

**Содержание**

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

## 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[1](#_bookmark0) «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,

1. [https://firpo.ru/activities/projects/federalnyy–proyekt–kadry–bas/](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 получат 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 авиамодельных 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:** 102 часа.

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

**Режим занятий:** группа из 12 человек, 3 раза в неделю по 1 часу

## Планируемые результаты обучения:

**В результате обучения обучающиеся в конце учебного года овладеют**

необходимой системой знаний, умений и навыков.

|  |  |
| --- | --- |
| Будет ***знать и уметь*** в рамках освоения базового уровня: | |
| *Знать*: | * технику безопасности при работе с инструментами и электрооборудованием; * основы БАС; * основ технического устройства и компонентов БАС; * языки программирование БАС; * значение и применение БАС в современном мире; * особенности регулировки и управления квадрокоптером; * устройство и принцип работы электродвигателей. |
| *Уметь:* | * пользоваться рабочим инструментом; * работать с электрооборудованием; * осуществлять пилотирование квадрокоптеров; * управлять квадрокоптером FPV; * настраивать частоты видео передающих устройств; * настраивать полетный контроллер квадрокоптера; * настраивать аппаратуру управления; * заряжать аккумуляторы. |
| Будет ***знать и уметь*** в рамках освоения продвинутого уровня: | |
| *Знать*: | * устройство и принцип работы радиопередатчиков; * процедуру получения, обработки и анализа данных полета БАС; * принцип работы фото передающих устройств; * правила эксплуатации аккумуляторов * процесс 3D – моделирования и проектирования БАС. |
| *Уметь:* | * диагностировать и исправлять ошибки в работе программного обеспечения при работе с данными, полученными при работе с полезной нагрузкой; * моделировать и производить печать комплектующих моделей БАС на 3 – D принтере. |
| По окончанию курса будет обладать следующими ***качествами:*** | * творчески подходить к сборке квадрокоптера; * уметь анализировать; * доводить начатое дело до конца; * выполнять поручения коллектива, работать в группе; * оказывать помощь в работе над моделью ровесникам и младшим ребятам; * стремиться соревноваться, проявлять себя в соревновании. |

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

## Учебный план программы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование уровня программы** | **Номер и наименование модуля** | **Всего часов** | **Теория** | **Практика** |
| Базовый уровень изучения. | Модуль №1. «Основы беспилотных |  |  |  |
| авиационных систем (БАС): | 6 | 6 | 0 |
| архитектура, БАС» |  |  |  |
| Модуль №2. «Техническое устройство и | 6 | 4 | 2 |
| компоненты БАС» |  |  |  |
| Модуль №3. «Принципы полета и | 26 | 2 | 24 |
| управления БАС» |
| Модуль №4. «Программирование БАС | 6 | 0 | 6 |
| для полетов внутри помещения Python» |
| Модуль №5. «Программирование |  |  |  |
| контроллера, установленного на БАС | 6 | 2 | 4 |
| при помощи С++» |  |  |  |
| Модуль №6. «Использование датчиков | 8 | 4 | 4 |
| БАС и сбор данных» |
| Модуль №7. «Обработка и анализ | 6 | 2 | 4 |
| данных полета БАС» |
| Модуль №8. «Применение БАС в | 8 | 8 | 0 |
| различных отраслях» |
| Модуль №9. «3D – моделирование и | 24 | 4 | 20 |
| проектирование БАС» |
| Модуль №10. «Гоночный БАС» | 6 | 2 | 4 |
| **Итого:** | | **102** | **34** | **68** |

## Учебно–тематический план

* + 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».

* + 1. Важная роль при освоении программы отводится материалам, разработанным в рамках применения цифрового образовательного контента.
    2. По окончании каждого модуля программой предусмотрена форма контроля в виде тематического опроса, практического задания, проектной работы.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование уровня программы** | **Номер и наименование модуля** | **Трудоемкост ь всего часов** | **Теория** | **Практика** | **Форма контроля** | **Материал для ЦОК (цифровой образовательный контент) \*** |
| **Базовый уровень освоения программы.** | **Модуль №1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».** | **6** | **6** | **0** | **Тест** | ЦОК № 1. |
| Тема 1. Вводное занятие (техника безопасности). | 2 | 2 | 0 |  |  |
| Тема 2. Теоретические основы БАС. | 2 | 2 | 0 |  |  |
| Тема 3. Архитектура БАС. | 1 | 1 | 0 |  |  |
| Тема 4. Значение и применения БАС в современном мире. | 1 | 2 | 0 | Опрос в рамках пройденных тем |  |
| **Модуль №2. «Техническое устройство и компоненты БАС».** | **6** | **4** | **2** | **Тест** | ЦОК № 2. |
| 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. | 1 | 0 | 1 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Тема 4. Российские производители БАС и их цели. | 1 | 1 | 0 | Опрос в рамках пройденных тем |  |
| **Модуль №3. «Принципы полета и управления БАС».** | **26** | **2** | **24** | **Тест** | ЦОК № 3. |
| Тема 1. Безопасность полетов. | 2 | 1 | 1 |  |  |
| Тема 2. Техника базового пилотирования FPV. | 6 | 0 | 6 |  |  |
| Тема 3. Управление БАС. | 2 | 1 | 1 |  |  |
| Тема 4. Практика полетов БАС. | 6 | 0 | 6 |  |  |
| Тема 5. Аэродинамика и динамика полета. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| Тема 6. Полеты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг. | 4 | 0 | 4 |  |  |
| Тема 7. Захват груза. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| Тема 8. Выполнение контрольного полетного задания. | 2 | 0 | 2 | Выполнить полет с поднятием груза |  |
| **Модуль №4. Программирование для полетов внутри помещения Python».** | **6** | **0** | **6** | **Тест** | ЦОК № 4. |
| Тема 1. Основы программирования БАС на Python. | 3 | 0 | 3 |  |  |
| Тема 2. Работа со списком данных. | 1 | 0 | 1 |  |  |
| Тема 3. Разработка алгоритма автономного полета БАС. | 1 | 0 | 1 |  |  |
| Тема 4. Создать скрипт на языке программирования Python для самостоятельного управления квадрокоптером в помещении без использования сигнала GPS. | 1 | 0 | 1 | Практическое задание |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Модуль №5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи С++».** | **6** | **2** | **4** | **Тест** | ЦОК № 5. |
| 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 С++. | 1 | 1 | 0 |  |  |
| Тема 3. Реализация С++ в программировании дронов. | 1 | 0 | 1 |  |  |
| Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС. | 1 | 0 | 1 |  |  |
| Тема 5. Создать скрипт на языке программирования С++. | 1 | 0 | 1 | Практическое задание |  |
| **Модуль №6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».** | **8** | **4** | **4** | **Тест** | ЦОК № 6. |
| Тема 1. Сенсоры и датчики для сбора данных. | 4 | 3 | 1 |  |  |
| Тема 2. Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS. | 2 | 1 | 1 |  |  |
| Тема 3. Датчики при сборке в мастерской. | 2 | 0 | 2 | Практика сборки |  |
| **Модуль №7. «Обработка и анализ данных полета БАС».** | **6** | **2** | **4** | **Тест** | ЦОК № 7. |
| Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки. | 3 | 1 | 2 |  |  |
| Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки. | 3 | 1 | 2 |  |  |
| **Модуль №8. «Применение БАС в различных отраслях».** | **8** | **8** | **0** | **Тест** | ЦОК № 8. |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 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. | 4 | 4 | 0 | Проектная работа. Доклад о технологии применения |  |
| **Модуль №9. «3D – моделирование и проектирование БАС».** | **24** | **4** | **20** | **Тест** | ЦОК № 9. |
| Тема 1. Основы авиамоделирования самолетного типа. | 6 | 1 | 5 |  |  |
| Тема 2. Основы 3D – моделирования. | 2 | 2 | 0 |  |  |
| Тема 3. ПО для 3D – моделирования. | 4 | 0 | 4 |  |  |
| Тема 4. Подготовка 3D – модели к печати. | 4 | 0 | 4 |  |  |
| Тема 5. Использование 3D– принтера для печати комплектующих. | 2 | 1 | 1 |  |  |
| Тема 6. Выбор навесного оборудования БАС. | 4 | 0 | 4 |  |  |
| Тема 7. Материалы для производства БАС. | 2 | 1 | 1 | Произвести модель для печати. |  |
| **Модуль №10 «Гоночный БАС».** | **6** | **2** | **4** | **Тест** | ЦОК № 10. |
| Тема 1. Гоночный БАС. | 1 | 1 | 0 |  |  |
| Тема 2. Классы, правила, судейство. | 1 | 1 | 0 |  |  |
| Тема 3. Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства. | 1 | 0 | 1 |  |  |
| Тема 4. Гоночные трассы».  4.1 В открытом пространстве. | 1 | 0 | 1 |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 4.2 На FPV. |  |  |  |  |  |
| Тема 5. Прохождение гоночного испытания. | 2 | 0 | 2 | Прохождение гоночного испытания |  |
| **Итого:** | | **102** | **34** | **68** |  |  |

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

**Календарно-тематическое планирование**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № урока | Тема | Дата проведения | | |
|  |  | 1 группа  8в | 2 группа  8,9 кл | 3 группа  10-11 кл |
| 1 | Вводное занятие (техника безопасности). | 2.09 | 7.09 | 2.09 |
| 2 | Вводное занятие (техника безопасности). | 4.09 | 7.09 | 2.09 |
| 3 | Теоретические основы БАС | 6.09 | 7.09 | 6.09 |
| 4 | Теоретические основы БАС | 9.09 | 14.09 | 9.09 |
| 5 | Архитектура БАС. | 11.09 | 14.09 | 9.09 |
| 6 | Значение и применения БАС в современном мире. | 13.09 | 14.09 | 13.09 |
| 7 | Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного типов. | 16.09 | 21.09 | 16.09 |
| 8 | Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного типов. | 18.09 | 21.09 | 16.09 |
| 9 | Классификация беспилотных летательных аппаратов. | 20.09 | 21.09 | 20.09 |
| 10 | Классификация беспилотных летательных аппаратов. | 23.09 | 28.09 | 23.09 |
| 11 | Комплекс управления БАС. | 25.09 | 28.09 | 23.09 |
| 12 | Российские производители БАС и их цели. | 27.09 | 28.09 | 27.09 |
| 13 | Безопасность полетов. | 30.09 | 5.10 | 30.09 |
| 14 | Безопасность полетов. | 2.10 | 5.10 | 30.09 |
| 15 | Техника базового пилотирования FPV. | 4.10 | 5.10 | 4.10 |
| 16 | Техника базового пилотирования FPV. | 7.10 | 12.10 | 7.10 |
| 17 | Техника базового пилотирования FPV. | 9.10 | 12.10 | 7.10 |
| 18 | Техника базового пилотирования FPV. | 11.10 | 12.10 | 11.10 |
| 19 | Техника базового пилотирования FPV. | 14.10 | 19.10 | 14.10 |
| 20 | Техника базового пилотирования FPV. | 16.10 | 19.10 | 14.10 |
| 21 | Управление БАС. | 18.10 | 19.10 | 18.10 |
| 22 | Управление БАС. | 21.10 | 9.11 | 21.10 |
| 23 | Практика полетов БАС. | 23.10 | 9.11 | 21.10 |
| 24 | Практика полетов БАС. | 25.10 | 9.11 | 25.10 |
| 25 | Практика полетов БАС. | 6.11 | 16.11 | 8.11 |
| 26 | Практика полетов БАС. | 8.11 | 16.11 | 11.11 |
| 27 | Практика полетов БАС. | 11.11 | 16.11 | 11.11 |
| 28 | Практика полетов БАС. | 13.11 | 23.11 | 15.11 |
| 29 | Аэродинамика и динамика полета. | 15.11 | 23.11 | 18.11 |
| 30 | Аэродинамика и динамика полета. | 18.11 | 23.11 | 18.11 |
| 31 | Полеты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг. | 20.11 | 30.11 | 22.11 |
| 32 | Полеты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг. | 22.11 | 30.11 | 25.11 |
| 33 | Полеты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг. | 25.11 | 30.11 | 25.11 |
| 34 | Полеты в ограниченном пространстве», дрон – рейсинг. | 27.11 | 7.12 | 29.11 |
| 35 | Захват груза. | 29.11 | 7.12 | 2.12 |
| 36 | Захват груза. | 2.12 | 7.12 | 2.12 |
| 37 | Выполнение контрольного полетного задания. | 4.12 | 14.12 | 6.12 |
| 38 | Выполнение контрольного полетного задания. | 6.12 | 14.12 | 9.12 |
| 39 | Основы программирования БАС на Python. | 9.12 | 14.12 | 9.12 |
| 40 | Основы программирования БАС на Python. | 11.12 | 21.12 | 13.12 |
| 41 | Основы программирования БАС на Python. | 13.12 | 21.12 | 16.12 |
| 42 | Работа со списком данных. | 16.12 | 21.12 | 16.12 |
| 43 | Разработка алгоритма автономного полета БАС. | 18.12 | 28.12 | 20.12 |
| 44 | Создать скрипт на языке программирования Python для самостоятельного управления квадрокоптером в помещении без использования сигнала GPS. | 20.12 | 28.12 | 23.12 |
| 45 | Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов. (программирование автономного полета) (Outdoor и Indoor). | 23.12 | 28.12 | 23.12 |
| 46 | Изучение навыков создания алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов. (программирование автономного полета) (Outdoor и Indoor). | 25.12 | 11.01 | 27.12 |
| 47 | Общие сведения о языке программирования С++. | 27.12 | 11.01 | 10.01 |
| 48 | Реализация С++ в программировании дронов. | 10.01 | 11.01 | 13.01 |
| 49 | Программирование алгоритмов управления БАС. | 13.01 | 18.01 | 13.01 |
| 50 | Создать скрипт на языке программирования С++. | 15.01 | 18.01 | 17.01 |
| 51 | Сенсоры и датчики для сбора данных. | 17.01 | 18.01 | 20.01 |
| 52 | Сенсоры и датчики для сбора данных. | 20.01 | 25.01 | 20.01 |
| 53 | Сенсоры и датчики для сбора данных. | 22.01 | 25.01 | 24.01 |
| 54 | Сенсоры и датчики для сбора данных. | 24.01 | 25.01 | 27.01 |
| 55 | Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS. | 27.01 | 01.02 | 27.01 |
| 56 | Датчики: акселерометр, гироскоп, дальномер GPS. | 29.01 | 01.02 | 31.01 |
| 57 | Датчики при сборке в мастерской. | 31.01 | 01.02 | 3.02 |
| 58 | Датчики при сборке в мастерской. | 3.02 | 8.02 | 3.02 |
| 59 | Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки. | 5.02 | 8.02 | 7.02 |
| 60 | Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки. | 7.02 | 8.02 | 10.02 |
| 61 | Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки. | 10.02 | 15.02 | 10.02 |
| 62 | Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки. | 12.02 | 15.02 | 14.02 |
| 63 | Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки. | 14.02 | 15.02 | 17.02 |
| 64 | Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки. | 17.02 | 1.03 | 17.02 |
| 65 | Технология применения БАС в геодезии и картографии. | 19.02 | 1.03 | 21.02 |
| 66 | Технология применения БАС в геодезии и картографии. | 21.02 | 1.03 | 28.02 |
| 67 | Технология применения БАС в геодезии и картографии. | 26.02 | 8.03 | 3.03 |
| 68 | Технология применения БАС в геодезии и картографии. | 28.02 | 8.03 | 3.03 |
| 69 | Технологии применения БАС в других отраслях, таких как:   * лесное хозяйство; * охрана окружающей среды;   сельскохозяйственные работы. | 3.03 | 8.03 | 7.03 |
| 70 | Технологии применения БАС в других отраслях, таких как:   * лесное хозяйство; * охрана окружающей среды;   сельскохозяйственные работы. | 5.03 | 15.03 | 10.03 |
| 71 | Технологии применения БАС в других отраслях, таких как:   * лесное хозяйство; * охрана окружающей среды;   сельскохозяйственные работы. | 7.03 | 15.03 | 10.03 |
| 72 | Технологии применения БАС в других отраслях, таких как:   * лесное хозяйство; * охрана окружающей среды;   сельскохозяйственные работы. | 10.03 | 15.03 | 14.03 |
| 73 | Основы авиамоделирования самолетного типа. | 12.03 | 22.03 | 17.03 |
| 74 | Основы авиамоделирования самолетного типа. | 14.03 | 22.03 | 17.03 |
| 75 | Основы авиамоделирования самолетного типа. | 17.03 | 22.03 | 21.03 |
| 76 | Основы авиамоделирования самолетного типа. | 19.03 | 5.04 | 24.03 |
| 77 | Основы авиамоделирования самолетного типа. | 21.03 | 5.04 | 24.03 |
| 78 | Основы авиамоделирования самолетного типа. | 24.03 | 5.04 | 4.04 |
| 79 | Основы 3D – моделирования | 4.04 | 12.04 | 7.04 |
| 80 | Основы 3D – моделирования | 7.04 | 12.04 | 7.04 |
| 81 | ПО для 3D – моделирования. | 9.04 | 12.04 | 11.04 |
| 82 | ПО для 3D – моделирования. | 11.04 | 19.04 | 14.04 |
| 83 | ПО для 3D – моделирования. | 14.04 | 19.04 | 14.04 |
| 84 | ПО для 3D – моделирования. | 16.04 | 19.04 | 18.04 |
| 85 | Подготовка 3D – модели к печати. | 18.04 | 26.04 | 21.04 |
| 86 | Подготовка 3D – модели к печати. | 21.04 | 26.04 | 21.04 |
| 87 | Подготовка 3D – модели к печати. | 23.04 | 26.04 | 25.04 |
| 88 | Подготовка 3D – модели к печати. | 25.04 | 17.05 | 28.04 |
| 89 | Использование 3D– принтера для печати комплектующих. | 28.04 | 17.05 | 28.04 |
| 90 | Использование 3D– принтера для печати комплектующих. | 30.04 | 17.05 | 5.05 |
| 91 | Выбор навесного оборудования БАС. | 5.05 | 24.05 | 5.05 |
| 92 | Выбор навесного оборудования БАС. | 7.05 | 24.05 | 12.05 |
| 93 | Выбор навесного оборудования БАС. | 12.05 | 24.05 | 12.05 |
| 94 | Выбор навесного оборудования БАС. | 14.05 |  | 16.05 |
| 95 | Материалы для производства БАС. | 16.05 |  | 19.05 |
| 96 | Материалы для производства БАС. | 19.05 |  | 19.05 |
| 97 | Гоночный БАС. | 19.05 |  | 23.05 |
| 98 | Классы, правила, судейство | 21.05 |  | 23.05 |
| 99 | Построение спортивной тренировки и совершенствование мастерства. | 21.05 |  |  |
| 100 | Гоночные трассы».  4.1 В открытом пространстве. | 23.05 |  |  |
| 101 | Прохождение гоночного испытания. | 23.05 |  |  |
| 102 | Прохождение гоночного испытания. | 23.05 |  |  |

# БАС».

* 1. **Содержание программы**
     1. **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. типов.

Лекция: Основные технические характеристики БАС вертолетного и самолетного Тема 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 С++».

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 С++.

Лекция: Основные понятия. Алфавит языка. Простые операции. Тема 3. Реализация С++ 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 С++.

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.

## Календарный учебный график

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование (номер) группы** | **Дисциплины (модули).**  **Базовый уровень освоения** | **Всего академ. часов в год** | **Количество занятий в неделю** | **Продолжительность. одного занятия (мин)** |
| 1 | Модуль № 1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС». | 6 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 2. «Техническое устройство и компоненты БАС». | 6 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 3. «Принципы полета и управления БАС». | 26 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 4. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python». | 6 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 5. «Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи С++». | 6 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 6. «Использование датчиков БАС и сбор данных». | 8 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 7. «Обработка и анализ данных полета БАС». | 6 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 8. «Применение БАС в различных отраслях» | 8 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 9. «3D – моделирование и проектирование БАС». | 24 | 3 | 45 |
| 1 | Модуль № 10. «Гоночный БАС». | 6 | 3 | 45 |

## Оценочные материалы

* + 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** |
| **Базовый уровень освоения программы** | | | | | |
| **Модуль № 1.**  **«Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».** | 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 |
| **Модуль № 2.**  **«Техническое устройство и компоненты БАС».** | 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 знании терминологии и определениях технического устройства БАС | Прочные знания в области технического устройства. Знания по параметрам классификации БАС. Технические характеристики самолетного и вертолетного типа |
| **Модуль № 3.**  **«Принципы полета и**  **управления БАС».** | 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 |
| **Модуль № 4.**  **«Программирован ие БАС для полетов внутри** | 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 |  |  |  |
| **Модуль № 5.**  **«Программирован ие контроллера, установленного на БАС при помощи С++».** | Лекции, дискуссии (теоретические занятия).  Практические занятия | Написать программу С++:  − движение модели «вверх−вниз»;  − движение «открыть, закрыть захват» | Слабое умение программирова ния | Умение правильно пользоваться оборудованием | Уверенная работа с программой |
| **Модуль № 6.**  **«Использование датчиков БАС и сбор данных».** | Лекции, дискуссии (теоретические занятия).  Практические 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 |
| **Модуль № 7.**  **«Обработка и анализ данных полета БАС».** |
| **Модуль № 8.**  **«Применение БАС в различных отраслях».** | 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 |
| **Модуль № 9. «3D – моделирование и проектирование БАС».** | Лекции, дискуссии (теоретические занятия) Практические 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 |
| **Модуль № 10.**  **«Гоночный БАС».** | Проведение итогового гоночного соревновательного полета и участие всех слушателей в соревновании |  |  |  |

## Ресурсное обеспечение

* + 1. **Требования к помещениям**
       1. Специализированные классы (кружки) создаются на базе общеобразовательных организаций (школ).
       2. Количество рабочих мест для создания специализированного класса (кружка) – не менее 12 рабочих мест для обучающихся.
       3. Для создания специализированных классов (кружков) необходимо предусмотреть помещения для проведения аудиторных, практических занятий и организации полетных зон.
       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 2 и высотой потолка не менее 3 м.

* + - 1. Основная полетная зона – оборудованная площадка для дистанционного пилотирования беспилотных воздушных судов рекомендовано обеспечить помещение общей площадью не менее 100 м2 и высотой потолка не менее 3 м.
      2. Во всех помещениях необходимо обеспечить освещение в соответствии с действующими требованиями (СанПиН) к внутреннему освещению рабочих мест.
      3. Во всех помещениях необходимо обеспечить наличие сети Интернет со скоростью не менее 100 Мб/с.
      4. 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.

## Материально – техническое оснащение площадки проведения образовательного

**процесса**

* + - 1. Общая зона:
         * стеллажи для хранения оборудования;
         * интерактивный инвентарь;
         * ящики для хранения вещей и оборудования.
      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.
      3. Основная полетная зона:
         * общая площадь не менее 100−300 м2, ограждение защитной сеткой;
         * комплект трассы для полетов;
         * амортизирующие маты на пол общей полетной зоны;
         * система ультразвуковой навигации в помещении, совместимой с БВС.
      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.

## 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».

1. 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».
2. 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».

1. 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.
2. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования

/Афанасьев, Учебники и учеб. пособ. – Москва: МАИ. ISBN:978−5−85597−093−7.

1. 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.](https://urait.ru/bcode/541222)