

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«КАСКАД»

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор

ООО «Каскад»

/В.Н. Непоп

Приказ №1 от 01.06.2026 г.



ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ –  
ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ПРОФЕССИИ  
«Оператор беспилотных авиационных систем»  
(с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)  
Общая трудоемкость: 146 ак. ч.

Автор-составитель:  
Баевский А.В.

г. Химки, 2026 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ.....	3
1.1. Цели и задачи реализации программы.....	3
1.2. Нормативная основа разработки образовательной программы.....	3
1.3. Требования к поступающим.....	4
1.4. Общая характеристика программы .....	4
1.5. Профессиональные компетенции профессии .....	4
1.6. Планируемые результаты обучения .....	6
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	13
2.1. Учебный план .....	13
2.2. Календарный учебный график .....	15
2.3. Рабочая программа .....	16
3. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ .....	22
4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....	22
4.1. Условия реализации программы .....	22
4.2. Материально-технические условия реализации программы .....	22
4.3. Требования к кадровым условиям реализации образовательной программы .....	23
4.4. Информационно-методическое обеспечение программы .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	25

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Профессия «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» обретает всё большую значимость в современном мире, где цифровые технологии и автоматизация проникают во все сферы — от сельского хозяйства и мониторинга инфраструктуры до спасательных операций и медиапроизводства. Несмотря на развитие робототехники, именно пилотируемый контроль над компактными дронами остается ключевым инструментом для оперативного сбора данных, аэрофотосъемки и выполнения точных задач в труднодоступных местах. Умение грамотно планировать полетные задания, управлять полезной нагрузкой и обрабатывать полученную информацию делает квалифицированных операторов БАС незаменимыми помощниками в геодезии, энергетике и экологическом надзоре.

Программа профессионального обучения разработана для подготовки таких специалистов, способных уверенно управлять беспилотными воздушными судами в различных условиях, соблюдать регламенты безопасности воздушного пространства и обеспечивать высокое качество собираемых данных в соответствии с актуальными законодательными и техническими стандартами.

### **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

#### **1.1. Цели и задачи реализации программы**

**Цель** реализации программы – приобретение лицами различного возраста профессиональной компетенции, в том числе для работы с конкретным оборудованием, технологиями, аппаратно-программными и иными профессиональными средствами, получение указанными лицами квалификации по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» без изменения уровня образования на базе образовательной организации.

**Основными задачами программы являются:**

- формирование у обучающихся совокупности знаний и умений, необходимых для осуществления трудовых действий и трудовых функций по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)»;
- развитие у обучающихся мотивируемой потребности в получении востребованной профессии, в организации самозанятости на рынке труда;
- оказание обучающимся практико-ориентированной помощи в профессиональном самоопределении, в выборе пути продолжения профессионального образования.

Программа разработана с учетом реализации принципа ориентации на социально-экономическую ситуацию и требования регионального (муниципального) рынка труда.

#### **1.2. Нормативная основа разработки образовательной программы**

Основная программа профессионального обучения – программа профессиональной подготовки по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» — это комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных курсов, оценочных и методических материалов, форм аттестации.

Программа «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» разработана на основе следующих нормативных правовых документов:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Приказ Минпросвещения РФ от 14 июля 2023 г. №534 «Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение»;
3. Приказ Министерства просвещения РФ от 26 августа 2020 г. №438 «Об утверждении

Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»;

4. Приказ Министерства труда РФ от 14.09.2022 г. №526н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее».

Программа профессионального обучения - программа профессиональной подготовки рабочих, служащих по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» направлена на получение трудовой функции, квалификации без изменения уровня образования.

### **1.3. Требования к поступающим**

К освоению программы профессионального обучения – программы профессиональной подготовки по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» лица со средним общим образованием.

### **1.4. Общая характеристика программы**

Основная программа профессионального обучения - профессиональной подготовки по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)» – это комплекс нормативно-методической документации, регламентирующей содержание, организацию и оценку качества подготовки слушателей по профессии.

Формы освоения программы: очная.

Форма организации образовательной деятельности – групповая.

Режим занятий – занятия проводятся по учебному расписанию и предусматривается возможность обучения по индивидуальному учебному плану (графику обучения) в пределах осваиваемой программы профессионального обучения. Начало обучения по мере комплектования учебных групп, набор на обучение в течение всего календарного года.

Язык обучения – русский.

Количество обучающихся в группе – до 4.

Трудоемкость обучения по данной программе – 146 ак. ч.

Общий срок обучения – 12 недель

Продолжительность академического часа составляет 45 минут.

Режим занятий:

Теоретическое обучение – 1-10 неделя: 2 раза в неделю по 3 ак. ч.

Практическое обучение – 11-12 неделя: 10 дней по 8 ч./день.

Квалификационный экзамен – 13 неделя: 6 ак. ч.

В конце обучения предусматривается практическая подготовка в течении 80 часов (2 недели). Практическая практика проходит на предприятии. После окончания обучающиеся допускаются к итоговой аттестации в виде квалификационного экзамена.

Итоговый документ - выдается свидетельство по профессии «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)».

### **1.5. Профессиональные компетенции профессии**

Наименование вида профессиональной деятельности: эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Основная цель вида профессиональной деятельности: обеспечение безопасной эксплуатации беспилотных авиационных систем с одним или несколькими беспилотными воздушными судами с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Отнесение к видам экономической деятельности: ремонт и техническое обслуживание летательных аппаратов, включая космические.

### Функциональная карта профессиональной деятельности

Обобщенная трудовая функция		Трудовые функции		
наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой от 10 килограммов до 30 килограммов	3	Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/01.3	3
		Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/02.3	3
		Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/03.3	3
		Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	В/04.3	3

## 1.6. Планируемые результаты обучения

Результатом освоения Программы является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности «Оператор беспилотных авиационных систем (с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее)».

Вид деятельности	Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой от 10 килограммов до 30 килограммов	ПК 1.3. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	<ol style="list-style-type: none"> <li>Изучение полетного задания, отработка порядка его выполнения и действий при управлении беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>Подбор и подготовка картографического материала.</li> <li>Ознакомление с ограничениями в районе выполнения полета по маршруту (трассе).</li> <li>Подбор стартово-посадочной площадки для эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>Оценка метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>Нанесение маршрута полета на карту.</li> <li>Расчет аэронавигационных элементов полета беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>Подготовка плана полета беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее и представление его соответствующему органу Единой</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Читать аэронавигационные материалы.</li> <li>Анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку.</li> <li>Использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций.</li> <li>Использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.</li> <li>Выполнять аэронавигационные расчеты.</li> <li>Составлять полетное задание и план полета.</li> <li>Оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотных авиационных систем.</li> <li>Оформлять полетную и техническую документацию.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Правила и порядок, установленные воздушным законодательством Российской Федерации, получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ.</li> <li>Нормативные правовые акты об установлении запретных зон и зон ограничения полетов; порядок получения информации о запретных зонах и зонах ограничения полетов.</li> <li>Нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов беспилотным воздушным судном.</li> <li>Порядок организации и выполнения полетов беспилотным воздушным судном в сегрегированном воздушном пространстве.</li> <li>Основы воздушной навигации, аэродинамики и метеорологии в объеме, необходимом для подготовки и выполнения полета беспилотным воздушным судном максимальной взлетной массой до 30 кг в ожидаемых условиях эксплуатации.</li> <li>Требования эксплуатационной документации.</li> <li>Летно-технические характеристики беспилотной авиационной системы и влияние на них эксплуатационных факторов.</li> <li>Порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета.</li> </ol>

		<p>системы организации воздушного движения, в том числе с использованием цифровых технологий.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Подготовка программы полета беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее и ее загрузка в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.</li> <li>10. Подготовка полетной документации.</li> <li>11. Подготовка стартово-посадочной площадки и развертывание беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>12. Проверка готовности беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, к использованию в соответствии с эксплуатационной документацией и полетным заданием, ее приемка.</li> <li>13. Ведение полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций.</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Правила подготовки плана полетов и порядок его подачи органу Единой системы организации воздушного движения.</li> <li>10. Порядок подготовки программы полета и загрузки ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна.</li> <li>11. Порядок проведения предполетной подготовки беспилотной авиационной системы и ее элементов.</li> <li>12. Правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в цифровом виде с использованием специализированных сервисов.</li> </ol>
--	--	---	--	---

	<p>ПК 2.3. Управление (контроль) полетом одного судна или нескольких беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уточнение полетного задания в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными.</li> <li>2. Установление связи с органом Единой системы организации воздушного движения и получение разрешения на использование воздушного пространства.</li> <li>3. Принятие решения на взлет беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>4. Запуск беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>5. Дистанционное управление полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее и (или) контроль параметров полета.</li> <li>6. Выполнение полета беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее в соответствии с полетным заданием.</li> <li>7. Анализ аэронавигационной, метеорологической, орнитологической обстановки в ходе выполнения полетного задания.</li> <li>8. Выполнение действий при возникновении особых случаев в полете беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>9. Проведение поисковых работ в случае аварийной посадки беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>10. Информирование соответствующих органов Единой системы</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осуществлять запуск беспилотного воздушного судна.</li> <li>2. Осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета беспилотного воздушного судна.</li> <li>3. Распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов.</li> <li>4. Определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления.</li> <li>5. Принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном.</li> <li>6. Принимать меры по недопущению посторонних лиц к беспилотной авиационной системе.</li> <li>7. Выполнять послеполетные работы.</li> <li>8. Оформлять полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормативные правовые акты, регламентирующие порядок использования воздушного пространства Российской Федерации, производство полетов беспилотными воздушными судами.</li> <li>2. Порядок производства полетов беспилотными воздушными судами в сегрегированном воздушном пространстве.</li> <li>3. Основы аэронавигации, аэродинамики, метеорологии в объеме, необходимом для выполнения безопасного полета беспилотным воздушным судном.</li> <li>4. Требования эксплуатационной документации, летно-технические характеристики и эксплуатационные ограничения беспилотного воздушного судна.</li> <li>5. Правила ведения радиосвязи.</li> <li>6. Порядок действий экипажа при нештатных и аварийных ситуациях.</li> <li>7. Порядок действий экипажа при проведении поисковых работ в случае аварийной посадки беспилотного воздушного судна.</li> <li>8. Технология выполнения авиационных работ, характеристики используемых веществ и оборудования.</li> <li>9. Порядок проведения послеполетных работ.</li> <li>10. Порядок действий для недопущения посторонних лиц к беспилотной авиационной системе.</li> <li>11. Правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов</li> </ol>
--	--	---	---	--

		<p>организации воздушного движения об отклонениях от плана полета или изменениях в режиме полета, о возникновении особых ситуаций в полете, о совершении аварийной посадки.</p> <p>11. Осуществление взаимодействия с участниками воздушного движения при выполнении полетов беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</p> <p>12. Принятие решений о посадке беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, а также о прекращении полета и возвращении на аэродром либо о вынужденной посадке в случае явной угрозы окружающим или безопасности полета беспилотного воздушного судна.</p> <p>13. Выполнение послеполетного осмотра беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</p> <p>14. Ведение полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций.</p> <p>15. Выполнение мероприятий по недопущению посторонних лиц к беспилотной авиационной системе.</p>		<p>цифрового журналирования операций.</p> <p>12. Ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства, безопасной эксплуатации воздушного судна.</p>
	<p>ПК 3.3. Техническое обслуживание беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько</p>	<p>1. Выполнение внешнего осмотра беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, и выявление неисправностей.</p> <p>2. Установка съемного оборудования на борт (снятие съемного</p>	<p>1. Читать эксплуатационно-техническую документацию беспилотных авиационных систем и их элементов, чертежи и схемы.</p> <p>2. Оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем.</p>	<p>1. Требования эксплуатационной документации к техническому обслуживанию беспилотной авиационной системы.</p> <p>2. Перечень и содержание работ по видам технического обслуживания беспилотных авиационных систем, порядок их выполнения.</p>

	<p>беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее</p>	<p>оборудования с борта) беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Заправка беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее топливом, маслом, специальными жидкостями и зарядка газами, дозаправка (дозарядка).</li> <li>4. Проверка уровня заряда, обслуживание аккумуляторной батареи.</li> <li>5. Контроль количества заправленных компонентов и надежности закрытия заправочных устройств.</li> <li>6. Проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>7. Подготовка стартово-посадочной площадки беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>8. Транспортировка беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, к месту взлета (от места посадки).</li> <li>9. Приведение беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Осуществлять подготовку и настройку элементов беспилотных авиационных систем.</li> <li>4. Выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией.</li> <li>5. Использовать необходимые для работы инструменты, приспособления и контрольно-измерительную аппаратуру.</li> <li>6. Заправлять топливом, маслом, специальными жидкостями и заряжать газами, дозаправлять (дозаряжать) беспилотное воздушное судно.</li> <li>7. Обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем.</li> <li>8. Эксплуатировать наземные источники электропитания.</li> <li>9. Устанавливать съемное оборудование на беспилотное воздушное судно, снимать съемное оборудование.</li> <li>10. Буксировать, транспортировать беспилотную авиационную систему к месту взлета (от места посадки).</li> <li>11. Использовать взлетные устройства (приспособления).</li> <li>12. Производить эвакуацию беспилотных воздушных судов в аварийных ситуациях.</li> <li>13. Производить работы при хранении беспилотных авиационных систем, установленные в эксплуатационной документации.</li> <li>14. Использовать цифровые технологии при обновлении программного обеспечения и</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Назначение, устройство и принципы работы элементов беспилотной авиационной системы.</li> <li>4. Характеристики топлива, специальных жидкостей (газов), горюче-смазочных материалов, источников электроэнергии, применяемых при эксплуатации беспилотной авиационной системы.</li> <li>5. Порядок подготовки к работе инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной аппаратуры для выполнения технического обслуживания беспилотной авиационной системы.</li> <li>6. Порядок и технология выполнения всех видов технического обслуживания беспилотной авиационной системы и ее элементов, а также специальных работ.</li> <li>7. Классификация неисправностей и отказов беспилотной авиационной системы, методы их обнаружения и устранения.</li> <li>8. Порядок установки и снятия съемного оборудования беспилотного воздушного судна.</li> <li>9. Требования охраны труда и пожарной безопасности.</li> <li>10. Правила использования цифровых технологий при обновлении программного обеспечения и калибровке беспилотной авиационной системы.</li> <li>11. Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы.</li> </ol>
--	--	--	---	--

		<p>килограммов и менее, в предстартовое состояние.</p> <p>10. Обеспечение работы наземных элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, в ходе подготовки и выполнения полетов беспилотными воздушными судами.</p> <p>11. Контроль работоспособности систем, оборудования беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, и ее элементов в процессе выполнения технического обслуживания.</p> <p>12. Проведение послеполетного осмотра и устранение обнаруженных неисправностей.</p> <p>13. Проведение работ по постановке на хранение и снятию с хранения беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</p> <p>14. Обновления программного обеспечения и калибровка беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, с использованием цифровых технологий (при необходимости).</p> <p>15. Ведение технической документации.</p>	<p>калибровке беспилотной авиационной системы.</p> <p>15. Оформлять техническую документацию.</p>	
	ПК 4.3. Ремонт беспилотных авиационных	1. Подготовка к работе инструментов, контрольно-измерительных приборов и приспособлений.	1. Использовать инструменты, контрольно-измерительные приборы и приспособления в	1. Назначение, устройство и принципы работы беспилотной авиационной системы и ее элементов.

	<p>систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Выполнение внешнего осмотра и проверка технического состояния элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>3. Диагностика и контроль работоспособности элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее, выявление отклонений, отказов, неисправностей и повреждений.</li> <li>4. Выполнение текущего ремонта элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>5. Выполнение контрольно-восстановительного ремонта элементов беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.</li> <li>6. Ведение технической документации.</li> </ol>	<p>процессе ремонта элементов беспилотной авиационной системы.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Применять эксплуатационную и ремонтную документацию беспилотной авиационной системы в процессе диагностики и ремонта элементов беспилотной авиационной системы.</li> <li>3. Оценивать техническое состояние беспилотных авиационных систем.</li> <li>4. Выявлять и устранять отказы и неисправности при функционировании элементов беспилотной авиационной системы.</li> <li>5. Оформлять техническую документацию.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Порядок подготовки к работе рабочего места, инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной аппаратуры.</li> <li>3. Классификация и признаки отказов, неисправностей беспилотной авиационной системы, методы их обнаружения и устранения.</li> <li>4. Технология выполнения текущего и контрольно-восстановительного ремонта.</li> <li>5. Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы.</li> </ol>
--	---	---	---	---

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

№	Наименование тем	Общая трудоемкость	В том числе		Место проведения	Форма контроля
			Лекции	ПЗ		
<b>1.</b>	<b>ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ</b>					
<b>2.</b>	<b>Модуль 1. БВС и симуляторы.</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	–	–
3.	Тема №1. Введение в БАС.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
4.	Тема №2. Архитектура БАС.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
5.	Тема №3. Предполетная подготовка и анализ метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
6.	Тема №4. Симуляторы.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
7.	Практическое занятие по модулю 1.	3	–	3	Учебный класс	Текущий контроль: семинар
<b>8.</b>	<b>Модуль 2. Управление БВС.</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	–	–
9.	Тема №1. Пульты управления и настройка телеметрии.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
10.	Тема №2. FPV управление.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
11.	Тема №3. ПО планирования миссий. Согласование проведения полетов и полетные зоны.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
12.	Тема №4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
13.	Практическое занятие по модулю 2.	3	–	3	Учебный класс	Текущий контроль: семинар
<b>14.</b>	<b>Модуль 3. Комплектующие и их характеристики.</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	–	–
15.	Тема №1. Комплектующие и их характеристики.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
16.	Тема №2. Подвесное оборудование.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
17.	Тема №3. 3D-принтеры.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
18.	Тема №4. Ремонт БАС.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
19.	Практическое занятие по модулю 3.	3	–	3	Учебный класс	Текущий контроль: семинар
<b>20.</b>	<b>Модуль 4. Программирование БВС.</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	–	–

21.	Тема №1. Интерпретируемые языки программирования.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
22.	Тема №2. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
23.	Тема №3. Алгоритмы автономного пилотирования.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
24.	Тема №4. Отраслевые решения БАС.	3	3	–	Учебный класс	Текущий контроль: проверка конспекта и присутствия
25.	Практическое занятие по модулю 4.	3	–	3	Учебный класс	Текущий контроль: семинар
26.	<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА)</b>	<b>80</b>	–	<b>80</b>	Организация	Практическая работа
27.	<b>Квалификационный экзамен</b>	<b>6</b>	–	<b>6</b>	Учебный класс	Зачет
	<b>Итого:</b>	<b>146</b>				

## 2.2.Календарный учебный график

Режим занятий	Количество учебных недель	Наименование модулей	Общая трудоемкость	1 н.	2 н.	3 н.	4 н.	5 н.	6 н.	7 н.	8 н.	9 н.	10 н.	11 н.	12 н.	13 н.	
				Л	Л	Л/ПЗ	Л	Л/ПЗ	Л	Л	Л/ПЗ	Л	Л	ПП	ПП	КЭ	
1-10 неделя (теоретическое обучение): 2 раза в неделю по 3 ак. ч. 11-12 неделя (практическое обучение): 10 дней по 8 ч./день. 13 неделя (квалификационный экзамен): 6 ак. ч.	13 недель	Модуль 1. БВС и симуляторы.	15	6	6	-/3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
		Модуль 2. Управление БВС.	15	–	–	3/-	6	3/3	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Модуль 3. Комплектующие и их характеристики.	15	–	–	–	–	–	6	6	-/3	–	–	–	–	–	–
		Модуль 4. Программирование БВС.	15	–	–	–	–	–	–	–	3/-	6	6	–	–	–	–
		Практическая подготовка	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		Квалификационный экзамен	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		<b>Итого</b>	<b>146</b>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	40	40	6

Сокращения:

Л – Лекции

ПЗ – Практические занятия

### **2.3.Рабочая программа**

Преподаватель может вносить изменения в содержания тем, дополнять практические занятия новыми приемами практического исполнения. Образовательная организация ежегодно обновляет программу с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы.

#### **Модуль 1. БВС и симуляторы.**

##### **Тема №1. Введение в БАС.**

**Лекция:** История и развитие беспилотных авиационных систем (БАС): введение в историю создания и эволюции БАС, обзор основных этапов развития технологий БАС, роль БАС в современном мире и их перспективы. Классификация и типы БАС: обзор различных типов БАС (мультироторные, самолетного типа, конвертопланы), классификация БАС по назначению и областям применения, основные компоненты и принципы работы БАС.

##### **Тема №2. Архитектура БАС.**

**Лекция:** Основные компоненты и их функции в БАС: контроллеры полета, микроконтроллеры и одноплатные ПК, двигатели, сервоприводы и другие исполнительные механизмы, датчики, навигационные системы и системы связи. Принципы взаимодействия компонентов БАС: как компоненты работают вместе для выполнения полетных задач, примеры архитектур различных типов БАС, связь с бортом, влияние архитектуры на функциональные возможности и производительность БАС, обзор модельного ряда мультироторных систем DJI Mavic.

##### **Тема №3. Предполетная подготовка и анализ метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки.**

**Лекция:** Процедуры предполетной подготовки: обзор стандартных процедур предполетной подготовки, проверка структурной целостности БАС, проверка функциональности всех систем и компонентов, проверка заряда батарей и состояния источников питания. Анализ метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки, контроль доступа посторонних лиц к беспилотной авиационной системе, профессиональная деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (с соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС).

##### **Тема №4. Симуляторы.**

**Лекция:** Обзор существующих популярных симуляторов: изучение различных симуляторов, используемых в обучении операторов БАС, сравнение функциональных возможностей различных симуляторов, примеры использования симуляторов в обучении и практике. Обзор отечественных и зарубежных производителей БАС и их симуляторов: изучение симуляторов, разработанных отечественными производителями, сравнение отечественных симуляторов с зарубежными аналогами, актуальность и преимущества использования собственных симуляторов.

#### **Практическое занятие по модулю 1.**

1. Опишите основные этапы эволюции беспилотных авиационных систем: от первых экспериментов до современных технологий. Какие ключевые изобретения стали переломными моментами в их развитии?
2. Проведите сравнительный анализ мультироторных БАС, БАС самолетного типа и конвертопланов. В чем заключаются их принципиальные конструктивные различия и как они влияют на выбор сферы применения?
3. Опишите, как различные компоненты БАС (датчики, контроллер, двигатели) взаимодействуют друг с другом для стабилизации положения дрона в условиях сильного порывистого ветра. Какие данные и в какой последовательности обрабатываются?

4. Сравните архитектуру типичного FPV-дрона для гонок и архитектуру дрона серии DJI Mavic, предназначенного для съемки. Как различия в их компонентах и архитектуре влияют на их конечную производительность и функциональные возможности?
5. Каким образом архитектура БАС (расположение компонентов, тип связи, вычислительные мощности) влияет на его максимальную дальность полета и помехозащищенность?
6. Опишите пошаговый алгоритм проверки структурной целостности БАС перед вылетом. На какие элементы конструкции и их соединения следует обратить особое внимание и почему?
7. Представьте, что вы планируете полет вблизи водоема в весенний период. Почему, помимо метеосводки, важен анализ орнитологической обстановки, и какие действия вы предпримете для снижения рисков?
8. Проведите сравнительный анализ двух любых популярных симуляторов для обучения операторов БАС (например, Liftoff, DRL Sim, Aerofly FS, Zephyr Drone Simulator). В чем сильные и слабые стороны каждого из них с точки зрения обучения новичка?
9. Опишите сценарий практического занятия, на котором симулятор используется для отработки действий оператора в нештатной ситуации (например, отказ одного двигателя или внезапный сильный ветер). Какие навыки позволяет развить такая тренировка?
10. Как вы считаете, может ли обучение исключительно на симуляторе полностью заменить летную практику на реальном оборудовании? Аргументируйте свой ответ, указав, какие навыки формируются только в реальном полете.

## **Модуль 2. Управление БВС.**

### **Тема №1. Пульты управления и настройка телеметрии.**

**Лекция:** Обзор существующих пультов управления: изучение характеристик и возможностей различных пультов управления для БАС, обзор популярных производителей пультов управления и их продукции. Определение пространственного положения БВС с использованием телеметрии и наземной станции управления.

### **Тема №2. FPV управление.**

**Лекция:** Основы FPV управления для БАС: введение в концепцию FPV (First Person View) управления, компоненты и оборудование, используемые для FPV, преимущества и недостатки FPV управления. Обзор оборудования для FPV управления: изучение различных типов камер, передатчиков и приемников, используемых для FPV, обзор популярных производителей и их продукции.

### **Тема №3. ПО планирования миссий. Согласование проведения полетов и полетные зоны.**

**Лекция:** Введение в ПО планирования миссий для БАС: обзор популярных программных продуктов для планирования миссий, основные функции и возможности ПО, примеры использования ПО для различных типов миссий. Правила подготовки документов к проведению полетов БАС, изучение различных типов полетных зон, их классификация и правила использования, правовые аспекты полетов БАС в различных полетных зонах, процесс согласования проведения полетов с региональными властями. Программное обеспечение для работы с продукцией DJI, оформление полетной и технической документации с использованием сервисов цифрового журналирования операций, обеспечение безопасности в сфере БАС в соответствии с нормативными правовыми актами.

### **Тема №4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС.**

**Лекция:** Введение в инфраструктуру БАС: изучение компонентов инфраструктуры для беспилотных авиационных систем, таких как наземные станции управления, системы связи, зарядные станции и базы для обслуживания. Организация рабочего пространства с целью

недопущения сторонних лиц к БАС, проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств БАС с максимальной взлетной массой до 30 кг.

## **Практическое занятие по модулю 2.**

1. Сравните пульты управления с различными типами связи (например, классический радиосигнал на частоте 2.4 ГГц и системы с использованием 4G/сотовая связь). В каких сценариях каждый из них будет наиболее эффективен, а в каких может дать сбой?
2. Представьте, что во время полета вы потеряли визуальный контакт с дроном, но связь с пультом сохраняется. Объясните, как с помощью телеметрии и данных на наземной станции управления (например, на экране планшета или телефона) можно определить его пространственное положение и безопасно вернуть обратно.
3. Опишите полный состав оборудования, необходимого для полета в FPV-режиме (начиная от камеры на дроне и заканчивая очками пилота). Какую функцию выполняет видеопередатчик (VTX) и видеоприемник (VRX)?
4. Представьте, что при настройке FPV-системы вы столкнулись с сильными помехами ("снегом" или полосами) в очках. Перечислите возможные причины этой проблемы и предложите способы их устранения.
5. Изучите классификацию полетных зон согласно российскому законодательству. Объясните разницу между запретной зоной, зоной ограничений и специальной зоной. Какие действия предпринять оператору, если его маршрут проходит через приаэродромную территорию?
6. Опишите поэтапную процедуру согласования полета с региональными властями и органами организации воздушного движения. Какие документы необходимо подготовить и в какие сроки подать уведомление или план полета?
7. Перечислите основные компоненты наземной инфраструктуры для эксплуатации БАС. Какую роль играют зарядные станции и станции технического обслуживания в обеспечении непрерывной и безопасной работы?
8. Разработайте план организации рабочего пространства (временного полевого лагеря) для проведения длительной мониторинговой миссии. Какие меры необходимо принять для недопущения посторонних лиц и животных в зону взлета и посадки?
9. Опишите процедуру предполетной проверки взлетно-посадочного устройства (ВПУ) для БАС массой до 30 кг. На что нужно обратить внимание: состояние амортизаторов, надежность фиксаторов, электропитание пусковой установки (если есть)?
10. Представьте, что вы эксплуатируете дрон в условиях пустыни (песок, высокая температура) или в условиях Крайнего Севера (низкая температура, снег). Как изменится ваша инфраструктура и процедуры обслуживания БАС для обеспечения его работоспособности в этих экстремальных условиях?

## **Модуль 3. Комплектующие и их характеристики.**

### **Тема №1. Комплектующие и их характеристики.**

**Лекция:** Обзор комплектующих для БАС: изучение различных типов комплектующих, таких как двигатели, пропеллеры, аккумуляторы, контроллеры, и их роль в работе БАС. Характеристики и параметры комплектующих: рассмотрение основных характеристик и параметров комплектующих, которые влияют на их производительность и надежность.

### **Тема №2. Подвесное оборудование.**

**Лекция:** Обзор подвесного оборудования для БАС: изучение различных типов подвесного оборудования, таких как камеры, датчики, системы светосигнализации, и их применение. Характеристики и установка подвесного оборудования: рассмотрение основных характеристик подвесного оборудования и методов его установки на БАС.

### **Тема №3. 3D-принтеры.**

**Лекция:** Обзор 3D-принтеров и их применение: изучение различных типов 3D-принтеров, технологий 3D-печати и областей их применения. Настройка и калибровка 3D-принтеров: настройки печати и выбор параметров слайсеров, предварительная подготовка для 3D-печати.

### **Тема №4. Ремонт БАС.**

**Лекция:** Основные методы диагностики и ремонта БАС: обзор типичных неисправностей и способов их устранения. Проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств БАС, анализ программных ошибок в системе управления полетного контроллера.

### **Практическое занятие по модулю 3.**

1. Объясните, как основные характеристики двигателя БАС (обороты на вольт (KV), максимальная тяга, потребляемый ток) влияют на выбор пропеллеров и аккумулятора. Какие последствия могут возникнуть при установке слишком "тяжелого" пропеллера на высокооборотистый двигатель?
2. Сравните аккумуляторы типа LiPo (литий-полимерные) и Li-ion (литий-ионные) с точки зрения их применения в БАС. В каких задачах предпочтительнее использовать LiPo, а в каких Li-ion, и почему?
3. Какие параметры контроллера полета (полетного контроллера) являются ключевыми при выборе для конкретного типа БАС? Почему важны частота процессора, набор датчиков (акселерометр, гироскоп, магнитометр) и наличие прошивок с открытым исходным кодом?
4. Проведите сравнительный анализ оптической камеры и тепловизионной камеры как подвесного оборудования. Для решения каких практических задач (в строительстве, сельском хозяйстве, поисковых операциях) каждый тип камеры подходит лучше всего?
5. Каким образом системы светосигнализации (светодиодные прожекторы, поисковые фары) на подвеске влияют на возможности ночных полетов и поисковых операций? Какие ограничения по энергопотреблению и массе нужно соблюдать?
6. Сравните технологии 3D-печати FDM (послойное наплавление) и SLA (стереолитография). Для каких задач, связанных с БАС (печать корпусов, защитных элементов, шестеренок), лучше подходит каждая из них, и почему?
7. Какие типы пластиков (PLA, PETG, ABS, нейлон) чаще всего используются для печати деталей БАС? Какой пластик вы выберете для печати рамы гоночного дрона, а какой для легкого декоративного кожуха, и почему важен правильный выбор материала?
8. При подключении БАС к ПО для настройки (например, Betaflight или Mission Planner) вы видите сообщение об ошибке в работе полетного контроллера или выходе из строя одного из датчиков. Опишите ваши дальнейшие действия по диагностике: как проверить, является ли ошибка программным сбоем, или контроллер требует замены?
9. Опишите процедуру регламентного обслуживания взлетно-посадочного устройства (ВПУ) катапультного типа для БАС самолетного типа массой до 30 кг. На какие элементы механизма следует обратить особое внимание для предотвращения аварии при взлете?
10. Опишите алгоритм диагностики, если после падения дрон "не держит позицию" (зависает) и постоянно уходит в сторону при попытке зависнуть на месте. Какие компоненты и настройки (калибровка датчиков, состояние рамы, пропеллеры) необходимо проверить в первую очередь?

### **Модуль 4. Программирование БВС.**

#### **Тема №1. Интерпретируемые языки программирования.**

**Лекция:** Введение в интерпретируемые языки программирования: основные концепции, преимущества и недостатки интерпретируемых языков, примеры популярных языков (Python, JavaScript).

## **Тема №2. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование.**

**Лекция:** Обзор сред разработки для C++: системное и аппаратное программирование, основные возможности, особенности и применение различных сред разработки (например, Visual Studio, CLion, Eclipse, Arduino IDE).

## **Тема №3. Алгоритмы автономного пилотирования.**

**Лекция:** Основы алгоритмов автономного пилотирования: обзор методов и подходов для реализации автономного пилотирования в беспилотных авиационных системах (БАС), установка, диагностика и обновление ПО. Программирование автономного пилотирования на C++/Python: изучение практических аспектов программирования автономных систем управления полетом с использованием C++ и Python, примеры реализации алгоритмов для автономного и полуавтономного полета.

## **Тема №4. Отраслевые решения БАС.**

**Лекция:** Использование БАС для доставки грузов, систем мониторинга, в строительстве, аэрофотосъемке и картографировании. Применение БАС при пожаротушении, при проведении контрольных надзорных мероприятий, осуществление поисковых операций с использованием БПЛА, организация наблюдения за местом происшествия.

## **Практическое занятие по модулю 4.**

1. Объясните разницу между компилируемыми и интерпретируемыми языками программирования. Почему Python, являясь интерпретируемым языком, получил широкое распространение в сфере БАС для написания наземных станций управления и скриптов для миссий?
2. Каковы основные преимущества использования интерпретируемых языков (например, Python или JavaScript) при быстром прототипировании алгоритмов для дронов? В чем заключаются их главные недостатки по сравнению с C++ при написании кода, работающего непосредственно на полетном контроллере в реальном времени?
3. Опишите сценарий, в котором использование интерпретируемого языка на борту дрона (например, на одноплатном компьютере вроде Raspberry Pi) является оправданным решением, несмотря на возможные задержки в выполнении кода.
4. Представьте, что вам поручили модифицировать открытую прошивку ArduPilot. Какие знания и инструменты (система контроля версий Git, структура проекта, среда сборки) вам потребуются для успешного внесения изменений и их тестирования?
5. Объясните разницу между автономным и полуавтономным режимами полета. Приведите примеры задач, где требуется полная автономность, и задач, где достаточно полуавтономного режима с участием оператора.
6. Опишите базовый алгоритм, который позволяет дрону пролететь из точки А в точку Б, обходя заданное препятствие (например, столб). Какие данные (координаты, высота, показания дальномеров) и на каком языке (C++ или Python) вы бы использовали для его реализации?
7. Какие существуют методы и подходы для реализации функции "возврат домой" (RTN – Return to Home) при потере сигнала? Какие сценарии должны быть учтены в алгоритме, чтобы гарантировать безопасность (например, запас по высоте, обход препятствий, расчет оставшегося заряда)?
8. Сравните требования к БАС для решения задач в строительстве (аэрофотосъемка котлована) и для задач пожаротушения. Как будут отличаться требования к грузоподъемности, подвесному оборудованию, защите от внешних факторов и алгоритмам полета?
9. Опишите сценарий использования БАС при проведении поисковой операции в лесном массиве. Какое подвесное оборудование (тепловизор, прожектор, громкоговоритель) и какие алгоритмы полета (автоматическое сканирование по сетке) позволят повысить эффективность поиска пропавшего человека?

10. Какие преимущества дает использование БАС при проведении контрольных надзорных мероприятий (например, проверка состояния трубопроводов или линий электропередач) по сравнению с традиционными методами (пеший обход, вертолет)?

### Практическая подготовка

№	Вид работ	Нагрузка
1	Вводный инструктаж. Инструктаж по технике безопасности, пожарной безопасности, электробезопасности и охране труда. Ознакомление с местом проведения практики.	10 ч.
2	Обучающиеся выполняют полеты по заданным траекториям на беспилотных авиационных системах (БАС) в симуляторе. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: отрабатывают полет по прямой траектории, выполняют полеты с остановками в заданных точках, проводят полеты по круговой траектории.	10 ч.
3	Обучающиеся участвуют в гонках на FPV БВС в симуляторе, отрабатывая навыки скоростного пилотирования и маневрирования. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: изучают принципы скоростного пилотирования FPV БВС, участвуют в тренировочных гонках на заданных трассах, анализируют свои результаты и работают над улучшением времени прохождения трассы.	12 ч.
4	Обучающиеся отрабатывают выполнение базовых маневров на беспилотных авиационных системах (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: изучают и выполняют взлет и посадку, отрабатывают движение вперед-назад и влево-вправо, выполняют вращение вокруг оси.	12 ч.
5	Обучающиеся выполняют полеты в условиях ограниченного пространства и преодолевают препятствия на беспилотных авиационных системах (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: изучают принципы полета в ограниченном пространстве, отрабатывают маневры для преодоления препятствий, выполняют полеты для закрепления навыков пилотирования.	12 ч.
6	Обучающиеся изучают основы FPV (First Person View) пилотирования беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: настраивают FPV систему на БАС, изучают основы управления БАС через FPV очки или монитор, выполняют базовые маневры, используя FPV.	12 ч.
7	Обучающиеся выполняют полеты на FPV БВС, используя полученные знания и навыки. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: выполняют взлет и посадку через FPV систему, отрабатывают движение вперед-назад, влево-вправо и вращение вокруг оси, выполняют полеты по прямой и круговой траектории через FPV.	12 ч.
	Итого:	80 ч.

Отчет о прохождении практики составляется в свободной форме и сдается руководителю практической подготовки на проверку. Отчет должен содержать следующую информацию:

1. ФИО обучающегося;
2. Место прохождения практики;
3. Цель практики.
4. Приобретенные умения и навыки в рамках каждого раздела.
5. Приложение: фотографии, отчеты о проделанной работе в рамках практической задачи.

**Квалификационный экзамен.** Зачет по билетам (Приложение 1).

### **3. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ**

Для оценки планируемых результатов применяется текущий контроль и итоговая аттестация.

Текущий контроль успеваемости слушателей представляет собой систематическую проверку учебных достижений, проводимую преподавателем после каждой темы или занятия. Формы текущего контроля включают:

- устный опрос или ответы на вопросы во время лекций (устно или письменно);
- проверку конспектов лекций;
- оценку активности и правильности ответов на практических занятиях.

Основная цель текущего контроля — выстроить образовательный процесс максимально эффективно для достижения результатов освоения программы. Информация, получаемая в ходе текущего контроля, используется преподавателем только для внутреннего мониторинга и не доводится до слушателей.

Слушатели, успешно прошедшие обучение, допускаются к итоговой аттестации. Итоговая аттестация проходит в виде квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен включает в себя теоретическую и практическую проверку знаний. Теоретическая часть – зачет по билетам, практическая часть – практические задания. Квалификационный экзамен проводится в два дня (Приложение 1).

Квалификационный экзамен проводится для определения соответствия полученных знаний, умений и навыков программе профессионального обучения.

Квалификационный экзамен проводится квалификационной комиссией, которая формируется приказом руководителя образовательной организации. К проведению квалификационного экзамена привлекаются представители работодателей, их объединений по согласованию. Результаты квалификационного экзамена оформляются протоколом.

### **4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

#### **4.1. Условия реализации программы**

Требования к условиям реализации программы включают в себя общесистемные требования, требования к материально-техническому, учебно-методическому обеспечению, кадровым условиям реализации программы.

Образовательная организация располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных учебным планом, с учетом основной программы профессионального обучения.

Организационно-педагогические условия образовательной программы обеспечивают ее реализацию в полном объеме, качество подготовки обучающихся, соответствие применяемых форм, средств, методов обучения и воспитания возрастным, психофизическим особенностям, склонностям, способностям, интересам и потребностям обучающихся.

Профессиональное обучение на производстве осуществляется в пределах рабочего времени, обучающегося по соответствующей основной программе профессионального обучения. Объем нагрузки в неделю не более 6 часов во время теоретического обучения, не более 40 часов во время практической подготовки.

#### **4.2. Материально-технические условия реализации программы**

Образовательная организация располагает материально-технической базой, обеспечивающей реализацию образовательной программы и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

1. Ученические парты;
2. Ученические стулья;
3. Стол преподавателя;
4. Стул преподавателя;
5. Учебная доска;

6. Ноутбук, компьютерная мышь;
7. Методический шкаф;
8. Канцелярские принадлежности: ручки, карандаши, маркеры, корректоры, тетради, бумага разных видов и форматов, клей, ножницы, файлы, папки.

Материально-техническое обеспечение Практической подготовки на производстве:

*Таблица 1*

№	Наименование (оборудование и т.п.)	Количество (шт)

#### **4.3. Требования к кадровым условиям реализации образовательной программы**

Реализация основной программы профессионального обучения обеспечивается педагогическими работниками организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на условиях гражданско-правового договора.

**Преподаватели** - Требования к квалификации. Высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование по направлению подготовки «Образование и педагогика» или в области, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении без предъявления требований к стажу работы.

**Мастер производственного обучения** должен иметь среднее профессиональное образование - программы подготовки специалистов среднего звена или высшее образование, направленность которого соответствует области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися. Дополнительное профессиональное образование – профессиональная переподготовка, направленность которой соответствует области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися. При отсутствии педагогического образования дополнительное профессиональное педагогическое образование в области профессионального обучения. Обучение по программам повышения квалификации не реже 1 раза в 3 года.

Требования к опыту практической деятельности: обязателен опыт работы в области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися.

#### **4.4. Информационно-методическое обеспечение программы**

Учебно-методическое обеспечение программы обеспечено учебно-методической литературой и материалами по всем учебным темам программы.

1. Организационно-методические материалы;
2. Учебные презентации по теоретическим темам учебного плана.
3. Календарный график.

Учебный процесс организуется с применением инновационных технологий и методик обучения, способных обеспечить получение обучающимися знаний, умений и навыков в области организационного обеспечения деятельности «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом».

## СПИСОК УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

### *Учебные пособия и справочники:*

1. Ананьев, А. В. Эксплуатация и применение беспилотных летательных аппаратов (FPV-дронов): учебное пособие / А. В. Ананьев, М. А. Булгаков, М. Ф. Волобуев, О. С. Вышлов, А. А. Долгов, Е. В. Кравцов, Д. Н. Ледовских, А. С. Рыжков, В. В. Семка, А. М. Филимонов, С. В. Щуров, А. А. Щербаков. — Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2023. — 235 с.
2. Максимов, Н. А. Эксплуатация беспилотных летательных аппаратов (БПЛА): учебник / Н. А. Максимов, А. А. Антюфеев, М. Ю. Рытов [и др.] ; под общ. ред. А. Е. Белика. — Москва: КноРус, 2026. — 231 с.
3. Проворов, И. С. Беспилотные летательные аппараты: учебник для среднего профессионального образования / И. С. Проворов. — Москва: Юрайт, 2025. — 152 с. — (Профессиональное образование).
4. Чернопяттов, А. М. Беспилотные авиационные системы: учебник / А. М. Чернопяттов. — Москва: Директ-Медиа, 2024. — 188 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Квалификационный экзамен

#### Теоретическая часть

##### Билет №1

1. Опишите основные этапы эволюции беспилотных авиационных систем: от первых экспериментов до современных технологий. Какие ключевые изобретения стали переломными моментами в их развитии?
2. Сравните пульты управления с различными типами связи (например, классический радиосигнал на частоте 2.4 ГГц и системы с использованием 4G/сотовая связь). В каких сценариях каждый из них будет наиболее эффективен, а в каких может дать сбой?
3. Объясните, как основные характеристики двигателя БАС (обороты на вольт (KV), максимальная тяга, потребляемый ток) влияют на выбор пропеллеров и аккумулятора. Какие последствия могут возникнуть при установке слишком "тяжелого" пропеллера на высокооборотистый двигатель?
4. Объясните разницу между компилируемыми и интерпретируемыми языками программирования. Почему Python, являясь интерпретируемым языком, получил широкое распространение в сфере БАС для написания наземных станций управления и скриптов для миссий?

##### Билет №2

1. Проведите сравнительный анализ мультироторных БАС, БАС самолетного типа и конвертопланов. В чем заключаются их принципиальные конструктивные различия и как они влияют на выбор сферы применения?
2. Представьте, что во время полета вы потеряли визуальный контакт с дроном, но связь с пультом сохраняется. Объясните, как с помощью телеметрии и данных на наземной станции управления (например, на экране планшета или телефона) можно определить его пространственное положение и безопасно вернуть обратно.
3. Сравните аккумуляторы типа LiPo (литий-полимерные) и Li-ion (литий-ионные) с точки зрения их применения в БАС. В каких задачах предпочтительнее использовать LiPo, а в каких Li-ion, и почему?
4. Каковы основные преимущества использования интерпретируемых языков (например, Python или JavaScript) при быстром прототипировании алгоритмов для дронов? В чем заключаются их главные недостатки по сравнению с C++ при написании кода, работающего непосредственно на полетном контроллере в реальном времени?

##### Билет №3

1. Опишите, как различные компоненты БАС (датчики, контроллер, двигатели) взаимодействуют друг с другом для стабилизации положения дрона в условиях сильного порывистого ветра. Какие данные и в какой последовательности обрабатываются?
2. Опишите полный состав оборудования, необходимого для полета в FPV-режиме (начиная от камеры на дроне и заканчивая очками пилота). Какую функцию выполняет видеопередатчик (VTX) и видеоприемник (VRX)?
3. Какие параметры контроллера полета (полетного контроллера) являются ключевыми при выборе для конкретного типа БАС? Почему важны частота процессора, набор датчиков (акселерометр, гироскоп, магнитометр) и наличие прошивок с открытым исходным кодом?
4. Опишите сценарий, в котором использование интерпретируемого языка на борту дрона (например, на одноплатном компьютере вроде Raspberry Pi) является оправданным решением, несмотря на возможные задержки в выполнении кода.

##### Билет №4

1. Сравните архитектуру типичного FPV-дрона для гонок и архитектуру дрона серии DJI Mavic, предназначенного для съемки. Как различия в их компонентах и архитектуре влияют на их конечную производительность и функциональные возможности?
2. Представьте, что при настройке FPV-системы вы столкнулись с сильными помехами ("снегом" или полосами) в очках. Перечислите возможные причины этой проблемы и предложите способы их устранения.
3. Проведите сравнительный анализ оптической камеры и тепловизионной камеры как подвешенного оборудования. Для решения каких практических задач (в строительстве, сельском хозяйстве, поисковых операциях) каждый тип камеры подходит лучше всего?
4. Представьте, что вам поручили модифицировать открытую прошивку ArduPilot. Какие знания и инструменты (система контроля версий Git, структура проекта, среда сборки) вам потребуются для успешного внесения изменений и их тестирования?

#### **Билет №5**

1. Каким образом архитектура БАС (расположение компонентов, тип связи, вычислительные мощности) влияет на его максимальную дальность полета и помехозащищенность?
2. Изучите классификацию полетных зон согласно российскому законодательству. Объясните разницу между запретной зоной, зоной ограничений и специальной зоной. Какие действия предпринять оператору, если его маршрут проходит через приаэродромную территорию?
3. Каким образом системы светосигнализации (светодиодные прожекторы, поисковые фары) на подвеске влияют на возможности ночных полетов и поисковых операций? Какие ограничения по энергопотреблению и массе нужно соблюдать?
4. Объясните разницу между автономным и полуавтономным режимами полета. Приведите примеры задач, где требуется полная автономность, и задач, где достаточно полуавтономного режима с участием оператора.

#### **Билет №6**

1. Опишите пошаговый алгоритм проверки структурной целостности БАС перед вылетом. На какие элементы конструкции и их соединения следует обратить особое внимание и почему?
2. Опишите поэтапную процедуру согласования полета с региональными властями и органами организации воздушного движения. Какие документы необходимо подготовить и в какие сроки подать уведомление или план полета?
3. Сравните технологии 3D-печати FDM (послойное наплавление) и SLA (стереолитография). Для каких задач, связанных с БАС (печать корпусов, защитных элементов, шестеренок), лучше подходит каждая из них, и почему?
4. Опишите базовый алгоритм, который позволяет дрону пролететь из точки А в точку Б, обходя заданное препятствие (например, столб). Какие данные (координаты, высота, показания дальномеров) и на каком языке (C++ или Python) вы бы использовали для его реализации?

#### **Билет №7**

1. Представьте, что вы планируете полет вблизи водоема в весенний период. Почему, помимо метеосводки, важен анализ орнитологической обстановки, и какие действия вы предпримете для снижения рисков?
2. Перечислите основные компоненты наземной инфраструктуры для эксплуатации БАС. Какую роль играют зарядные станции и станции технического обслуживания в обеспечении непрерывной и безопасной работы?
3. Какие типы пластиков (PLA, PETG, ABS, нейлон) чаще всего используются для печати деталей БАС? Какой пластик вы выберете для печати рамы гоночного дрона, а какой для легкого декоративного кожуха, и почему важен правильный выбор материала?
4. Какие существуют методы и подходы для реализации функции "возврат домой" (RTH – Return to Home) при потере сигнала? Какие сценарии должны быть учтены в алгоритме, чтобы гарантировать безопасность (например, запас по высоте, обход препятствий, расчет оставшегося заряда)?

#### **Билет №8**

1. Проведите сравнительный анализ двух любых популярных симуляторов для обучения операторов БАС (например, Liftoff, DRL Sim, Aerofly FS, Zephyr Drone Simulator). В чем сильные и слабые стороны каждого из них с точки зрения обучения новичка?
2. Разработайте план организации рабочего пространства (временного полевого лагеря) для проведения длительной мониторинговой миссии. Какие меры необходимо принять для недопущения посторонних лиц и животных в зону взлета и посадки?
3. При подключении БАС к ПО для настройки (например, Betaflight или Mission Planner) вы видите сообщение об ошибке в работе полетного контроллера или выходе из строя одного из датчиков. Опишите ваши дальнейшие действия по диагностике: как проверить, является ли ошибка программным сбоем, или контроллер требует замены?
4. Сравните требования к БАС для решения задач в строительстве (аэрофотосъемка котлована) и для задач пожаротушения. Как будут отличаться требования к грузоподъемности, подвесному оборудованию, защите от внешних факторов и алгоритмам полета?

#### **Билет №9**

1. Опишите сценарий практического занятия, на котором симулятор используется для отработки действий оператора в нештатной ситуации (например, отказ одного двигателя или внезапный сильный ветер). Какие навыки позволяет развить такая тренировка?
2. Опишите процедуру предполетной проверки взлетно-посадочного устройства (ВПУ) для БАС массой до 30 кг. На что нужно обратить внимание: состояние амортизаторов, надежность фиксаторов, электропитание пусковой установки (если есть)?
3. Опишите процедуру регламентного обслуживания взлетно-посадочного устройства (ВПУ) катапультного типа для БАС самолетного типа массой до 30 кг. На какие элементы механизма следует обратить особое внимание для предотвращения аварии при взлете?
4. Опишите сценарий использования БАС при проведении поисковой операции в лесном массиве. Какое подвесное оборудование (тепловизор, прожектор, громкоговоритель) и какие алгоритмы полета (автоматическое сканирование по сетке) позволят повысить эффективность поиска пропавшего человека?

#### **Билет №10**

1. Как вы считаете, может ли обучение исключительно на симуляторе полностью заменить летную практику на реальном оборудовании? Аргументируйте свой ответ, указав, какие навыки формируются только в реальном полете.
2. Представьте, что вы эксплуатируете дрон в условиях пустыни (песок, высокая температура) или в условиях Крайнего Севера (низкая температура, снег). Как изменится ваша инфраструктура и процедуры обслуживания БАС для обеспечения его работоспособности в этих экстремальных условиях?
3. Опишите алгоритм диагностики, если после падения дрон "не держит позицию" (зависает) и постоянно уходит в сторону при попытке зависнуть на месте. Какие компоненты и настройки (калибровка датчиков, состояние рамы, пропеллеры) необходимо проверить в первую очередь?
4. Какие преимущества дает использование БАС при проведении контрольных надзорных мероприятий (например, проверка состояния трубопроводов или линий электропередач) по сравнению с традиционными методами (пеший обход, вертолет)?

## Практическая часть

### Задания

**Задание 1. Предполетная подготовка и выполнение базовых маневров на симуляторе**  
Провести визуальный осмотр модели беспилотного воздушного судна в симуляторе, проверить целостность конструкции, заряд аккумулятора и работоспособность систем. Выполнить взлет, зависание на высоте 2 м, полет по квадрату со стороной 10 м, точную посадку в заданную точку. Продемонстрировать умение удерживать дрон в горизонте и плавно управлять тягой.

**Задание 2. Полет по заданной траектории с остановками в контрольных точках**  
На симуляторе или реальном БВС пролететь маршрут, состоящий из пяти точек, заданных координатами. В каждой точке необходимо зависнуть на 5 секунд с отклонением не более 0,5 м. Оценивается точность выхода на точки, стабильность висения и соблюдение высоты.

**Задание 3. FPV-пилотирование: прохождение гоночной трассы**  
В FPV-симуляторе (например, Liftoff, DRL Sim) выполнить три круга по трассе с воротами и препятствиями. Задание выполняется на время, учитывается количество штрафных секунд за столкновения. Необходимо продемонстрировать навыки скоростного маневрирования и контроля дрона от первого лица.

**Задание 4. Настройка FPV-системы и выполнение полета**  
На реальном БВС (или в симуляторе с эмуляцией FPV) подключить видеопередатчик, камеру и очки, настроить частоту и каналы. Выполнить взлет и полет по кругу, используя только вид от первого лица. После посадки продемонстрировать умение анализировать записанное видео (при наличии).

**Задание 5. Планирование автономной миссии в Mission Planner и ее выполнение**  
С использованием ПО Mission Planner (или аналога) создать план полета для аэрофотосъемки прямоугольного участка 100×50 м с перекрытием снимков 70%. Загрузить миссию в симулятор или реальный дрон, запустить автономный полет. Оценивается корректность построения маршрута, выполнение взлета, прохождение точек и возврат на базу.

**Задание 6. Диагностика и устранение неисправности БВС**  
На предоставленном дроне с искусственно внесенной неисправностью (например, поврежденный пропеллер, ослабленный винт, неработающий двигатель в симуляторе) провести диагностику: внешний осмотр, проверка работы двигателей в ПО, выявление причины. Произвести замену неисправного элемента и повторную проверку работоспособности.

**Задание 7. Подготовка и 3D-печать детали для дрона**  
Получить модель защитного кожуха для пропеллера (или другой детали) в формате STL. В программе-слайсере (Cura, PrusaSlicer) настроить параметры печати (температура, скорость, поддержки), запустить печать на 3D-принтере. После печати удалить поддержки, зачистить деталь и установить на дрон. Оценивается качество печати и правильность установки.

**Задание 8. Программирование автономного полета на Python (симуляция)**  
С использованием симулятора (например, Gazebo с PX4 или DroneKit) написать скрипт на Python, который выполняет взлет, облет препятствия (заданного цилиндра) по дуге и посадку. Код должен содержать комментарии и корректно обрабатывать логику. Оценивается работоспособность программы и понимание алгоритмов.

**Задание 9. Выполнение комплексной миссии по поиску объекта**  
В симуляторе с подвесным оборудованием (тепловизор) выполнить поиск условного пропавшего человека на заданной территории. Необходимо самостоятельно спланировать маршрут сканирования, выполнить полет, обнаружить цель (имитация) и сбросить маркер. Оценивается эффективность планирования и точность обнаружения.

**Задание 10. Организация рабочего места и послеполетные процедуры**  
После завершения полетов (реальных или симуляторных) продемонстрировать правильное отключение питания, разборку оборудования, проверку состояния дрона (очистка от пыли, проверка винтов). Заполнить полетный лист (журнал) с указанием времени полета, замечаний и расхода батареи. Оценивается соблюдение техники безопасности и правил ведения документации.

Критерии оценивания

Критерий оценивания, пояснение	Оценка
<p>Теоретическая часть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Даны правильные, полные и аргументированные ответы на все теоретические вопросы экзаменационного билета.</li> <li>• Продемонстрировано уверенное знание нормативно-правовой базы, регламентирующей полеты БАС в Российской Федерации.</li> <li>• Свободно используется профессиональная терминология, показано глубокое понимание принципов аэродинамики, навигации, метеорологии и конструкции БАС, необходимых для безопасного выполнения полетов.</li> </ul> <p>Практическая часть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задание (полетное или техническое) выполнено в полном объеме, точно и в установленное время.</li> <li>• Продемонстрирована грамотная и самостоятельная работа с оборудованием: правильно выполнены процедуры предполетной подготовки, настройки наземной станции управления, калибровки систем и проверки работоспособности.</li> <li>• Полетное задание выполнено с высоким качеством пилотирования: соблюдение траектории, точность зависания и посадки, плавность маневрирования.</li> <li>• При выполнении ремонтных или настроечных работ показано умение пользоваться инструментом, диагностическим ПО и соблюдать технологию ремонта.</li> </ul> <p>Безопасность труда:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Неукоснительно соблюдены все требования нормативных правовых актов, правил использования воздушного пространства и процедур согласования полетов.</li> <li>• Обеспечены меры безопасности: контроль доступа посторонних лиц в зону полетов, правильный выбор стартовой площадки, постоянный мониторинг обстановки в ходе полета.</li> <li>• Продемонстрированы правильные и своевременные действия при возникновении особых (нештатных) ситуаций в полете.</li> </ul>	<p align="center">«Зачтено»</p>
<p>Теоретическая часть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ответы на теоретические вопросы билета отсутствуют, либо являются поверхностными и некорректными.</li> <li>• Выявлен критический недостаток знаний нормативных правовых актов в сфере использования воздушного пространства и правил выполнения полетов.</li> <li>• Экзаменуемый не владеет профессиональной терминологией, допускает грубые ошибки в понимании принципов работы БАС, аэродинамики, метеорологии или навигации, что ставит под сомнение возможность безопасного выполнения полетов.</li> </ul> <p>Практическая часть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Полетное или техническое задание не выполнено либо выполнено с грубыми нарушениями технологии.</li> <li>• Допущены критические ошибки при пилотировании, приведшие к потере контроля над моделью, столкновению с препятствиями или падению (в том числе в симуляторе).</li> <li>• Нарушена последовательность предполетной подготовки: пропущены обязательные пункты проверки (целостность конструкции, заряд батареи, работа систем), что могло бы привести к аварийной ситуации в реальных условиях.</li> <li>• При работе с ПО или оборудованием экзаменуемый демонстрирует неуверенность, неспособность самостоятельно выполнить настройку, калибровку или диагностику, требуя постоянной помощи экзаменатора.</li> <li>• Результат работы (например, напечатанная деталь, отремонтированный узел) имеет критические дефекты, делающие его непригодным к эксплуатации (трещины, неработоспособность механизма, нарушение центровки).</li> </ul>	<p align="center">« Не зачтено»</p>

Безопасность труда:

- Допущены грубые нарушения техники безопасности, создавшие угрозу для экзаменуемого или окружающих (например, запуск двигателей в запрещенной зоне, нахождение посторонних лиц в опасной близости от работающих винтов).
- Проигнорированы правила электробезопасности и пожарной безопасности при зарядке аккумуляторов или эксплуатации оборудования.
- Экзаменуемый не предпринял действий при возникновении особой (нештатной) ситуации в полете либо его действия усугубили ситуацию.
- Не соблюдены правила использования воздушного пространства и требования к полетной документации, что является нарушением федеральных норм и правил.

Генеральный директор  
ООО «КАСКАД» \_\_\_\_\_/Абакаров А.С.  
(подпись, печать)

---