****

**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.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт развития профессионального образования», 2024

**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……………………………………………………………………….**

**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[[1]](#footnote-1) «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, 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, чтопосле 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:** 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 ***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.

**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 С++» | 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 |
| **Итого:** | **144** | **47** | **97** |

**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.** | **Модуль №1. «Основы беспилотных авиационных систем (БАС): архитектура, БАС».** | **8** | **8** | **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. | 2 | 2 | 0 |  |  |
| Тема 4. Значение и применения БАС в современном мире. | 2 | 2 | 0 | Опрос в рамках пройденных тем |  |
| **Модуль №2. «Техническое устройство и компоненты БАС».** | **8** | **6** | **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. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| Тема 4. Российские производители БАС и их цели. | 2 | 2 | 0 | Опрос в рамках пройденныхтем |  |
| **Модуль №3. «Принципы полета и управления БАС».** | **36** | **2** | **34** | **Тест** | ЦОК № 3.  |
| 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  |  |
| **Модуль №4. Программирование для полетов внутри помещения Python».** | **10** | **0** | **10** | **Тест** | ЦОК № 4.  |
| 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 |  |
| **Модуль №5. «Программирование контролера, установленного на БАС при помощи С++».** | **10** | **2** | **8** | **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++. | 2 | 2 | 0 |  |  |
| Тема 3. Реализация С++ в программировании дронов. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| Тема 4. Программирование алгоритмов управления БАС. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| Тема 5. Создать скрипт на языке программирования С++. | 2 | 0 | 2 | Практическое задание |  |
| **Модуль №6. «Использование датчиков БАС и сбор данных».** | **12** | **4** | **8** | **Тест** | ЦОК № 6.  |
| 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 |  |
| **Модуль №7. «Обработка и анализ данных полета БАС».** | **8** | **4** | **4** | **Тест** | ЦОК № 7.  |
| Тема 1. Сбор, обработка и анализ данных фотограмметрической съемки. | 4 | 2 | 2 |  |  |
| Тема 2. Сбор, обработка и анализ данных ортофотосъемки. | 4 | 2 | 2 |  |  |
| **Модуль №8. «Применение БАС в различных отраслях».** | **12** | **12** | **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.
 | 8 | 8 | 0 | Проектная работа. Доклад о технологии применения |  |
| **Модуль №9. «3D – моделирование и проектирование БАС».** | **30** | **7** | **23** | **Тест** | ЦОК № 9.  |
| 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.  |  |
| **Модуль №10 «Гоночный БАС».** | **10**  | **2** | **8** | **Тест** | ЦОК № 10.  |
| 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. 4.2 На FPV. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| Тема 5. Прохождение гоночного испытания. | 2 | 0 | 2 | Прохождение гоночного испытания |  |
| **Итого:** | **72**  | **29** | **43** |  |  |

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

**4.Содержание программы**

**4.1. Базовый уровень освоения**

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

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 типов.

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.

**5. 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 С++». | 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 |

**6. Оценочные материалы**

**6.1. 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. «Программирование БАС для полетов внутри помещения Python».** | Практические занятия | Написать программу на Python для автономного полета БАС мульти роторного типа, внутри помещения». (В отсутствии GPS сигнала).− движение модели  | Модель не летает | Не уверенное управление  | Модель летает  |
| **Модуль № 5. «Программирование 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 программирования  | 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 |  |  |  |

**7. Ресурсное обеспечение**

**7.1. Требования к помещениям**

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

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

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

7.1.4. 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 2 и высотой потолка не менее 3 м.

7.1.5. 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.

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

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

7.1.8. 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.

**7.2. Материально – техническое оснащение площадки проведения образовательного процесса**

7.2.1. Общая зона:

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

7.2.2. 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.

7.2.3. 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.

7.2.4. 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.

**8. 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>.
1. [https://firpo.ru/activities/projects/federalnyy–proyekt–kadry–bas/](https://firpo.ru/activities/projects/federalnyy-proyekt-kadry-bas/) [↑](#footnote-ref-1)