

Министерство просвещения Республики Башкортостан  
Администрация городского округа город Уфа Республики Башкортостан  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Лицей №155 имени  
Героя Советского Союза Ковшовой Натальи Венедиктовны» городского округа город  
Уфа Республики Башкортостан



Дополнительная общеобразовательная программа  
Общеразвивающая программа

## Эксплуатация беспилотных авиационных систем

Возраст обучающихся: 12 – 17 лет

Принято на педагогическом совете №1  
«27» август 2025 год



Лицей №155»

М.В. Дмитриева

Приказ от 27 августа 2025 г.

№ 485

Продолжительность реализации программы: 1  
год

Автор-составитель программы:

Лагутин С.Н. педагог дополнительного  
образования МАОУ «Лицей №155»

Место реализации: МАОУ «Лицей №155» г.  
Уфа ул. Н. Ковшовой 10/1

## 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 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 15 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 10 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 программирования 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<br>уровня<br>программы | Номер и наименование модуля                                                     | Всего<br>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<br>уровня<br>программы | Номер и наименование модуля                                                        | Трудоемкост<br>ь всего часов | Теория   | Практика | Форма<br>контроля             | Материал для ЦОК<br>(цифровой<br>образовательный<br>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:<br>– лесное хозяйство;<br>– охрана окружающей среды;<br>– сельскохозяйственные работы. | 8         | 8        | 0         | Проектная работа.<br>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/>

## **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 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.

### 5. Календарный учебный график

| Наименование<br>(номер)<br>группы | Сроки<br>реализации,<br>количество<br>учебных недель | Дисциплины (модули).<br>Базовый уровень освоения                                  | Всего<br>академ.<br>часов в<br>год | Количество<br>занятий в<br>неделю | Продолжительность.<br>одного занятия<br>(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                                 | 45                                            |
| 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.<br>Темы для опроса:<br>– правила техники безопасности;<br>– определение БАС;<br>– компоненты БАС;<br>– значение и применение БАС;<br>– 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).<br>Практические занятия | Опрос слушателей по пройденным темам, подведение итогов диагностики освоения модуля.<br>– технические характеристики БАС (вертолетного/самолетного типа);<br>– Классификации БАС;<br>– 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 |
| 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                         | 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).<br>– движение модели                                                        |                                                       |                                                                     |                                                                             |
| <b>Модуль № 5.</b><br><b>«Программирование контроллера, установленного на БАС при помощи C++».</b> | Лекции, дискуссии (теоретические занятия).<br>Практические занятия | Написать программу C++:<br>– движение модели «вверх–вниз»;<br>– движение «открыть, закрыть захват»                  | Слабое умение программирования                        | Умение правильно пользоваться оборудованием                         | Уверенная работа с программой                                               |
| <b>Модуль № 6.</b><br><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><br><b>«Обработка и анализ данных полета БАС».</b>                               | Практические занятия                                               |                                                                                                                     |                                                       |                                                                     |                                                                             |
| <b>Модуль № 8.</b><br><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><br><b>«Гоночный БАС».</b>                                                      | Практические занятия                                               | 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<sup>2</sup> 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 м<sup>2</sup> 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 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.

### **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>.