2	2	0		
	Тема 3. Архитектура БАС.	2	2	0		
	Тема 4. Значение и применения БАС в современном мире.	2	2	0	Опрос в рамках пройденных тем	
	<b>Модуль №2. «Техническое устройство и компоненты БАС».</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 2.</b>
	Тема 1. Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного типов.	2	2	0		
	Тема 2. Классификация беспилотных летательных аппаратов.	2	2	0		
	Тема 3. Комплекс управления БАС.	2	0	2		

Тема 4. Российские производители БАС и их цели.	2	2	0	Опрос в рамках пройденных тем	
<b>Модуль №3. «Принципы полета и управления БАС».</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 3.</b>
Тема 1. Безопасность полетов.	2	1	1		
Тема 2. Техника базового пилотирования FPV.	12	0	12		
Тема 3. Управление БАС.	2	1	1		
Тема 4. Практика полетов БАС.	8	0	8		
Тема 5. Аэродинамика и динамика полета.	2	0	2		
Тема 6. Полеты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг.	6	0	6		
Тема 7. Захват груза.	2	0	2		
Тема 8. Выполнение контрольного полетного задания.	2	0	2	Выполнить полет с поднятием груза	
<b>Модуль №4. Программирование для полетов внутри помещения Python».</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 4.</b>
Тема 1. Основы программирования БАС на Python.	4	0	4		
Тема 2. Работа со списком данных.	2	0	2		
Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС.	2	0	2		
Тема 4. Создать скрипт на языке программирования Python для самостоятельного управления квадрокоптером в помещении без использования сигнала GPS.	2	0	2	Практическое задание	

<b>Модуль №5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи C++».</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 5.</b>
Тема 1. Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов. (программирование автономного полета) (Outdoor и Indoor).	2	0	2		
Тема 2. Общие сведения о языке программирования C++.	2	2	0		
Тема 3. Реализация C++ в программировании дронов.	2	0	2		
Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС.	2	0	2		
Тема 5. Создать скрипт на языке программирования C++.	2	0	2	Практическое задание	
<b>Модуль №6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 6.</b>
Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных.	4	2	2		
Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS.	4	2	2		
Тема 3. Датчики при сборке в мастерской.	4	0	4	Практика сборки	
<b>Модуль №7. «Обработка и анализ данных полета БАС».</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 7.</b>
Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки.	4	2	2		
Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки.	4	2	2		
<b>Модуль №8. «Применение БАС в различных отраслях».</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 8.</b>

Тема 1. Технология применения БАС в геодезии и картографии.	4	4	0		
Тема 2. Технологии применения БАС в других отраслях, таких как: – лесное хозяйство; – охрана окружающей среды; – сельскохозяйственные работы.	8	8	0	Проектная работа. Доклад о технологии применения	
<b>Модуль №9. «3D – моделирование и проектирование БАС».</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>23</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 9.</b>
Тема 1. Основы авиамоделирования самолетного типа.	8	2	6		
Тема 2. Основы 3D – моделирования.	2	2	0		
Тема 3. ПО для 3D – моделирования.	4	0	4		
Тема 4. Подготовка 3D – модели к печати.	6	0	6		
Тема 5. Использование 3D– принтера для печати комплектующих.	4	2	2		
Тема 6. Выбор навесного оборудования БАС.	4	0	4		
Тема 7. Материалы для производства БАС.	2	1	1	Произвести модель для печати.	
<b>Модуль №10 «Гоночный БАС».</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>Тест</b>	<b>ЦОК № 10.</b>
Тема 1. Гоночный БАС.	2	1	1		
Тема 2. Классы, правила, судейство.	2	1	1		
Тема 3. Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства.	2	0	2		
Тема 4. Гоночные трассы». 4.1 В открытом пространстве.	2	0	2		

	4.2 На FPV.					
	Тема 5. Прохождение гоночного испытания.	2	0	2	Прохождение гоночного испытания	
<b>Итого:</b>		<b>144</b>	<b>47</b>	<b>97</b>		

\* – <https://firpo.ru/activities/projects/>

## Содержание программы

### 3.4. Базовый уровень освоения

#### Модуль № 1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура

Тема 1. Вводное занятие. Техника безопасности.

Лекция: Инструктаж по технике безопасности. Техника безопасности. Правила поведения в помещении, где проводятся занятия.

Тема 2. Теоретические основы БАС.

Лекция: Знакомство с беспилотными авиационными системами (БАС).

Определение Беспилотной Авиационной Системы (БАС).

Тема 3. Архитектура БАС.

Лекция: Значение архитектуры для эффективного функционирования и управления БАС. Компоненты БАС самолетного типа.

Тема 4. Значение и применения БАС в современном мире.

Лекция: Роль технических характеристик и различных видов БАС в решении различных задач.

#### Модуль № 2. «Техническое устройство и компоненты БАС».

Тема 1. Основные технические характеристики БАС, вертолетного и самолетного типов.

Лекция: Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного Типа 2.

Классификация беспилотных летательных аппаратов.

Лекции: Виды и технические характеристики БАС: Аэростатические БАС, Реактивные БАС, БАС самолетного типа, БАС вертолетного типа, мультикоптерные и гибридные БАС.

Тема 3. Комплекс управления БАС.

Практика: Способы оборудования управления системы БАС.

Тема 4. Российские производители БАС и их цели.

Лекция: Основные Российские производители БАС. Вклад в развитие отечественной индустрии БАС.

#### Модуль № 3. «Принципы полета и управления БАС».

Тема 1. Безопасность полетов.

Лекция: Определение безопасности полетов в контексте БАС. Значение безопасности для эффективного и надежного функционирования БАС. Анализ рисков и опасностей.

Практика: Выполнение безопасного полета.

Тема 2. Техника базового пилотирования FPV.

Практика: Тренажер FPV, управление БАС. В симуляторе выполните взлет с точки старта и посадку на точно обозначенную площадку, используя FPV – режим для управления. Пролетите сквозь серию ворот или между обозначенными маркерами, сохраняя стабильную высоту и скорость, в режиме FPV. Выполните полет по заранее заданному маршруту с изменением высоты, используя как FPV, так и вид с третьего лица для сравнения эффективности управления. Выполните серию разворотов на 180 градусов на ограниченной территории, используя FPV для точного маневрирования. Выполните задачу по сбору объектов с различных точек карты, используя FPV для навигации и точности при приближении к каждому объекту.

Тема 3. Управление БАС.

Лекция: Принципы управления самолетными БАС. Практика: выполните взлет БАС самолетного типа, достигните заданной высоты и стабилизируйте полет на прямой линии. Осуществите серию поворотов.

Тема 4. Практика полетов БАС.

Практика: Практика полетов БАС.

Тема 5. Аэродинамика и динамика полета.

Практика: Выполните полет на дроне в симуляторе при различных условиях полета. (Задание включает в себя выполнение маневров высшего пилотажа, полеты на разной скорости и высоте, а также в различных погодных условиях).

Тема 6. Полеты в ограниченном пространстве, дрон – рейсинг.

Практика: Выполните задание полет дрона в ограниченном пространстве, внутри здания или сквозь узкие проходы между препятствиями.

Тема 7. Захват груза.

Практика: Выполните задание захват и перемещение груза, аккуратная транспортировка.

Тема 8. Выполнение контрольного полетного задания.

Практика: Выполните контрольное задание по модулю. Пролететь трассу.

#### **Модуль № 4. «Программирование для полетов внутри помещения. Python».**

Тема 1. Основы программирования БАС на Python.

Практика: Основные понятия о программировании и управлении БАС. Основные функции программного полета. Операционные системы и программы для программирования полета.

Тема 2. Работа со списком данных.



Практика: Программирование алгоритмов управления БАС.

Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Практика: Разработка алгоритма автономного полета БАС.

Тема 4. Практическое задание: Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа внутри помещения (В отсутствии GPS сигнала).

### **Модуль № 5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи C++».**

Тема 1. Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов (программирование автономного полета Outdoor и Indoor).

Практика. Разработать алгоритм автономного полета Outdoor и Indoor.

Тема 2. Общие сведения о языке программирования C++.

Лекция: Основные понятия. Алфавит языка. Простые операции.

Тема 3. Реализация C++ в программировании дронов.

Практика: Применение практических навыков программирования.

Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС.

Практика: Программировать беспилотник на выполнение простейших действий «вверх, вниз», «влево, вправо».

Тема 5. Написать программу на C++.

Практика: Выполнить скрипт написания программы.

### **Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».**

Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных.

Лекция: Как работают датчики. Роль датчиков на устройстве. Практика: как датчики работают с информацией.

Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS.

Лекция: Определение датчиков и их роль в системе управления и навигации БАС. Значение датчиков для обеспечения автономности, стабильности и безопасности полета.

Практика: Интегрируйте датчики в систему управления дрона, подключив их к ардуино–контроллеру полета.

Тема 3. Датчики при сборке в мастерской.

Практика: Тренажер Дальномер расстояние в мастерской.

### **Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».**

Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки.

Лекция: Изучение технологии сбора и обработка данных фотограмметрия съемки.

Практика: Анализ полученных данных по средствам фотограмметрической съемки.

Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки.

Лекция: Изучение технологии сбора и обработка данных ортофотосъемки.

Практика: Анализ полученных данных по средствам ортофотосъемки.

### **Модуль № 8. «Применение БАС в различных отраслях».**

Тема 1. Технология применения БАС в геодезии и картографии.

Лекция: Развитие и применения БАС в геодезии и картографии. Сбор и обработка данных. Процедура по использованию воздушного пространства.

Тема 2. Технологии, применяемые БАС в других отраслях, таких как:

- лесное хозяйство;
- охрана окружающей среды;
- сельскохозяйственные работы.

Лекция: Мониторинг и инвентаризация угодий. Создание электронных карт полей.

Лекция: Уточнение границ лесничеств. Выявление и оценка ущерба от чрезвычайных ситуаций.

Лекция: Сбор, анализ и актуализация данных о состоянии окружающей среды. Фиксация выявленных нарушений экологического законодательства. Выявление несанкционированных свалок и определение их объемов.

### **Модуль № 9. «3D – моделирование и проектирование БАС».**

Тема 1. Основы авиамоделирования самолетного типа.

Лекция: Определение авиамоделирования и его значение в обучении, развлечениях и научных исследованиях. Практика: выбрать материалы и собрать корпус БАС.

Тема 2. Основы 3D – моделирования.

Лекция: Основные термины и понятия в 3D – моделировании. Процесс создания 3D моделей.

Тема 3. Программное обеспечение для 3D – моделирования.

Практика: Проектирование корпуса и деталей БАС.

Тема 4. Подготовка 3D – модели к печати.

Практика: Подготовить 3D-модель для печати на 3D-принтере. Отработать применение соответствующего инструментария программного обеспечения.

Тема 5. Использование 3D – принтера, печать комплектующих БАС.

Лекция: технология работы 3D принтера.

Практика: Печать комплектующих деталей. Шлифовка и обработка деталей.

Тема 6. Выбор навесного оборудования БАС.

Практика: Эксплуатация навесного оборудования БАС.

Тема 7. Материалы для производства БАС.

Лекция: Значение правильного выбора материалов для производства БАС.

Практика: Выбрать оптимальные материалы для производства корпуса БАС с учетом требований по прочности, аэродинамике и экономической эффективности.

### **Модуль № 10. «Гоночный БАС».**

Тема 1. Гоночный БАС.

Лекция: Определение гоночного БАС и их роль в соревнованиях и чемпионатах.

Практика: Разработать и настроить спортивную БАС для участия в гонках.

Тема 2. Классы, правила, судейство.

Лекция: значение соревнований по БАС для развития индустрии и технологий в области беспилотной авиации.

Практика: Подготовка к участию в соревнованиях по автономному пилотированию, соблюдая правила и требования к участникам.

Тема 3. Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства.

Практика: Улучшение навыков маневрирования и навигации путем прохождения сложных маршрутов на время.

Тема 4. Гоночные трассы.

Практика: Прохождение гоночных трасс в открытом пространстве.

Практика: Прохождение гоночных трасс на симуляторе, отработка сложных маршрутов.

Тема 5. Прохождение гоночного испытания. Практика: Прохождение гоночных трасс на время, выполнение сложных и простых гоночных испытаний.

#### 4. Календарный учебный график

Наименование (номер) группы	Сроки реализации, количество учебных недель	Дисциплины (модули). Базовый уровень освоения	Всего академ. часов в год	Количество занятий в неделю	Продолжительность. одного занятия (мин)
1	2	Модуль № 1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».	8	2	45
1	4	Модуль № 2. «Техническое устройство и компоненты БАС».	8	2	45
1	18	Модуль № 3. «Принципы полета и управления БАС».	36	2	45
1	5	Модуль № 4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python».	10	2	45
1	5	Модуль № 5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи C++».	10	2	34
1	6	Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».	12	2	45
1	4	Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС».	8	2	45
1	6	Модуль № 8. «Применение БАС в различных отраслях»	12	2	45
1	15	Модуль № 9. «3D – моделирование и проектирование БАС».	30	2	45
1	5	Модуль № 10. «Гоночный БАС».	10	2	45

## 5. Оценочные материалы

### 5.1. Формы диагностики успешного освоения модулей программы

Наименование модуля	Формы занятий	Формы подведения итогов	Уровни освоения знаний		
			Низкий уровень знаний	Средний уровень знаний	Отсутствие знаний
<b>Базовый уровень освоения программы</b>					
<b>Модуль № 1.</b> <b>«Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».</b>	Лекции, дискуссии (теоретические занятия)	Опрос слушателей по пройденным темам, подведение итогов диагностики освоения модуля. Темы для опроса: – правила техники безопасности; – определение БАС; – компоненты БАС; – значение и применение БАС; – роль БАС в современном мире, какие задачи решают при помощи БАС	Отсутствие знаний, слабые знания о пройденном материале	Незначительные затруднения в ответах по терминологии и определениях БАС	Прочные знания в правилах техники безопасности, определениях, применении и структуре БАС
<b>Модуль № 2.</b> <b>«Техническое устройство и компоненты БАС».</b>	Лекции, дискуссии (теоретические занятия). Практические занятия	Опрос слушателей по пройденным темам, подведение итогов диагностики освоения модуля. – технические характеристики БАС (вертолетного/самолетного типа); – Классификации БАС; – Российские производители БАС	Отсутствие знаний, слабые знания о пройденном материале	Незначительные пробелы в знаниях терминологии и определениях технического устройства БАС	Прочные знания в области технического устройства. Знания по параметрам классификации БАС. Технические характеристики самолетного и вертолетного типа
<b>Модуль № 3.</b> <b>«Принципы полета и управления БАС».</b>		Выполнение полетного задания: Пилотирование при помощи симуляторов и FPV. (прохождение трассы за 20 секунд)	Слабое умение пилотирования	Умение правильно пользоваться оборудованием	Уверенная работа в программе FPV
<b>Модуль № 4.</b> <b>«Программирование БАС для полетов внутри</b>	Практические занятия	Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа, внутри	Модель не летает	Не уверенное управление	Модель летает

помещения Python».		помещения». (В отсутствии GPS сигнала). – движение модели			
<b>Модуль № 5.</b> <b>«Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи C++».</b>	Лекции, дискуссии (теоретические занятия). Практические занятия	Написать программу C++: – движение модели «вверх–вниз»; – движение «открыть, закрыть захват»	Слабое умение программирования	Умение правильно пользоваться оборудованием	Уверенная работа с программой
<b>Модуль № 6.</b> <b>«Использование датчиков БАС и сбор данных».</b>	Лекции, дискуссии (теоретические занятия).	Использование программного обеспечения для обработки данных и применения, получение информации из полученных данных	Слабый навык сборки и эксплуатации оборудования	Умение правильно пользоваться оборудованием и применение технологии	Уверенная работа с оборудованием для получения информации
<b>Модуль № 7.</b> <b>«Обработка и анализ данных полета БАС».</b>	Практические занятия				
<b>Модуль № 8.</b> <b>«Применение БАС в различных отраслях».</b>	Лекции, дискуссии (теоретические занятия)	Написать доклад, подготовить презентацию на тему: «БАС в различных отраслях»	Не раскрыта тема доклада, презентация не подготовлена	Презентация подготовлена, не раскрыта тема доклада	Выбрана актуальная отрасль применения БАС, доклад полностью раскрывает тему
<b>Модуль № 9.</b> «3D – моделирование и проектирование БАС».	Лекции, дискуссии (теоретические занятия)	Организовать мастер – класс, в рамках которого слушатели смоделируют и оформят модель БАС	Слабый навык сборки и моделирования БАС	Умение правильно пользоваться оборудованием	Уверенная работа, моделирование и сборка модели
<b>Модуль № 10.</b> <b>«Гоночный БАС».</b>	Практические занятия	Проведение итогового гоночного соревновательного полета и участие всех слушателей в соревновании			

## **6. Ресурсное обеспечение**

### **6.1. Требования к помещениям**

6.1.1. Специализированные классы (кружки) создаются на базе общеобразовательных организаций (школ).

6.1.2. Количество рабочих мест для создания специализированного класса (кружка) – не менее 12 рабочих мест для обучающихся.

6.1.3. Для создания специализированных классов (кружков) необходимо предусмотреть помещения для проведения аудиторных, практических занятий и организации полетных зон.

6.1.4. Для проведения аудиторных и практических занятий, которое включает в себя следующие зоны в соответствии с количеством рабочих мест:

- рабочая зона со столами, оборудованная в том числе персональными компьютерами;
- ремонтная станция и зона 3D-печати;
- рабочее место преподавателя;
- малая полетная зона.

Для проведения аудиторных, практических занятий и организации малой полетной зоны рекомендовано обеспечить помещение площадью не менее 100–120 м<sup>2</sup> и высотой потолка не менее 3 м.

6.1.5. Основная полетная зона – оборудованная площадка для дистанционного пилотирования беспилотных воздушных судов рекомендовано обеспечить помещение общей площадью не менее 100 м<sup>2</sup> и высотой потолка не менее 3 м.

6.1.6. Во всех помещениях необходимо обеспечить освещение в соответствии с действующими требованиями (СанПиН) к внутреннему освещению рабочих мест.

6.1.7. Во всех помещениях необходимо обеспечить наличие сети Интернет со скоростью не менее 100 Мб/с.

6.1.8. При организации полетных зон необходимо обеспечить наличие демпфирующего покрытия пола. Поверхность должна быть матовой и иметь неоднородный рисунок. Допустимо использование напечатанных баннеров.

7.1.9 При организации рабочих мест обучающихся для практических работ необходимо обеспечить функциональные системы вентиляции и отопления, позволяющие производить практические занятия, а также наличие контура заземления для электропитания и сети слаботочных подключений с опторазвязкой и внутренним сопротивлением к электропитанию и слаботочным сетям. Необходимо обеспечить создание условий для сохранности дорогостоящего оборудования (складское помещение для хранения, наличие инженерно-технических средств охраны, в том числе системы видеонаблюдения). Обязательно: требование по

пожаробезопасности – наличие проверенного огнетушителя, а также наличие огнеупорных сейфов или сумок для хранения аккумуляторов.

## **6.2. Материально – техническое оснащение площадки проведения образовательного процесса**

### 6.2.1. Общая зона:

- стеллажи для хранения оборудования;
- интерактивный инвентарь;
- ящики для хранения вещей и оборудования.

### 6.2.2. Малая полетная зона:

- сетчатый куб не менее чем 3х3х3м;
- маты для смягчения удара при падении коптеров;
- стационарный модуль; ультразвуковые излучатели маяки (не менее 4 шт.);
- комплект проводов для соединения излучателей; крепление излучателей на стену.

### 6.2.3. Основная полетная зона:

- общая площадь не менее 100–300 м<sup>2</sup>, ограждение защитной сеткой;
- комплект трассы для полетов;
- амортизирующие маты на пол общей полетной зоны;
- система ультразвуковой навигации в помещении, совместимой с БВС.

### 6.2.4. Ремонтная станция и зона 3D–печати:

- стол рабочий монтажника;
- радиоаппаратуры;
- рабочее кресло на колесах;
- стол компьютерный;
- 3D – принтер;
- программное обеспечение для создания 3D – моделей;
- программа для печати 3D – принтера;
- паяльная станция с феном;
- дымоуловитель;
- клеевой пистолет;
- набор надфилей;
- штангенциркуль;
- набор шарнирно–губцевого инструмента;



- ключи для пропеллеров;
- набор инструментов для пайки;
- держатель «Третья рука» с лупой;
- коврик для пайки;
- прибор измерения напряжения батареи;
- рулетка измерительная;
- зажим для моторов;
- набор шестигранных ключей удлиненных;
- набор отверток для точных работ;
- торцевой ключ;
- кримпер;
- шуруповерт + набор бит;
- ноутбук;
- мышь компьютерная;
- ремкомплект, предназначенный для программируемого учебного набора квадрокоптера;
- ремкомплект, предназначенный для конструктора спортивного квадрокоптера;
- тумба для инструментов слесарная.

#### 7.2.5 Рабочее место обучающегося:

- программируемый учебный набор квадрокоптера;
- программируемый учебный квадрокоптер;
- конструктор спортивного квадрокоптера;
- дополнительные аккумуляторы для программируемых учебных наборов квадрокоптеров и спортивных квадрокоптеров;
- FPV очки (шлем);
- клеевой пистолет;
- набор надфилей;
- штангенциркуль;
- набор шарнирно-губцевого инструмента;
- ключ для пропеллеров;
- прибор измерения напряжения LiPo батареи;

- рулетка измерительная;
- зажим для моторов;
- набор шестигранных ключей удлиненных;
- набор отверток для точных работ;
- торцевой ключ;
- кримпер;
- ноутбук (или ПЭВМ);
- десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ);
- фотограмметрическое программное обеспечение;
- компьютерная мышь;
- симулятор для автономных полетов;
- программное обеспечение для трехмерного моделирования;
- рабочее кресло на колесах;
- тумба для инструментов слесарная;
- стол компьютерный.

#### 7.2.6 Рабочее место педагога:

- ноутбук (или ПЭВМ);
- пульт радиоуправления;
- десктопное программное обеспечение для ноутбука (или ПЭВМ);
- компьютерная мышь;
- стол компьютерный;
- рабочее кресло на колесах;
- МФУ;
- маршрутизатор;
- роутер.

## 7. Список использованной литературы:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273–ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
3. Распоряжение Правительства РФ от 21.06.2023 № 1630–р «Об утверждении Стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года и плана мероприятий по ее реализации».
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678–р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей и признании утратившим силу распоряжения Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 № 1726-р».
5. Организация обслуживания воздушного движения: учебник для среднего профессионального образования / А. Д. Филин, А. Р. Бестугин, В. А. Санников; под научной редакцией Ю. Г. Шатракова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 515 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978 – 5 – 534 – 07607 – 3.
6. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования /Афанасьев, Учебники и учеб. пособ. – Москва: МАИ. ISBN:978–5–85597–093–7.
7. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. — 2–е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 191 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978–5–534–10061–7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541222>.