

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор Общества
с ограниченной ответственностью «1Т»



(В.В. Кармаза)

2024г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Сборка БАС»

Москва 2024 г.

Аннотация образовательной программы для размещения на платформе гибких образовательных траекторий.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Сборка БАС» предназначена для освоения слушателями знаний и практических навыков в области сборки БАС. Целевая аудитория программы – граждане, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование, интересующиеся сборкой беспилотных авиационных систем и планирующие свою профессиональную деятельность в этой области.

Слушатели программы узнают архитектуру и основные компоненты беспилотных авиационных систем, методику сборки летного образца, систему проектирования, изготовления и программирования БПЛА, особенности организации собственной мастерской по изготовлению БАС.

Слушатели программы научатся собирать различные типы БПЛА, контролировать работу датчиков, контроллеров и комплектующих БАС, программировать микроконтроллеры.

В результате обучения у слушателей будут сформированы профессиональные компетенции:

1. Способен выполнять сборку аппаратной части БПЛА;
2. Способен устанавливать камеры;
3. Способен осу

ществлять монтаж питающих проводов и разъемов;

4. Способен устанавливать регуляторы оборотов;

5. Способен устанавливать полетный контроллер;

6. Способен устанавливать приемник управляющего сигнала и осуществлять монтаж приемника управляющего сигнала с полетным контроллером;

7. Способен укладывать и изолировать провода;

8. Способен осуществлять настройку аппаратно-программной части БВС;

9. Способен осуществлять проверку работоспособности БВС;

10. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС).

Программа рекомендована гражданам, планирующим заниматься профессиональной деятельностью в области производства БАС.

В результате обучения слушатели получают объем теоретических знаний и практических умений, необходимый для реализации профессиональных действий, связанных с производством БАС.

Практикоориентированный характер обра

зовательной программы обеспечивается оптимальным объемом времени, отводимым на отработку у слушателей заявленных умений и навыков; построением учебного процесса с использованием методов активного обучения и интерактивных форм практических занятий.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

1. Описание

1.1. Актуальность образовательной программы

Согласно принятой в 2023 году Стратегии развития беспилотной авиации в Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года в нашей стране уже взят курс на расширение сферы применения беспилотных авиационных систем (БАС) и формирование новых сегментов рынка, на которых они будут использоваться. Производство БАС является высокотехнологичным, построено на новейших научных разработках, а увеличение количества выпускаемых БАС требует наличия квалифицированных кадров. В рамках федерального проекта «Кадры для беспилотных авиационных систем» решается актуальная задача по профессиональной подготовке достаточного количества квалифицированных специалистов. В рамках федерального проекта «Стимулирование разработки, стандартизации и серийного производства БАС и комплектующих» создаются условия для эффективного отечественного производства БАС.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации "Сборка БАС" способствует решению задач федеральных проектов «Кадры дл

я беспилотных авиационных систем», «Стимулирование разработки, стандартизации и серийного производства БАС и направлена на привлечение внимания широкой аудитории специалистов к актуальному процессу сборки отечественных беспилотных авиационных систем. Она позволит познакомиться как с самой сферой БАС, так и с архитектурой и основными компонентами беспилотных авиационных систем, методикой сборки летного образца, системой проектирования, изготовления и программирования БПЛА.

1.2. Требования к уровню подготовки слушателя (вариативно для дополнительных профессиональных программ, программ профессионального обучения (возможно заполнение не всех полей)).

Требования к уровню образования слушателя в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие высшего либо среднего профессионального образования; • Текущее обучение по программе высшего или среднего профессионального образования.
Регион (регионы) реализации обучения (заполняется в соответствии с фактическими требованиями Университета 2035 на этапе открытого отбора элементов гибких образовательных траекторий)	Московская область, Алтайский край, Забайкальский край, Красноярский край, Мурманская область, Республика Бурятия, Республика Коми, Ростовская область, Сахалинская область, Ульяновская область, Челябинская область

Квалификация	<u>Нет</u>
Наличие опыта профессиональной деятельности	<u>Нет</u>
Предварительное освоение иных дисциплин/курсов /модулей	<u>Нет</u>
Владение необходимыми профессиональными компетенциями	<u>Нет</u>
Иные требования и рекомендации для обучения по программе	<p>Нет</p>

1.3. Цель и планируемые результаты освоения курса

Цель образовательной программы	<u>Цель образовательной программы: совершенствование и (или) получение новой компетенции (компетенций) и практического опыта гражданами в соответствии с отраслевым заказом и потребностями компаний на подготовку кадров в области сборки беспилотных авиационных систем.</u>
Образовательная программа разработана с учетом профессионального стандарта	<u>32.010 Слесарь-сборщик летательных аппаратов</u>
Образовательная программа профессиональной переподготовки разработана с учётом ФГОС	<u>24.01.01 Слесарь-сборщик авиационной техники (утв. Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27 апреля 2022 г. N 287).</u>

Совершенствуемые и/или формируемые компетенции	Тип компетенции	Планируемые результаты обучения (знать, уметь, владеть - использовать конкретные инструменты)
--	-----------------	---

Способен выполнять сборку аппаратной части БПЛА	ПК	Знания - особенности и многообразие конструкций архитектур БАС; - преимущества различных типов архитектур БАС; - конструкции и схемы расположения двигателей мультироторных БАС; - архитектуру симуляторов, - основные концепции, архитектуру и применение микроконтроллеров и одноплатных ПК.
Способен выполнять сборку аппаратной части БПЛА	ПК	Умения - разрабатывать проект с использованием симулятора; - выбирать оптимальную архитектуру БАС; - осуществлять выбор комплектующих для заданной архитектуры БАС, - осуществлять сборку БПЛА; - работать с различным оборудованием и инструментами; - выбирать и применять различные методы соединения деталей.
Способен выполнять сборку аппаратной части БПЛА	ПК	Владение инструментами - навыками анализа и сравнения различных архитектур БАС. - навыками подготовки схемы, выбора комплектующих и описание процесса сборки и настройки; - навыками работы в симуляторе.
Способен устанавливать камеры	ПК	Знания - основные характеристики и применение различных комплектующих в беспилотных авиационных системах; - критерии выбора, совместимость компонентов и особенности интеграции различных комплектующих в систему БАС.
Способен устанавливать камеры	ПК	Умения - производить установку камер и другого навесного оборудования на БАС.
Способен устанавливать камеры	ПК	Владение инструментами - навыками обеспечения стабильной и надежной работы системы.
Способен осуществлять монтаж питающих проводов и разъемов	ПК	Знания - основные этапы сборки беспилотных авиационных систем; - принципы выбора подходящих комплектующих и их интеграция в конструкцию БАС для обеспечения оптимальной работы; - основы электромонтажных работ; - проблемы и решения при сборке БАС.
Способен осуществлять монтаж питающих проводов и разъемов	ПК	Умения - выбирать подходящие комплектующие и осуществлять их интеграцию в конструкцию БАС для обеспечения оптимальной работы; - проводить монтажные работы с проводами и разъемами.
Способен осуществлять монтаж питающих проводов и разъемов	ПК	Владение инструментами - навыками проведение электромонтажных работ; - навыками сборки БАС разных типов.
Способен устанавливать регуляторы оборотов	ПК	Знания - основные характеристики и применение различных комплектующих в беспилотных авиационных системах; - критерии выбора, совместимость компонентов и особенности интеграции различных комплектующих в систему БАС
Способен устанавливать регуляторы оборотов	ПК	Умения - подключать моторы к контроллерам скорости; - подключать различные датчики (гироскопы, акселерометры, GPS) и производить их калибровку для точного измерения и управления. - тестировать SMD монтаж
Способен устанавливать регуляторы оборотов	ПК	Владение инструментами - навыками подключения и настройки микроконтроллера в системе управления БАС.
Способен устанавливать полетный контроллер	ПК	Знания - основные характеристики и применение различных комплектующих в беспилотных авиационных системах; - критерии выбора, совместимость компонентов и особенности интеграции различных комплектующих в систему БАС; - технологию SMD монтажа; - виды и принципы работы установщиков SMD компонентов.
Способен устанавливать полетный контроллер	ПК	Умения - подключать моторы к контроллерам скорости; - настраивать и использовать установщик SMD компонентов. - тестировать SMD монтаж.
Способен устанавливать полетный контроллер	ПК	Владение инструментами - навыками подключения и настройки микроконтроллера в системе управления БАС - навыками управления тягой двигателя.

Способен устанавливать приемник управляющего сигнала и осуществлять монтаж приемника управляющего сигнала с полетным контроллером	ПК	Знания - основные характеристики и применение различных комплектующих в беспилотных авиационных системах; - критерии выбора, совместимость компонентов и особенности интеграции различных комплектующих в систему БАС; - технологию SMD монтажа; - виды и принципы работы установщиков SMD компонентов
Способен устанавливать приемник управляющего сигнала и осуществлять монтаж приемника управляющего сигнала с полетным контроллером	ПК	Умения - подключать различные датчики (гироскопы, акселерометры, GPS) и производить их калибровку для точного измерения и управления. - настраивать и использовать установщик SMD компонентов. - тестировать SMD монтаж
Способен устанавливать приемник управляющего сигнала и осуществлять монтаж приемника управляющего сигнала с полетным контроллером	ПК	Владение инструментами - навыками подключения и настройки микроконтроллера в системе управления БАС - навыками выполнения автоматического монтажа компонентов на печатную плату.
Способен укладывать и изолировать провода	ПК	Знания - основные этапы сборки беспилотных авиационных систем; - проблемы и решения при сборке БАС.
Способен укладывать и изолировать провода	ПК	Умения - выбирать подходящие комплектующие и осуществлять их интеграцию в конструкцию БАС для обеспечения оптимальной работы; - проводить монтажные работы с проводами и разъемами
Способен укладывать и изолировать провода	ПК	Владение инструментами - навыками изоляции проводов; - навыками сборки БАС разных типов.
Способен осуществлять настройку аппаратно-программной части БВС	ПК	Знания - основы программирования на языке C++ для системного и аппаратного обеспечения.
Способен осуществлять настройку аппаратно-программной части БВС	ПК	Умения - выполнять прошивку программы на C++ для управления сервоприводом, настройки и тестирования; - программировать и отлаживать код на C++ для управления светодиодами; - писать программы на C++ для настройки светодиодов и тестирования работы программы.
Способен осуществлять настройку аппаратно-программной части БВС	ПК	Владение инструментами - навыками программирования микроконтроллеров и одноплатных ПК - навыками сборки БАС разных типов; - навыками использования OpenCV для решения конкретных задач.
Способен осуществлять проверку работоспособности БВС	ПК	Знания - технологии CV и их использование для автоматизации процессов контроля качества - технологические тенденции и перспективы развития ИИ в производственных процессах.
Способен осуществлять проверку работоспособности БВС	ПК	Умения - проводить тестирование и калибровку собранного БАС.
Способен осуществлять проверку работоспособности БВС	ПК	Владение инструментами - навыками разработки системы самодиагностики для БАС
Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	ПК	Знания - важность соблюдения стандартов безопасности; - технические и эксплуатационные сложности, связанные с взлетом и посадкой БАС - бизнес-модели и стратегии для успешного запуска инновационного проекта; - основы планирования и создания оптимального рабочего пространства для сборки и обслуживания БАС - инструменты и оборудование для ремонта и обслуживания БАС - основы моделирования деталей.
Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	ПК	Умения - выполнять настройку и тестирование системы взлета и посадки

Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	ПК	Владение инструментами - навыками настройки систем взлета и посадки, - навыками проведения тестовых запусков и отладки.
--	----	---

2. Учебный (тематический) план

Наименование модулей/тем программы	Всего, час	Виды учебных занятий			Формы контроля
		лекции	практические занятия	самостоятельная работа	
Входное тестирование	0	0	0	0	
Образовательный теоретический блок	68	37	23	8	
Модуль 1	68	37	23	8	
Модуль 1					
Тема 1.1.	3	2	1	0	
1.1. Симуляторы БАС					
Тема 1.2.	4	2	2	0	
1.2 Архитектура БАС					
Тема 1.3.	3	2	1	0	
1.3 Организация мастерской					
Тема 1.4.	4	2	2	0	
1.4 Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование					
Тема 1.5.	5	2	2	1	
2.1 Микроконтроллеры и одноплатные ПК					
Тема 1.6.	5	2	2	1	
2.2 Комплектующие БАС					
Тема 1.7.	5	2	2	1	
2.3 Программирование МК32 АМУР и аналогов					
Тема 1.8.	5	2	2	1	
2.4 БАС самолетного типа					
Тема 1.9.	5	2	2	1	
3.1 Моделирование деталей					
Тема 1.10.	3	2	1	0	
3.2 3D принтеры					
Тема 1.11.	3	2	1	0	
3.3 Высокотехнологичные материалы					
Тема 1.12.	7	4	2	1	
3.4 Установщики SMD компонентов					
Тема 1.13.	6	4	1	1	
4.1. Особенности сборки БАС					
Тема 1.14.	2	2	0	0	
4.2 Система контроля качества и CV					
Тема 1.15.	5	3	1	1	
4.3 Стартапы и развитие производства					
Тема 1.16.	2	2	0	0	
4.4 Перспективы применения ИИ в промышленности					
Промежуточная аттестация	1	0	1	0	Тестирование (зачёт/незачёт)
Блок практической подготовки	72	0	72	0	

Модуль 2	72	0	72	0	
Модуль 2					
Тема 2.1.	10	0	10	0	
2.1. Микроконтроллеры и одноплатные ПК					
Тема 2.2.	14	0	14	0	
2.2 Датчики и сбор данных					
Тема 2.3.	18	0	18	0	
2.3 Сборка винтомоторной группы					
Тема 2.4.	8	0	8	0	
2.4 Светосигнализация и навесное оборудование					
Тема 2.5.	8	0	8	0	
2.5 Печать на 3D принтере					
Тема 2.6.	12	0	12	0	
2.6 Сборка БАС разных типов					
Промежуточная аттестация	2	0	2	0	Практическое задание.
Итоговая аттестация	4	0	4	0	Презентация портфолио. Проводится в практической форме и состоит из результатов решения практических задач (демонстрация практической готовности слушателя к решению указанных задач в рамках совершенствуемых и новых компетенций)
	<p>Характеристика кадрового состава аттестационной комиссии</p> <p>Кропивный Дмитрий Алексеевич Московский авиационный институт, Самолето-вертолетостроение, инженер, 2023 ООО ЭЦ "Социология и аналитика", Data Scientist, 3 года Разработка алгоритмов автономного управления БАС с применением ИИ. Разработка конструкторской документации агрегатов колонки несущего винта вертолетов. Оценка состояния подконтрольных технических систем с целью определения степени повреждения в конструкциях и агрегатах. Занимался исследованием аэродинамических характеристик профиля лопастей в условиях обледенения посредством математического моделирования в ANSYS fluent. Опыт 4 года.</p> <p>Ерохин Кирилл Сергеевич МИСиС, по специальности «Горное дело», 2019 ООО Альмина, Data Scientist, 4 года Построение моделей ИИ для автономного управления БАС, 3 года</p> <p>Осинцев Максим Андреевич Ярославский градостроительный колледж, СПО по специальности Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, 2018 ООО Альмира, разработчик, 3 года Разработка ПО для БАС, эксплуатация в режиме программируемых полетных заданий, 3 года</p> <p>Боженко Вадим Олегович ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского", бакалавр по специальности Иноватика, 2020 ООО IT, преподаватель ДПО, 2 года 8 лет педагогического стажа в школах, колледжах и университетах, 5 лет из них по направлениям "геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы, обработка данных дистанционного зондирования", победитель конкурса "Кибердром 2021" в составе команды от Саратовской области, победитель грантовой программы от Фонда Содействия Инновациям с проектом "БПЛА с машинным зрением для вертикального опрыскивания".</p> <p>Семенов Анатолий Сергеевич Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, инженер по специальности Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, 2012 ООО IT, системный аналитик, преподаватель ДПО, 3 года Сбор требований для модернизации управляющего ПО БАС, проектная документация по БАС, 4 года</p>				

	Описание места проведения			
	Уральский филиал Финансового университета при правительстве РФ Челябинская обл., г. Челябинск, ул.Работниц, 58			
Всего часов	144	37	99	8

3. Учебная (рабочая) программа

Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий	Содержание учебных занятий
Образовательный теоретический блок		
Модуль 1		
Модуль 1		
Тема 1.1. 1.1. Симуляторы БАС	Лекции (2 ч.)	1. Обзор симуляторов БАС: описание 1Т симуляторов, мастерской и существующих решений на рынке. 2. Применение симуляторов для обучения и тестирования БАС: возможности 1Т Симулятора и 1Т Мастерской.
	Практические занятия (1 ч.)	1. В симуляторе: выполнение полета по заданным звездам, управление БВС.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.2. 1.2 Архитектура БАС	Лекции (2 ч.)	1. Обзор архитектур БАС: многообразие конструкций и их особенности. Рассмотрение различных типов архитектур БАС, их применение и преимущества. 2. Мультироторные БАС: разнообразие конструкций и схемы расположения двигателей. Введение в мультироторные версии БАС с разным количеством двигателей и их расположением.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Полет мультироторного БВС с разным количеством двигателей. Практическое занятие по управлению БВС с различными схемами расположения моторов, анализ влияния компоновки на управление. 2. Сборка и настройка основных комплектующих для БАС. Сборка и интеграция различных комплектующих в единую систему, настройка и тестирование работоспособности. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.3. 1.3 Организация мастерской	Лекции (2 ч.)	1. Основы организации производственной мастерской. Принципы планирования и создания эффективного рабочего пространства для сборки и обслуживания БАС. Важность соблюдения стандартов безопасности и эргономики. 2. Оборудование и инструменты для мастерской. Обзор необходимого оборудования и инструментов, используемых в производственной мастерской для работы с беспилотными авиационными системами. Критерии выбора и расстановки оборудования
	Практические занятия (1 ч.)	1. Расположение и организация предметов мастерской. Практическое занятие по оптимальной расстановке оборудования, инструментов и материалов в мастерской для обеспечения эффективности и безопасности рабочего процесса.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.4. 1.4 Среда разработки C++: системное и аппаратное программирование	Лекции (2 ч.)	1. Введение в системное и аппаратное программирование на C++. Основы программирования на языке C++ для системного и аппаратного обеспечения. Обзор возможностей и применений. 2. Среда разработки для C++: инструменты и настройки. Рассмотрение популярных сред разработки для C++, таких как Visual Studio, Eclipse, и PlatformIO. Особенности настройки и использования.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Программирование микроконтроллера для управления сервоприводом. Написание и прошивка программы на C++ для управления сервоприводом, настройка и тестирование. 2. Программирование и отладка кода на C++ для управления светодиодами. Написание программы на C++ для микроконтроллера, настройка светодиодов и тестирование работы программы. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.5. 2.1 Микроконтроллеры и одноплатные ПК	Лекции (2 ч.)	1. Введение в микроконтроллеры и одноплатные ПК. Основные концепции, архитектура и применение микроконтроллеров и одноплатных ПК в различных проектах. 2. Обзор популярных микроконтроллеров и одноплатных ПК. Рассмотрение таких платформ, как Arduino, STM32, Raspberry Pi, Orange Pi и других. Их особенности и применения.

	Практические занятия (2 ч.)	1. Программирование микроконтроллеров на примере Arduino. Написание и отладка кода для управления светодиодами и датчиками. 2. Настройка и программирование одноплатного ПК RerkaPi. Создание и отладка проекта для управления периферийными устройствами. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование дополнительных материалов по микроконтроллерам и одноплатным ПК. Разработка проекта с использованием микроконтроллера или одноплатного ПК. Описание процесса создания и настройки проекта, тестирования и анализа результатов.
Тема 1.6. 2.2 Комплектующие БАС	Лекции (2 ч.)	1. Обзор комплектующих для БАС. Моторы, драйверы, контроллеры скорости, датчики, камеры, навесное оборудование и другие. Основные характеристики и применение различных комплектующих в беспилотных авиационных системах. 2. Выбор и интеграция комплектующих в БАС. Критерии выбора, совместимость компонентов и особенности интеграции различных комплектующих в систему БАС.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Сборка и настройка моторов и контроллеров скорости. Подключение моторов к контроллерам скорости, настройка и тестирование работы системы. 2. Установка и калибровка датчиков. Подключение различных датчиков (гироскопы, акселерометры, GPS) и их калибровка для точного измерения и управления.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование различных типов моторов и контроллеров скорости. Подготовка отчета с анализом характеристик и применения в БАС.
Тема 1.7. 2.3 Программирование МК32 АМУР и аналогов	Лекции (2 ч.)	1. Обзор микроконтроллеров Амур, STM, CH32 и других: основные характеристики и возможности. 2. Библиотеки и платформы для программирования: HAL, CMSIS и другие. Особенности применения HAL и CMSIS в разработке ПО для микроконтроллеров.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Программирование микроконтроллера МК32 АМУР. Сборка и тестирование простейшего устройства с мигающим светодиодом. 2. Разработка и загрузка программы на микроконтроллер для управления БВС. Взлет и выполнение базовых маневров.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Изучение дополнительных материалов по микроконтроллерам МК32 АМУР и их аналогам. Подготовка краткого отчета по особенностям программирования с использованием HAL и CMSIS.
Тема 1.8. 2.4 БАС самолетного типа	Лекции (2 ч.)	1. Архитектура и основные комплектующие для БАС самолетного типа. Основные характеристики и компоненты, используемые в конструкции беспилотных авиационных систем самолетного типа. 2. Проблемы взлета и посадки. Технические и эксплуатационные сложности, связанные с взлетом и посадкой БАС самолетного типа, и методы их решения.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Сборка БАС самолетного типа. Практическое занятие по сборке беспилотного авиационного системы самолетного типа, включая установку основных компонентов и настройку системы. 2. Настройка и тестирование системы взлета и посадки. Практическое занятие по настройке систем взлета и посадки, проведение тестовых запусков и отладка. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование и анализ различных конструкций БАС самолетного типа. Подготовка отчета с описанием преимуществ и недостатков различных конструктивных решений.
Тема 1.9. 3.1 Моделирование деталей	Лекции (2 ч.)	1. Blender и основы моделирования. Введение в программу Blender, основные инструменты и методы создания 3D моделей. 2. Возможности Blender в контексте CAD систем. Рассмотрение функций Blender, которые могут использоваться для моделирования инженерных деталей и объектов.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Создание базовой 3D модели детали в Blender. Использование основных инструментов для моделирования простой детали с нуля. 2. Детализация и текстурирование модели. Работа с материалами, текстурами и UV-разверткой для придания модели реалистичного вида.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Разработка комплексной модели детали в Blender.
Тема 1.10. 3.2 3D принтеры	Лекции (2 ч.)	1. Введение в 3D принтеры и их технологии. Обзор различных типов 3D принтеров (FDM, SLA, SLS и другие), их принципов работы и областей применения. Анализ преимуществ и недостатков каждого типа принтеров. 2. Материалы для 3D печати. Рассмотрение различных материалов, используемых для 3D печати, их характеристик и подходящих областей применения. Особенности работы с различными материалами и их влияние на качество конечного изделия.
	Практические занятия (1 ч.)	Настройка 3D принтера для печати и создание модели. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.

	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.11. 3.3 Высокотехнологичные материалы	Лекции (2 ч.)	1. Применяемые материалы для производства БАС. Обзор высокотехнологичных материалов, используемых в производстве беспилотных авиационных систем, их свойства и преимущества. Рассмотрение композитных материалов, сплавов и полимеров. 2. Особенности отливки частей корпуса. Технологии и методы отливки корпусов для БАС, их преимущества и недостатки. Влияние выбора материала на процесс отливки и качество конечного изделия.
	Практические занятия (1 ч.)	Вырезание на станке ЧПУ в IT Мастерской деталей корпуса дрона. Практическое занятие по подготовке и вырезанию деталей корпуса дрона с использованием станка ЧПУ. Оптимизация процесса и оценка качества полученных деталей.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.12. 3.4 Установщики SMD компонентов	Лекции (4 ч.)	1. Введение в технологию SMD монтажа. Обзор установщиков SMD компонентов, их виды и принцип работы. Рассмотрение основных преимуществ и применений SMD монтажа в электронике. 2. Настройка и использование установщиков SMD компонентов. Процесс подготовки и настройки оборудования для автоматического монтажа компонентов. Обзор программного обеспечения для управления установщиками. 3. Современные технологии и инновации в SMD монтаже. Обзор новых технологий и инновационных решений в области SMD монтажа, их преимущества и влияние на производство электроники. 4. Обеспечение качества и надежности при SMD монтаже. Методы и инструменты для контроля качества и надежности SMD монтажа, предотвращение дефектов и повышение долговечности компонентов.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Настройка и использование установщика SMD компонентов. Настройка оборудования и выполнение автоматического монтажа компонентов на печатную плату. 2. Тестирование и отладка SMD монтажа. Практическое занятие по тестированию смонтированных SMD компонентов на печатной плате, выявление и устранение дефектов, проверка работоспособности. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Подготовка отчета по использованию установщиков SMD компонентов. Описание процесса настройки и эксплуатации оборудования, анализ эффективности и выявленных проблем.
Тема 1.13. 4.1. Особенности сборки БАС	Лекции (4 ч.)	1. Основные этапы сборки беспилотных авиационных систем. Введение в процесс сборки БАС, рассмотрение основных этапов и ключевых компонентов. 2. Выбор и интеграция комплектующих. Принципы выбора подходящих комплектующих и их интеграция в конструкцию БАС для обеспечения оптимальной работы. 3. Проблемы и решения при сборке БАС. Обзор распространенных проблем, возникающих при сборке БАС, и методы их решения. Практические советы по повышению эффективности сборки. 4. Тестирование и калибровка собранного БАС. Методы и инструменты для тестирования и калибровки БАС после сборки. Обеспечение стабильной и надежной работы системы.
	Практические занятия (1 ч.)	Сборка БАС. Практическое занятие по сборке БПЛА с использованием различных комплектующих, настройка и проверка работоспособности системы. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Разработка плана сборки и интеграции компонентов для конкретного проекта БАС. Подготовка детального плана с описанием этапов сборки, выбора комплектующих и методов тестирования.
Тема 1.14. 4.2 Система контроля качества и CV	Лекции (2 ч.)	1. Введение в системы контроля качества. Основные концепции и методы контроля качества в производственных процессах. Примеры успешного внедрения систем контроля качества в различных отраслях. 2. Применение компьютерного зрения (CV) в системах контроля качества. Обзор технологий CV и их использование для автоматизации процессов контроля качества. Примеры использования CV для обнаружения дефектов и контроля продукции.
	Практические занятия (0 ч.)	
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.15. 4.3 Стартапы и развитие производства	Лекции (3 ч.)	1. Организация стартапа: ключевые этапы, от идеи до реализации. Обзор бизнес-моделей и стратегий для успешного запуска инновационного проекта. 2. Использование акселераторов для стартапов: преимущества, возможности и примеры успешных программ. Как выбрать подходящий акселератор и подать заявку. 3. Привлечение инвестиций для стартапа. Основные источники финансирования для стартапов: венчурный капитал, краудфандинг, бизнес-ангелы. Стратегии привлечения инвестиций и подготовка эффективного питч-дека.

	Практические занятия (1 ч.)	Разработка бизнес-плана для инновационного проекта: определение концепции, целевой аудитории, стратегии маркетинга и финансового плана. Индивидуальная работа по созданию бизнес-плана и презентация проекта.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование успешных стартапов и акселераторов в области беспилотных авиационных систем. Подготовка отчета с анализом успешных кейсов и рекомендациями для создания собственного стартапа. Разработка подробного бизнес-плана для собственного инновационного проекта, включая все ключевые аспекты, от концепции до стратегии выхода на рынок.
Тема 1.16. 4.4 Перспективы применения ИИ в промышленности	Лекции (2 ч.)	1. Введение в применение ИИ в промышленности. Обзор текущих возможностей и примеров использования искусственного интеллекта в различных отраслях промышленности. Технологические тенденции и перспективы развития ИИ в производственных процессах. 2. Преимущества и вызовы внедрения ИИ в промышленность. Анализ основных преимуществ, таких как повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества продукции, а также рассмотрение вызовов и ограничений, связанных с внедрением ИИ технологий.
	Практические занятия (0 ч.)	
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Промежуточная аттестация	Тестирование (зачёт\незачёт) (1 ч.)	Тестирование
Блок практической подготовки		
Модуль 2		
Модуль 2		
Тема 2.1.	Лекции (0 ч.)	

<p>2.1. Микроконтроллеры и одноплатные ПК</p>	<p>Практические занятия (10 ч.)</p>	<p>Практика 1: Введение в микроконтроллеры и одноплатные ПК (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают основы работы с микроконтроллерами и одноплатными ПК, такими как МК32, Raspberry Pi и Orange Pi. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают архитектуру и основные компоненты микроконтроллеров и одноплатных ПК; Программируют среду разработки и инструменты для программирования микроконтроллеров и одноплатных ПК; Пишут и компилируют базовые программы для управления микроконтроллерами и одноплатными ПК; Результаты: Понимание архитектуры и принципов работы микроконтроллеров и одноплатных ПК; Настроенная среда разработки для программирования; Базовые программы для управления микроконтроллерами и одноплатными ПК.</p> <p>Практика 2: Разработка приложений для микроконтроллеров и одноплатных ПК (4 часа) Описание: Обучающиеся разрабатывают приложения для управления различными компонентами беспилотных авиационных систем (БАС) с использованием микроконтроллеров и одноплатных ПК. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Программируют приложения для управления двигателями, сенсорами и другими компонентами БАС; Тестируют разработанные приложения на реальных или симулированных моделях БАС; Оптимизируют код для повышения эффективности и надежности работы приложений. Результаты: Разработанные и протестированные приложения для управления компонентами БАС; Опыт программирования и тестирования приложений для микроконтроллеров и одноплатных ПК.</p> <p>Практика 3: Интеграция микроконтроллеров и одноплатных ПК в системы управления БАС (4 часа) Описание: Обучающиеся интегрируют микроконтроллеры и одноплатные ПК в системы управления БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Подключают и программируют микроконтроллеры и одноплатные ПК для управления различными компонентами БАС (моторы, датчики, камеры); Программируют алгоритмы для взаимодействия микроконтроллеров и одноплатных ПК с системой управления БАС; Тестируют интеграцию микроконтроллеров и одноплатных ПК в реальных или симулированных условиях. Результаты: Интегрированные микроконтроллеры и одноплатные ПК в систему управления БАС; Опыт программирования и настройки микроконтроллеров и одноплатных ПК для управления компонентами БАС.</p> <p>Практика 4: Тестирование и отладка интегрированных систем (2 часа) Описание: Обучающиеся проводят тестирование и отладку интегрированных систем на базе микроконтроллеров и одноплатных ПК. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Проводят тестовые испытания интегрированных систем управления БАС; Анализируют результаты тестов и выявляют возможные проблемы; Вносят корректировки в программное обеспечение и настройки системы для улучшения ее работы. Результаты: Проведенные тесты и отладка интегрированных систем; Опыт тестирования и улучшения интегрированных систем управления БАС.</p>
	<p>Самостоятельная работа (0 ч.)</p>	
<p>Тема 2.2.</p>	<p>Лекции (0 ч.)</p>	

2.2 Датчики и сбор данных	<p>Практические занятия (14 ч.)</p>	<p>Практика 1: Введение в датчики и их типы (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают основные типы датчиков, используемых в беспилотных авиационных системах (БАС), их принцип работы и области применения. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают различные типы датчиков: гироскопы, акселерометры, GPS, датчики температуры, давления, ультразвуковые датчики и т. д.; Изучают принципы работы каждого типа датчика; Проводят базовые тесты для проверки работы датчиков. Результаты: Понимание различных типов датчиков и их принципов работы; Опыт работы с основными типами датчиков.</p> <p>Практика 2: Установка и калибровка датчиков (6 часов) Описание: Обучающиеся изучают процесс установки и калибровки различных датчиков на БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Устанавливают датчики на БАС; Подключают датчики к контроллерам полета и другим системам; Проводят калибровку датчиков для обеспечения точности их работы; Проводят тесты для проверки корректности установки и калибровки. Результаты: Установленные и откалиброванные датчики на БАС; Опыт калибровки и проверки точности датчиков.</p> <p>Практика 3: Сбор и запись данных от датчиков (6 часов) Описание: Обучающиеся программируют системы для сбора и записи данных, поступающих от датчиков на БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Программируют алгоритмы для считывания данных с различных датчиков; Программируют системы для записи и хранения собранных данных; Проводят тестовые полеты или испытания для сбора данных в реальных условиях; Анализируют собранные данные и проверяют их корректность Результаты: Программные системы для сбора и записи данных от датчиков Опыт сбора данных в реальных условиях</p> <p>Практика 4: Обработка и анализ данных от датчиков (6 часов). Описание: Обучающиеся занимаются обработкой и анализом данных, собранных от различных датчиков на БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Извлекают и обрабатывают собранные данные с помощью программных инструментов; Анализируют данные для выявления трендов и аномалий; Проводят визуализацию данных для лучшего понимания их значений; Разрабатывают отчеты с выводами и рекомендациями на основе анализа данных. Результаты: Обработанные и проанализированные данные от датчиков; Навыки работы с программными инструментами для обработки и анализа данных.</p> <p>Практика 5: Интеграция данных от датчиков в систему управления БАС (4 часа) Описание: Обучающиеся интегрируют собранные и обработанные данные от датчиков в систему управления БАС для улучшения его работы. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Программируют систему управления для использования данных от датчиков в реальном времени; Программируют алгоритмы для обработки данных от датчиков и принятия решений на их основе; Тестируют интегрированные системы управления в различных условиях; Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки. Результаты: Интегрированные данные от датчиков в систему управления БАС; Опыт использования данных от датчиков для улучшения работы системы управления.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.3.	Лекции (0 ч.)	

<p>2.3 Сборка винтомоторной группы</p>	<p>Практические занятия (18 ч.)</p>	<p>Практика 1: Введение в винтомоторные группы Описание: Обучающиеся изучают основы конструкции и принцип работы винтомоторных групп для беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают типы винтов и двигателей, используемых в БАС; Изучают конструкцию винтомоторных групп и их основные компоненты; Проводят базовые тесты для проверки работы винтов и двигателей. Результаты: Понимание конструкции и принципов работы винтомоторных групп; Опыт работы с различными типами винтов и двигателей</p> <p>Практика 2: Сборка и установка винтов и двигателей. Описание: Обучающиеся собирают винтомоторные группы, устанавливают их на БАС и программируют для оптимальной работы. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Собирают винты и двигатели в единые винтомоторные группы; Устанавливают винтомоторные группы на БАС; Подключают и программируют системы управления для винтомоторных групп; Проводят тестовые запуски для проверки работы собранных винтомоторных групп. Результаты: Собранные и установленные винтомоторные группы на БАС; Опыт настройки и проверки работы винтомоторных групп.</p> <p>Практика 3: Программирование и калибровка винтомоторных групп Описание: Обучающиеся программируют и калибруют винтомоторные группы для обеспечения точного и стабильного управления БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Программируют алгоритмы управления винтомоторными группами; Калибруют двигатели и винты для достижения оптимальных характеристик; Тестируют работу винтомоторных групп в различных условиях; Анализируют результаты тестов и вносят корректировки в программное обеспечение и настройки. Результаты: Программное обеспечение для управления винтомоторными группами; Откалиброванные и протестированные винтомоторные группы.</p> <p>Практика 4: Интеграция винтомоторных групп в систему управления БАС Описание: Обучающиеся интегрируют винтомоторные группы в общую систему управления БАС и тестируют их взаимодействие с другими компонентами. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Подключают винтомоторные группы к контроллеру полета и программируют их взаимодействие; Программируют взаимодействие между винтомоторными группами и другими компонентами системы управления; Тестируют интегрированную систему управления в реальных или симулированных условиях. Результаты: Интегрированные винтомоторные группы в систему управления БАС; Опыт настройки и тестирования взаимодействия между компонентами системы управления.</p> <p>Практика 5: Тестирование и отладка винтомоторных групп в полевых условиях Описание: Обучающиеся проводят полевые испытания винтомоторных групп, анализируют их работу и вносят необходимые корректировки для улучшения характеристик. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Проводят полевые испытания винтомоторных групп на различных режимах полета; Анализируют работу винтомоторных групп в реальных условиях эксплуатации; Вносят корректировки в программное обеспечение и настройки для улучшения характеристик; Проводят дополнительные тесты для проверки внесенных изменений. Результаты: Проведенные полевые испытания винтомоторных групп; Опыт анализа и улучшения характеристик винтомоторных групп; Откалиброванные и настроенные винтомоторные группы.</p>
	<p>Самостоятельная работа (0 ч.)</p>	
<p>Тема 2.4.</p>	<p>Лекции (0 ч.)</p>	

2.4 Светосигнализация и навесное оборудование

Практические занятия (8 ч.)	<p>Практика 1: Введение в системы светосигнализации Описание: Обучающиеся изучают принципы работы и применения систем светосигнализации в беспилотных авиационных системах (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают различные типы светосигнализации и их использование; Изучают компоненты и схемы подключения светосигнализации; Проводят базовые тесты для проверки работы светосигнализации. Результаты: Понимание принципов работы и применения светосигнализации в БАС; Опыт работы с компонентами и схемами подключения светосигнализации.</p> <p>Практика 2: Установка и подключение систем светосигнализации Описание: Обучающиеся устанавливают и подключают системы светосигнализации на БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Устанавливают светодиоды и другие элементы светосигнализации на БАС; Подключают светосигнализацию к контроллеру полета; Программируют системы светосигнализации для различных режимов работы; Тестируют работу светосигнализации в реальных условиях. Результаты: Установленные и подключенные системы светосигнализации на БАС; Опыт настройки и проверки работы систем светосигнализации.</p> <p>Практика 3: Программирование управления светосигнализацией Описание: Обучающиеся программируют алгоритмы управления светосигнализацией для различных задач и режимов работы. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Пишут программы для управления светосигнализацией через контроллер полета; Программируют алгоритмы для различных режимов работы светосигнализации (например, мигание, постоянное свечение, смена цветов); Тестируют программы в реальных или симулированных условиях; Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки. Результаты: Программное обеспечение для управления светосигнализацией; Опыт программирования и тестирования алгоритмов управления светосигнализацией.</p> <p>Практика 4: Интеграция навесного оборудования и тестирование Описание: Обучающиеся интегрируют различные типы навесного оборудования (например, камеры, датчики) в систему управления БАС и проводят тестирование их работы. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Подключают и программируют навесное оборудование на БАС; Программируют взаимодействие навесного оборудования с системой управления; Проводят тестовые полеты или испытания для проверки работы навесного оборудования; Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки. Результаты: Интегрированное навесное оборудование в систему управления БАС; Опыт тестирования и оптимизации работы навесного оборудования.</p> <p>Практика 5: Обработка данных с навесного оборудования Описание: Обучающиеся обрабатывают и анализируют данные, полученные с различных типов навесного оборудования, установленных на БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Извлекают и обрабатывают данные с навесного оборудования (например, изображения с камер, данные с датчиков); Анализируют данные для выявления трендов и аномалий; Проводят визуализацию данных для лучшего понимания их значений; Разрабатывают отчеты с выводами и рекомендациями на основе анализа данных. Результаты: Обработанные и проанализированные данные с навесного оборудования; Навыки работы с программными инструментами для обработки и анализа данных.</p>
Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.5.	Лекции (0 ч.)

2.5 Печать на 3D принтере	<p>Практические занятия (8 ч.)</p>	<p>Практика 1: Введение в 3D печать и подготовка моделей Описание: Обучающиеся изучают основы 3D печати, принципы работы 3D принтера и процесс подготовки моделей для печати. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают принципы работы 3D принтера и различные технологии 3D печати (FDM, SLA, SLS и т. д.); Изучают программное обеспечение для подготовки моделей к печати (например, Cura, PrusaSlicer); Загружают 3D модели, программируют параметры печати (температура, скорость, слой) и генерируют G-код для принтера; Проводят базовые тесты на 3D принтере для проверки его работоспособности. Результаты: Понимание принципов работы 3D принтера и технологий 3D печати; Опыт работы с программным обеспечением для подготовки моделей к печати; Настроенные параметры печати и сгенерированный G-код для тестовых моделей.</p> <p>Практика 2: Печать простых и сложных деталей Описание: Обучающиеся выполняют печать простых и сложных деталей, анализируют качество печати и вносят необходимые коррективы для улучшения результатов. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Печатают простые детали для отработки базовых навыков 3D печати (например, кубики, пирамиды); Программируют параметры печати для повышения качества и точности деталей (например, уменьшение толщины слоя, настройка температуры и скорости печати); Печатают сложные детали с учетом особенностей геометрии (например, детали с нависающими элементами, внутренними полостями); Анализируют качество печати (адгезия, точность размеров, отсутствие дефектов) и вносят корректировки в настройки печати. Результаты: Печать простых и сложных деталей на 3D принтере; Опыт настройки параметров печати для достижения высокого качества; Навыки анализа качества печати и внесения корректировок.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.6.	Лекции (0 ч.)	

2.6 Сборка БАС разных типов	<p>Практические занятия (12 ч.)</p>	<p>Практика 1: Сборка мультироторных БАС Описание: Обучающиеся изучают процесс сборки мультироторных беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают конструкцию и основные компоненты мультироторных БАС; Собирают каркас и устанавливают двигатели; Подключают и программируют контроллеры полета и системы управления; Тестируют работоспособность собранных БАС;. Результаты: Собранная и настроенная мультироторная БАС. Понимание конструкции и принципов работы мультироторных БАС.</p> <p>Практика 2: Сборка БАС самолетного типа Описание: Обучающиеся изучают процесс сборки БАС самолетного типа. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают конструкцию и основные компоненты БАС самолетного типа; Собирают фюзеляж и устанавливают крылья; Подключают и программируют системы управления и двигатели; Тестируют работу собранных БАС самолетного типа. Результаты: Собранная и настроенная БАС самолетного типа. Понимание конструкции и принципов работы БАС самолетного типа.</p> <p>Практика 3: Интеграция и тестирование дополнительных модулей Описание: Обучающиеся интегрируют дополнительные модули (например, камеры, датчики) в собранные БАС и проводят тестирование их работы. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Подключают и программируют дополнительные модули; Программируют взаимодействие между модулями и системами управления БАС; Проводят тестовые полеты для проверки работы всех систем; Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки. Результаты: Интегрированные дополнительные модули в собранные БАС; Опыт тестирования и оптимизации работы всех систем БАС.</p> <p>Практика 4: Сборка и тестирование конвертоплана Описание: Обучающиеся изучают процесс сборки и тестирования конвертоплана, совмещающего преимущества мультироторных и самолетных БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают конструкцию и основные компоненты конвертоплана; Собирают каркас и устанавливают двигатели для вертикального и горизонтального полета; Подключают и программируют системы управления для обоих режимов полета; Проводят тестовые полеты для проверки перехода между режимами и общей стабильности. Результаты: Собранный и настроенный конвертоплан. Понимание конструкции и принципов работы конвертоплана. Опыт тестирования и оптимизации перехода между режимами полета.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Промежуточная аттестация	Практическое задание. (2 ч.)	<p>Обучающимся необходимо собрать и протестировать БПЛА, следуя предоставленной технической документации и инструкциям. В рамках задания обучающиеся должны: Собрать БПЛА, установив все необходимые компоненты (двигатели, контроллеры, датчики и т. д.). Настроить и откалибровать системы управления и стабилизации. Провести тестовые полеты для проверки работоспособности БПЛА. Проанализировать результаты тестов и внести необходимые корректировки для оптимизации работы БПЛА.</p>

Итоговая аттестация	Презентация портфолио. Проводится в практической деятельности форме и состоит из результатов решения практических задач (демонстрация практической готовности слушателя к решению указанных задач в рамках совершенствуемых и новых компетенций) (4 ч.)	<p>Демонстрация проводится посредством презентации портфолио. Зачет состоит из результатов решения конкретных практических задач: Результат решения задачи по сборке мультироторных БАС. Результат решения задачи по сборке БАС самолетного типа. Результат решения задачи по интеграции и тестированию навесного оборудования</p> <p>В ходе работы над проектом обучающиеся работают с беспилотными авиационными системами (БВС), включающими основные компоненты, такие как микроконтроллеры и одноплатные ПК (Orange Pi, Repka Pi и подобные), навигационные системы (ГЛОНАСС/GPS, гироскопы, акселерометры), контроллеры полета, двигатели, сервоприводы, светодиодные системы и навесное оборудование. «Пионер базовый» или аналоги. Основное внимание уделяется сборке, программированию и интеграции различных компонентов и систем БАС для обеспечения их работоспособности и стабильности.</p> <p>Обучающиеся используют: Инструменты: Калибровочные приборы, тестовые стенды, отладочные платы, программаторы, отвертки, паяльники. 3D принтер. Материалы: Техническая документация по системам БАС, комплектующие для сборки (провода, разъемы, крепежи). Оборудование: Лаборатория для сборки и тестирования, рабочие станции с установленным ПО для моделирования и программирования. Языки программирования: C++, Python. Программное обеспечение: Arduino IDE, Orange Pi OS, Repka Pi OS, VS Code + PlatformIO, Eclipse, симуляторы полетов. Библиотеки и фреймворки: Arduino библиотеки, CMSIS, HAL.</p>
---------------------	---	---

4. Формы аттестации и оценочные материалы

4.1. Входное тестирование

Формы

4.2. Промежуточная аттестация

Образовательный теоретический блок:

Модуль 1

Модуль 1

Формы

Тестирование (зачёт\незачёт)

Диагностические инструменты

Тестирование

Показатели и критерии оценивания

Тест состоит из 30 вопросов, касающихся содержания теоретического блока программы. На каждый вопрос предлагается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Шкала оценивания

За каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный – 0 баллов. Максимально возможное число баллов – 30. Оценка «зачтено» присваивается при не менее чем 55 % правильных ответов.

Блок практической подготовки:

Модуль 2

Модуль 2

Формы

Практическое задание.

Диагностические инструменты

Обучающимся необходимо собрать и протестировать БПЛА, следуя предоставленной технической документации и инструкциям. В рамках задания обучающиеся должны:

Собрать БПЛА, установив все необходимые компоненты (двигатели, контроллеры, датчики и т. д.).

Настроить и откалибровать системы управления и стабилизации.

Провести тестовые полеты для проверки работоспособности БПЛА.

Проанализировать результаты тестов и внести необходимые корректировки для оптимизации работы БПЛА.

Показатели и критерии оценивания

Система оценивания: зачет/незачет. Оценка производится по 5-балльной шкале

Шкала оценивания

Оценка «зачтено» присваивается при получении 3–5 баллов. Оценка «не зачтено» присваивается при получении 2 баллов. 5 (отлично, 90–100%): БПЛА полностью собран и протестирован, все системы работают корректно. Тестовые полеты выполнены успешно, БПЛА стабильно выполняет полетные задачи. Отчет подготовлен полно и детально, все выводы и рекомендации обоснованы. 4 (хорошо, 80–89%): БПЛА собран и протестирован, имеются незначительные отклонения или ошибки в работе систем. Тестовые полеты в основном успешны. Отчет подготовлен хорошо, но не все выводы и рекомендации детализированы.

3 (удовлетворительно, 60–79%): БПЛА частично собран или протестирован со значительными отклонениями. Тестовые полеты с частичными успехами. Отчет содержит основные данные, но есть недочеты в выводах и рекомендациях.

2 (неудовлетворительно, 40–59%): БПЛА собран с серьезными ошибками, большинство систем не работает корректно. Тестовые полеты в большинстве случаев неуспешны. Отчет неполный, содержит много недочетов и ошибок.

1 (плохо, менее 40%): Задание не выполнено, БПЛА не собран или не протестирован. Тестовые полеты не выполнены. Отчет отсутствует или содержит серьезные ошибки.

Название кейса/задания/проекта	Сборка и тестирование БПЛА
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/задания/проекта	Обучающимся необходимо собрать и протестировать БПЛА, следуя предоставленной технической документации и инструкциям. В рамках задания обучающиеся должны: Собрать БПЛА, установив все необходимые компоненты (двигатели, контроллеры, датчики и т. д.). Настроить и откалибровать системы управления и стабилизации. Провести тестовые полеты для проверки работоспособности БПЛА. Проанализировать результаты тестов и внести необходимые корректировки для оптимизации работы БПЛА
Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом.	Объектом для сборки и тестирования будет служить БПЛА, оснащенный следующими компонентами: Каркас, обеспечивающий прочность и устойчивость конструкции. Двигатели и пропеллеры для выполнения полетов. Контроллер полета для управления и стабилизации. Датчики для получения данных о положении и состоянии БПЛА (например, гироскопы, акселерометры, GPS). Система связи для передачи данных между БПЛА и наземной станцией. Аналогичные компоненты могут использоваться в зависимости от доступности.

<p><i>В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере разработки/программирования/производства/ремонта БАС, то приводится описание БАС и разрабатываемых для нее систем и (или) /элементов.</i></p> <p><i>В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</i></p>	
<p>Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Компьютер с установленной средой разработки и программы для настройки и калибровки (например, Arduino IDE, VSCode). Набор инструментов для сборки и калибровки БПЛА (отвертки, ключи и т. д.). Оборудование для тестирования полетов (например, стартовая площадка, маркерные ленты для обозначения маршрута).</p>
<p>Перечень программного обеспечения, языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Языки программирования: C++, Python Среды разработки: Arduino IDE, VSCode Библиотеки: ArduPilot или аналогичные для управления полетом</p>
<p>Описание критериев оценки и диапазон значений</p>	<p>Оценка производится по 5-балльной шкале:</p> <p>5 (отлично, 90–100%): БПЛА полностью собран и протестирован, все системы работают корректно. Тестовые полеты выполнены успешно, БПЛА стабильно выполняет полетные задачи. Отчет подготовлен полно и детально, все выводы и рекомендации обоснованы.</p> <p>4 (хорошо, 80–89%): БПЛА собран и протестирован, имеются незначительные отклонения или ошибки в работе систем. Тестовые полеты в основном успешны. Отчет подготовлен хорошо, но не все выводы и рекомендации детализированы.</p> <p>3 (удовлетворительно, 60–79%): БПЛА частично собран или протестирован со значительными отклонениями. Тестовые полеты с частичными успехами. Отчет содержит основные данные, но есть недочеты в выводах и рекомендациях.</p> <p>2 (неудовлетворительно, 40–59%): БПЛА собран с серьезными ошибками, большинство систем не работает корректно. Тестовые полеты в большинстве случаев неуспешны. Отчет неполный, содержит много недочетов и ошибок.</p> <p>1 (плохо, менее 40%): Задание не выполнено, БПЛА не собран или не протестирован. Тестовые полеты не выполнены. Отчет отсутствует или содержит серьезные ошибки.</p>

4.3. Итоговая аттестация

- описание места проведения (подробное описание площадки приводится в разделе 5.3. Материально-технические условия реализации программы);

Уральский филиал Финансового университета при правительстве РФ
Челябинская обл., г. Челябинск, ул.Работниц, 58

- описание формата проведения (обеспечивающего демонстрацию практической готовности обучающегося к решению профессиональных задач в рамках совершенствуемой или новой компетенции (проводится в практической деятельности форме));

Презентация портфолио. Проводится в практической деятельности форме и состоит из результатов решения практических задач (демонстрация практической готовности слушателя к решению указанных задач в рамках совершенствуемых и новых компетенций)

Демонстрация проводится посредством презентации портфолио. Зачет состоит из результатов решения конкретных практических задач:

Результат решения задачи по сборке мультироторных БАС.

Результат решения задачи по сборке БАС самолетного типа.

Результат решения задачи по интеграции и тестированию навесного оборудования

В ходе работы над проектом обучающиеся работают с беспилотными авиационными системами (БВС), включающими основные компоненты, такие как микроконтроллеры и одноплатные ПК (Orange Pi, Репка Pi и подобные), навигационные системы (ГЛОНАСС/GPS, гироскопы, акселерометры), контроллеры полета, двигатели, сервоприводы, светодиодные системы и навесное оборудование. «Пионер базовый» или аналоги. Основное внимание уделяется сборке, программированию и интеграции различных компонентов и систем БАС для обеспечения их работоспособности и стабильности.

Обучающиеся используют:

Инструменты: Калибровочные приборы, тестовые стенды, отладочные платы, программаторы, отвертки, паяльники. 3D

принтер.

Материалы: Техническая документация по системам БАС, комплектующие для сборки (провода, разъемы, крепежи).

Оборудование: Лаборатория для сборки и тестирования, рабочие станции с установленным ПО для моделирования и программирования.

Языки программирования: C++, Python.

Программное обеспечение: Arduino IDE, Orange Pi OS, Репка Pi OS, VS Code + PlatformIO, Eclipse, симуляторы полетов.

Библиотеки и фреймворки: Arduino библиотеки, CMSIS, HAL.

- описание методов и технологий (с характеристикой заданий, кейсов, вопросов и других инструментов оценивания):

Название кейса/задания/проекта	Демонстрация решения профессиональных задач
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/задания/проекта	Демонстрация проводится посредством презентации портфолио. Презентация портфолио состоит из результатов решения конкретных практических задач: Практическая задача 1. Результат решения задачи по сборке мультироторных БАС. Практическая задача 2. Результат решения задачи по сборке БАС самолетного типа. Практическая задача 3. Результат решения задачи по интеграции и тестированию навесного оборудования.
Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом.	В ходе работы над проектом обучающиеся работают с беспилотными авиационными системами (БАС), включающими основные компоненты, такие как микроконтроллеры и одноплатные ПК (Orange Pi, Репка Pi и подобные), навигационные системы (ГЛОНАСС/GPS, гироскопы, акселерометры), контроллеры полета, двигатели, сервоприводы, светодиодные системы и навесное оборудование. «Пионер базовый» или аналоги. Основное внимание уделяется сборке, программированию и интеграции различных компонентов и систем БАС для обеспечения их работоспособности и стабильности.

<p><i>В случае, если предметом итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере разработки/программирования/производства/ремонта БАС, то приводится описание БАС и разрабатываемых для нее систем и (или) /элементов.</i></p> <p><i>В случае, если предметом итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</i></p>	
<p>Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Инструменты: Калибровочные приборы, тестовые стенды, отладочные платы, программаторы, отвертки, паяльники. 3D принтер. Материалы: Техническая документация по системам БАС, комплектующие для сборки (провода, разъемы, крепежи). Оборудование: Лаборатория для сборки и тестирования, рабочие станции с установленным ПО для моделирования и программирования.</p>
<p>Перечень программного обеспечения, языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Языки программирования: C++, Python. Программное обеспечение: Arduino IDE, Orange Pi OS, Repka Pi OS, VS Code + PlatformIO, Eclipse, симуляторы полетов. Библиотеки и фреймворки: Arduino библиотеки, CMSIS, HAL</p>
<p>Описание критериев оценки и диапазон значений</p>	<p>Оценивание работы осуществляется с использованием 3-балльной шкалы. Критерии оценивания: 1) полнота представления в портфолио результатов выполнения профессиональных задач; 2) соответствие представленных в портфолио результатов выполнения профессиональных задач требованиям и условиям задания. Диапазон значений: Оценка «5 (отлично)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены полностью и в полном соответствии со всеми требованиями и условиями. Оценка «4 (хорошо)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены полностью, но не в полном соответствии со всеми требованиями и условиями (имеются незначительные несоответствия, не влияющие на общее качество результата выполнения задачи). Оценка «3 (удовлетворительно)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены не в полном составе и/или не соответствуют требованиям и условиям (имеются значительные несоответствия, влияющие на общее качество результата выполнения задачи).</p>

- описание показателей и критериев оценивания, шкалы оценивания (с диапазоном значений);

Оценивание осуществляется с использованием 3-балльной шкалы.

Критерии оценивания:

- 1) полнота представления в портфолио результатов выполнения профессиональных задач;
- 2) соответствие представленных в портфолио результатов выполнения профессиональных задач требованиям и условиям задания.

Оценка «5 (отлично)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены полностью и в полном соответствии со всеми требованиями и условиями.

Оценка «4 (хорошо)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены полностью, но не в полном соответствии со всеми требованиями и условиями (имеются незначительные несоответствия, не влияющие на общее качество результата выполнения задачи).

Оценка «3 (удовлетворительно)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены не в полном составе и/или не соответствуют требованиям и условиям (имеются значительные несоответствия, влияющие на общее качество результата выполнения задачи).

- характеристика кадрового состава аттестационной комиссии.

Кропивный Дмитрий Алексеевич

Московский авиационный институт, Самолёто-вертолетостроение, инженер, 2023

ООО ЭЦ "Социология и аналитика", Data Scientist, 3 года

Разработка алгоритмов автономного управления БАС с применением ИИ. Разработка конструкторской документации агрегатов колонки несущего винта вертолетов. Оценка состояния подконтрольных технических систем с целью определения степени повреждения в конструкциях и агрегатах. Занимался исследованием аэродинамических характеристик профиля лопастей в условиях обледенения посредством математического моделирования в ANSYS fluent. Опыт 4 года.

Ерохин Кирилл Сергеевич

МИСиС, по специальности «Горное дело», 2019

ООО Альмиа, Data Scientist, 4 года

Построение моделей ИИ для автономного управления БАС, 3 года

Осинцев Максим Андреевич

Ярославский градостроительный колледж, СПО по специальности Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, 2018

ООО Альмира, разработчик, 3 года

Разработка ПО для БАС, эксплуатация в режиме программируемых полетных заданий, 3 года

Боженко Вадим Олегович

ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского", бакалавр по специальности Иноватика, 2020

ООО IT, преподаватель ДПО, 2 года

8 лет педагогического стажа в школах, колледжах и университетах, 5 лет из них по направлениям "геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы, обработка данных дистанционного зондирования", победитель конкурса "Кибердром 2021" в составе команды от Саратовской области, победитель грантовой программы от Фонда Содействия Инновациям с проектом "БПЛА с машинным зрением для вертикального опрыскивания".

Семенов Анатолий Сергеевич

Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, инженер по специальности Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем, 2012

ООО IT, системный аналитик, преподаватель ДПО, 3 года

Сбор требований для модернизации управляющего ПО БАС, проектная документация по БАС, 4 года

5. Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы

5.1. Кадровое обеспечение образовательной программы

№ п/п	Фамилия, имя, отчество лица, привлекаемого к реализации образовательной программы (в т. ч. педагогического работника)	Образование (какое учебное заведение окончил, год окончания, полученная специальность)	Место основной работы, должность, ученая степень, звание (при наличии). Стаж (количество лет) работы в данной или аналогичной должности	Опыт работы в сфере БАС (разработка, производство, эксплуатация)	Отметка о полученном согласии на обработку персональных данных
1	Реализация образовательного теоретического блока				
1.1.	Семенов Анатолий Сергеевич	Кыргызский Государственный Технический Университет им. И. Раззакова, 2012, Инженер по специальности Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем	IT, Системный аналитик, преподаватель ДПО, 3 года	бор требований для модернизации управляющего ПО БАС, проектная документация по БАС, 4 года	Получено

1.2.	Никаноров Иван Михайлович	Уральский Финансово-Юридический Институт, 2010, юрист по специальности юриспруденция	IT, Разработчик ПО, преподаватель ДПО., 4 года	Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, разработка ПО для БАС, 3 года	Получено
1.3.	Боженко Вадим Олегович	ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского", 2020, бакалавр по специальности Иноватика	IT, преподаватель ДПО, 2 года	8 лет педагогического стажа в школах, колледжах и университетах, 5 лет из них по направлениям "геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы, обработка данных дистанционного зондирования",	Получено
1.4.	Яблонский Владислав Янович	Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023, Информационные системы и технологии	IT, 3D-моделлер, преподаватель ДПО, 1 год	Разработка моделей корпусов БАС, моделирование миссий для симулятора БАС, 1 год	Получено
2	Реализация блока практической подготовки				
2.1.	Овсяницкая Лариса Юрьевна	Челябинский государственный технический университет, 1996, «Информационно-измерительная техника и технологии». Инженер	Международный институт дизайна и сервиса., Заведующий кафедрой математики и информатики, кандидат технических наук, доцент., кандидат технических наук, доцент, 23 года	1 год Автор базовых российских учебных пособий по образовательной робототехнике. Национальный эксперт и тренер сборной России по образовательной робототехнике. Эксперт и тренер World Skills в компетенц	Получено
2.2.	Рулевская Лидия Павловна	Челябинский государственный педагогический университет, 2015, магистратура по направлению Педагогическое образование	Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации Уральский филиал, Доцент кафедры "Социально-гуманитарные и естественно-научные дисциплины", кандидат педагогических наук, 13 лет	1 год Старший судья творческой категории Национального этапа Российской Робототехнической Олимпиады 2024, участник конкурса «Инженерные кадры России», руководитель проектов, ставших победителями в III	Получено
2.3.	Большакова Мария Николаевна	Челябинский государственный педагогический университет, 1997, "Математика, информатика и вычислительная техника"	МАОУ гимназия №76 гор. Челябинска., заместитель директора по информатизации., 24 года	1 год Преподаватель офлайн и онлайн курсов "Код будущего": программирование на Python- тестировщик игр, основы программирования на Python, программирование нейросетей; финалист кадрового резерва учителя	Получено
3	Реализация итоговой аттестации (в том числе с указанием действующих специалистов в профильной сфере БАС)				
3.1.	Ерохин Кирилл Сергеевич	МИСиС, 2019, Горное дело	ООО "Альмира", Руководитель отдела Data Science, 4 года	Построение моделей ИИ для автономного управления БАС, 3 года	Получено
3.2.	Шумаков Максим Витальевич	Запорожский государственный университет, 1998, специальность "Прикладная математика"	IT, Ведущий разработчик, 3 года	Программирование ПО для БАС, программирование микроконтроллеров, программируемые полеты, 2 года	Получено
3.3.	Кропивный Дмитрий Алексеевич	Московский авиационный институт, Самолёто-вертолетостроение, 2023, инженер	ООО ЭЦ "Социология и аналитика", Data Scientist, 3 года	Разработка алгоритмов автономного управления БАС с применением ИИ. Разработка конструкторской документации агрегатов колонки несущего винта вертолетов. Оценка состояния подконтрольных технических сист	Получено

3.4.	Боженко Вадим Олегович	ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского", 2020, бакалавр по специальности Иноватика	1Т, преподаватель ДПО, 2 года	8 лет педагогического стажа в школах, колледжах и университетах, 5 лет из них по направлениям "геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы, обработка данных дистанционного зондирования",	Получено
3.5.	Осинцев Максим Андреевич	Ярославский градостроительный колледж, 2018, Специалист по строительству и эксплуатации зданий и сооружений	ООО Альмира, Разработчик, 3 года	Разработка ПО для БАС, эксплуатация в режиме программируемых полетных заданий, 3 года	Получено

5.2. Учебно-методическое обеспечение и информационное сопровождение

Учебно-методические материалы	
Методы, формы и технологии	Методические разработки, материалы курса, учебная литература, ресурсы сети Интернет
Образовательный теоретический блок	
Модуль 1	
Модуль 1	
<p>Методы: модульное, контекстное, проблемное, практико-ориентированное обучение</p> <p>Формы: лекции с использованием мультимедиа, практические занятия, самостоятельная работа.</p> <p>Технологии: электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, отработка навыков на симуляторе и/или в практической лаборатории.</p>	<p>Методические разработки:</p> <p>Планы практических занятий Пояснения к выполнению практических заданий</p> <p>Материалы:</p> <p>Опорные конспекты лекций. Презентационные материалы к теме. Практические задания. Тестовые вопросы для проверки знаний. Задачи для самостоятельной работы.</p> <p>Учебная литература / Ресурсы сети Интернет</p> <p>Нормативная база:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Циркуляр 328-АН/190 ИКАО. Беспилотные авиационные системы (БАС). 2. ГОСТ Р 56122–2014 Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования. 3. ГОСТ Р 59519–2021 Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования. 4. Приказ Министерства труда и социальной защиты населения Российской Федерации от 14 июля 2021 года N 469н «Об утверждении профессионального стандарта «Слесарь-сборщик летательных аппаратов». <p>Учебно-методическое обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лиско, В. В. Современная беспилотная техника. Москва: АСТ, 2023. - 192 с. ISBN 978-5-17-158629-4. 2. Беспилотные летательные аппараты. Проблемы проектирования и эксплуатации: монография / Горячев Н. В., Ергалиев Д.С., Полтавский А.В., Кошелев Н. Д., Юрков Н.К. - Пенза, 2023. - 306 с. ISBN: 978-5-907666-77-1 3. Анализ нормативно-правовой базы в сфере разработки, сертификации и применения беспилотных авиационных систем в Российской Федерации Радунцев М.В., Серебряков А. С., Тихонов А. И. СТИН. 2022. № 11. С. 48–52 <p>Основная литература</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. У. Биард Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Рэндал Биард У., Тимоти МакЛэйн У; перевод А. И. Демьянков; под редакцией Г. В. Анцев. — Москва: Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/36871.html 2. Исмаилов К. К., Кагенов А. М., Костюшин К. В., Орлов С. А. Разработка цифровой модели БПЛА самолетного типа // 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика», 23–27 ноября 2020 г., Москва: тез. М.: ПеРо, 2020. С. 59–60 3. Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие для обучающихся по программе дополнительного профессионального образования "Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета" / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева (Самарский университет)". - Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2023. - 95 с.: ил.; 20 см.; ISBN 978-5-7883-2025-0: 27 экз. 4. Нафиков, И. М. Сборка и настройка учебного конструктора беспилотного летательного аппарата: учебно-методическое пособие / И. М. Нафиков; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева-КАИ", СУНЦ Инженерный лицей-интернат КНИТУ-КАИ. - Казань: Гырдасов Д. Н., 2023. - 56, [3] с.: ил.; 20 см.; ISBN 978-5-6051159-3-9: 80 экз. <p>Дополнительная литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гвоздева В. А. Интеллектуальные технологии в беспилотных системах. Учебник. ИНФРА-М, 2021. - 176 с. 2. Разработка беспилотных транспортных средств / Шаошань Лю, Лионь Ли, Цзе Тан [и др.]; перевод с английского П. М. Бомбаковой. - Москва: ДМК Пресс, 2022. - 245 с.: ил., порт., табл.; 24 см.; ISBN 978-5-97060-969-9: 200 экз. 3. Создание производственной ячейки для серийного изготовления беспилотного летательного аппарата Антипов Д. В., Крюкова А. К., Ткаченко А. А. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2023. № 9. С. 572–578.
Блок практической подготовки	
Модуль 2	
Модуль 2	

<p>Методы: модульное, контекстное, проблемное, практико-ориентированное обучение</p> <p>Формы: практические занятия.</p> <p>Технологии: электронное обучение, отработка навыков на симуляторе и/или в практической лаборатории.</p>	<p>Методические разработки:</p> <p>Планы практических занятий Пояснения к выполнению практических заданий Инструкции по работе с оборудованием, программным обеспечением</p> <p>Материалы:</p> <p>Практические задания и/или кейсы</p> <p>Учебная литература / Ресурсы сети Интернет</p> <p>Нормативная база:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Циркуляр 328-AN/190 ИКАО. Беспилотные авиационные системы (БАС). 2. ГОСТ Р 56122–2014 Воздушный транспорт. Беспилотные авиационные системы. Общие требования. 3. ГОСТ Р 59519–2021 Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования. <p>Учебно-методическое обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ликсо, В. В. Современная беспилотная техника. Москва: АСТ, 2023. - 192 с. ISBN 978-5-17-158629-4. 2. Беспилотные летательные аппараты. Проблемы проектирования и эксплуатации: монография / Горьчев Н. В., Ергалиев Д.С., Полтавский А.В., Кошелев Н. Д., Юрков Н.К. - Пенза, 2023. - 306 с. ISBN: 978-5-907666-77-1 <p>Основная литература</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. У. Биард Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Рэндал Биард У., Тимоти МакЛэйн У; перевод А. И. Демьянчиков; под редакцией Г. В. Анцев. — Москва: Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/36871.html 2. Исмаилов К. К., Кагенов А. М., Костюшин К. В., Орлов С. А. Разработка цифровой модели БПЛА самолетного типа // 19-я Международная конференция «Авиация и космонавтика», 23–27 ноября 2020 г., Москва: тез. М.: ПеРо, 2020. С. 59–60 3. Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие для обучающихся по программе дополнительного профессионального образования "Сборка, настройка и программирование беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета" / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева (Самарский университет)". - Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2023. - 95 с.: ил.; 20 см.; ISBN 978-5-7883-2025-0; 27 экз. 4. Нафиков, И. М. Сборка и настройка учебного конструктора беспилотного летательного аппарата: учебно-методическое пособие / И. М. Нафиков; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский национальный исследовательский технический университет имени А. Н. Туполева-КАИ", СУНЦ Инженерный лицей-интернат КНИТУ-КАИ. - Казань: Гырдасов Д. Н., 2023. - 56, [3] с.: цв. ил.; 20 см.; ISBN 978-5-6051159-3-9; 80 экз. <p>Дополнительная литература:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гвоздева В. А. Интеллектуальные технологии в беспилотных системах. Учебник. ИНФРА-М, 2021. - 176 с. 2. Разработка беспилотных транспортных средств / Шаошань Лю, Лионь Ли, Цзе Тан [и др.]; перевод с английского П. М. Бомбаковой. - Москва: ДМК Пресс, 2022. - 245 с.: цв. ил., порт., табл.; 24 см.; ISBN 978-5-97060-969-9; 200 экз.
---	--

Информационное сопровождение образовательной программы	
Электронные образовательные ресурсы	Электронные информационные ресурсы
Образовательный теоретический блок	
Модуль 1 Модуль 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. - Режим доступа к сайту: https://russiandrone.ru/publications/bespilotnye-letatelnye-apparaty/ 2. Беспилотные летательные аппараты - БПЛА. Дроны. История. // профессиональное интернет-сообщество, справочный портал по БПЛА. - Режим доступа к сайту: http://avia.pro/blog/bespilotnye-letatelnye-apparaty-drony-istoriya ал «Российское образование www.edu.ru» 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. - Режим доступа к сайту: https://russiandrone.ru/publications/bespilotnye-letatelnye-apparaty/ 2. Беспилотные летательные аппараты - БПЛА. Дроны. История. // профессиональное интернет-сообщество, справочный портал по БПЛА. - Режим доступа к сайту: http://avia.pro/blog/bespilotnye-letatelnye-apparaty-drony-istoriya ал «Российское образование www.edu.ru»
Блок практической подготовки	
Модуль 2 Модуль 2	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. - Режим доступа к сайту: https://russiandrone.ru/publications/bespilotnye-letatelnye-apparaty/ 2. Беспилотные летательные аппараты - БПЛА. Дроны. История. // профессиональное интернет-сообщество, справочный портал по БПЛА. - Режим доступа к сайту: http://avia.pro/blog/bespilotnye-letatelnye-apparaty-drony-istoriya ал «Российское образование www.edu.ru» 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. - Режим доступа к сайту: https://russiandrone.ru/publications/bespilotnye-letatelnye-apparaty/ 2. Беспилотные летательные аппараты - БПЛА. Дроны. История. // профессиональное интернет-сообщество, справочный портал по БПЛА. - Режим доступа к сайту: http://avia.pro/blog/bespilotnye-letatelnye-apparaty-drony-istoriya ал «Российское образование www.edu.ru»

5.3. Материально-технические условия реализации программы

№ п/п	Местонахождение и характеристика помещений (площадки), предназначенных для реализации образовательной программы	Юридические основания использования помещений (площадки), предназначенных для реализации образовательной программы. В случае привлечения к реализации образовательной программы партнерских организаций и предприятий, указываются документы, подтверждающие юридические основания привлечения к реализации итоговой аттестации профильных организаций и предприятий (договор аренды, договор (соглашение) о сетевой реализации образовательных программ, иной подтверждающий документ).	Наличие и характеристика инфраструктуры, оборудования (производственная, компьютерная, телекоммуникационная, мультимедийная инфраструктура, оборудование, оснащение учебных аудиторий и иных помещений (площадок), предназначенных для реализации образовательной программы
1.	Реализация образовательного теоретического блока		
1.1.	Московская обл., Ленинский г.о., г. Видное, ул. Олимпийская 4	Арендный договор нежилого помещения № 15 от 25 апреля 2024 года	<p>Образовательный теоретический блок реализуется в дистанционном формате (онлайн), для наглядных демонстраций оборудования есть нежилое помещение площадью 150 м. кв., высота 6 м, беспроводной интернет, скоростью не менее 100 Мбит/с, электричество – 220 Вольт (2 кВт)</p> <p>Оборудование: Квадрокоптер Геоскан Пионер Мини (образовательный квадрокоптер с функциями доверенной среды) – 15 шт.; Квадрокоптер Геоскан Пионер (многофункциональный учебно-методический комплекс с функциями доверенной среды) – 15 шт.; Набор для сборки грузового квадрокоптера на раме XL 9 390 мм, с модулем GPS и системой сброса – 1 шт.; Набор для сборки гоночного квадрокоптера на раме X 328 328 мм – 2 шт.; Набор для сборки гоночного квадрокоптера на раме XL 7 294 мм – 2 шт.; Набор для сборки гоночного квадрокоптера на раме XL 8 360 мм – 2 шт.;</p> <p>Программное обеспечение — симулятор полетов и виртуальная мастерская «IT Мир», входящее в Реестр отечественного программного обеспечения (реестровая запись №21688 от 07.03.2024), собственная разработка ООО «IT»</p> <p>Программное обеспечение «Кампус», входящее в Реестр программ для ЭВМ (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023669564 от 15.09.2024)</p>
2.	Реализация блока практической подготовки		

2.1.	Уральский филиал Финансового университета при правительстве РФ Челябинская обл., г. Челябинск, ул.Работниц, 58	Договор о сетевой форме реализации образовательных программ	<p>Спортивный зал S=61,4 кв.м, h- 6,5 м для полетной зоны.</p> <p>Аудитория со следующим оснащением: столы и стулья на 15 мест для обучаемых + 1 место для преподавателя, проектор и экран, широкополосное подключение к интернету.</p> <p>Компьютеры — 15 шт., в следующей конфигурации: моноблок RDV Optimal 23AA Размер экрана 23,8 Оперативная память 16 Гб Разрешение 1920 x 1080 Камера 2 МП, оснащенные программным обеспечением для настройки БВС и наземной станции, а также для прочих применений в области БАС:</p> <p>Симулятор полетов и виртуальная мастерская «IT МИР» Mission Planner QGoundControl Arduino IDE VS Code PlatformIO Компас 3D (отечественный аналог SolidWorks) QGIS и OpenDroneMap Cura (ПО для слайсинга в 3D-печати) Blender (ПО для 3D-моделирования)</p> <p>Подробнее оснащение площадки см. в Приложении №2 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p> <p>А также оборудование, поставленное Базовой организацией:</p> <p>Мультироторный БВС, массой до 30 кг Геоскан Пионер комплект-конструктор для сборки (многофункциональный учебно-методический комплекс с функциями доверенной среды) — 3 шт.</p> <p>Мультироторный БВС, массой до 30 кг Квадрокоптер (комплект) Геоскан Пионер Мини (образовательный квадрокоптер с функциями доверенной среды) — 3 шт.</p> <p>Инструменты для сборки/разборки БВС: набор инструментов с трещоткой 1/4", набор пассатижей и плоскогубцев, набор отверток для точных работ — 5 комплектов</p> <p>Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (мультиметры): Мультиметр UNI-T UT33D+ с функцией прозвонки цепи — 5 штук</p> <p>Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (лабораторный блок питания): Лабораторный блок питания Wanptek TPS3010 — 1 штука</p> <p>Паяльное оборудование: Комплект из: паяльная станция с феном и паяльником Sumsour 8898 (750 Вт), держатель универсальный «третья рука», флюс, припой — 5 комплектов</p> <p>Стенды для проведения технического обслуживания и ремонта в виртуальной мастерской симулятора «IT Мир»: Стенд для проверки прочности материалов (пресс-машина); Стенд для проверки тяги моторов; Гиростенд для наладки системы стабилизации.</p> <p>Тренажеры для проведения учебно-тренировочных полетов в симуляторе и сборки в виртуальной мастерской «IT Мир».</p> <p>Подробнее см. в Приложении №3 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p>
3.	Реализация итоговой аттестации		

3.1.	Уральский филиал Финансового университета при правительстве РФ Челябинская обл., г. Челябинск, ул.Работниц, 58	Договор о сетевой форме реализации образовательных программ	<p>Спортивный зал S=61,4 кв.м, h- 6,5 м для полетной зоны.</p> <p>Аудитория со следующим оснащением: столы и стулья на 15 мест для обучаемых + 1 место для преподавателя, проектор и экран, широкополосное подключение к интернету.</p> <p>Компьютеры — 15 шт., в следующей конфигурации: моноблок RDV Optimal 23AA Размер экрана 23,8 Оперативная память 16 Гб Разрешение 1920 x 1080 Камера 2 МП, оснащенные программным обеспечением для настройки БВС и наземной станции, а также для прочих применений в области БАС:</p> <p>Симулятор полетов и виртуальная мастерская «IT МИР» Mission Planner QGroundControl Arduino IDE VS Code PlatformIO Компас 3D (отечественный аналог SolidWorks) QGIS и OpenDroneMap Cura (ПО для слайсинга в 3D-печати) Blender (ПО для 3D-моделирования)</p> <p>Подробнее оснащение площадки см. в Приложении №2 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p> <p>А также оборудование, поставленное Базовой организацией:</p> <p>Мультироторный БВС, массой до 30 кг Геоскан Пионер комплект-конструктор для сборки (многофункциональный учебно-методический комплекс с функциями доверенной среды) — 3 шт.</p> <p>Мультироторный БВС, массой до 30 кг Квадрокоптер (комплект) Геоскан Пионер Мини (образовательный квадрокоптер с функциями доверенной среды) — 3 шт.</p> <p>Инструменты для сборки/разборки БВС: набор инструментов с трещоткой 1/4", набор пассатижей и плоскогубцев, набор отверток для точных работ — 5 комплектов</p> <p>Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (мультиметры): Мультиметр UNI-T UT33D+ с функцией прозвонки цепи — 5 штук</p> <p>Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (лабораторный блок питания): Лабораторный блок питания Wanptek TPS3010 — 1 штука</p> <p>Паяльное оборудование: Комплект из: паяльная станция с феном и паяльником Sumsour 8898 (750 Вт), держатель универсальный «третья рука», флюс, припой — 5 комплектов</p> <p>Стенды для проведения технического обслуживания и ремонта в виртуальной мастерской симулятора «IT Мир»: Стенд для проверки прочности материалов (пресс-машина); Стенд для проверки тяги моторов; Гиростенд для наладки системы стабилизации.</p> <p>Тренажеры для проведения учебно-тренировочных полетов в симуляторе и сборки в виртуальной мастерской «IT Мир».</p> <p>Подробнее см. в Приложении №3 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p>
------	--	---	--

6. Требования к компетенциям и квалификации обучающихся и средствам обучения на основе отраслевого заказа и потребностей компаний на подготовку кадров для разработки, производства и эксплуатации БАС в рамках тематики образовательной программы.

№ п/п	Вид требований	Описание требований	Элементы образовательной программы, обеспечивающие выполнение требований к обучению и результатам освоения программы
1	Наименование трека	«Сборщик БВС» (Челябинская область)	ФГОС СПО 24.01.01 «Слесарь-сборщик авиационной техники». Профессиональный стандарт 32.010 «Слесарь-сборщик летательных аппаратов».
2	Сфера БАС (разработка, производство, эксплуатация)	Производство БАС	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10 (подробное описание каждой компетенции указано в разделе "Планируемые результаты обучения")

3	Необходимые компетенции	<p>1. способен выполнять сборку аппаратной части БПЛА;</p> <p>2. способен устанавливать камеры;</p> <p>3. способен осуществлять монтаж питающих проводов и разъемов;</p> <p>4. способен устанавливать регуляторы оборотов;</p> <p>5. способен устанавливать полетный контроллер;</p> <p>6. способен устанавливать приемник управляющего сигнала и осуществлять монтаж приемника управляющего сигнала с полетным контроллером;</p> <p>7. способен укладывать и изолировать провода;</p> <p>8. способен осуществлять настройку аппаратно-программной части БВС;</p> <p>9. способен осуществлять проверку работоспособности БВС;</p> <p>10. способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС).</p>	<p>1) Способен выполнять сборку аппаратной части БПЛА.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.3 Сборка винтомоторной группы</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>2) Способен устанавливать камеры.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.2 Датчики и сбор данных</p> <p>Тема 2.4 Светосигнализация и навесное оборудование</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>3) Способен осуществлять монтаж питающих проводов и разъемов.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.2 Датчики и сбор данных</p> <p>Тема 2.3 Сборка винтомоторной группы</p> <p>Тема 2.4 Светосигнализация и навесное оборудование</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>4) Способен устанавливать регуляторы оборотов.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.3 Сборка винтомоторной группы</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>5) Способен устанавливать полетный контроллер.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>6) Способен устанавливать приемник управляющего сигнала и осуществлять монтаж приемника управляющего сигнала с полетным контроллером.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>7) Способен укладывать и изолировать провода.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.2 Датчики и сбор данных</p> <p>Тема 2.3 Сборка винтомоторной группы</p> <p>Тема 2.4 Светосигнализация и навесное оборудование</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>8) Способен осуществлять настройку аппаратно-программной части БВС.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.4 Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование</p> <p>Тема 2.1 Микроконтроллеры и одноплатные ПК</p> <p>Тема 2.3 Программирование МК32 АМУР и аналогов</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.1 Микроконтроллеры и одноплатные ПК</p> <p>Тема 2.2 Датчики и сбор данных</p> <p>Тема 2.3 Сборка винтомоторной группы</p> <p>Тема 2.4 Светосигнализация и навесное оборудование</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>9) Способен осуществлять проверку работоспособности БВС.</p> <p>Модуль 1:</p> <p>Тема 1.2 Архитектура БАС</p> <p>Тема 2.2 Комплектующие БАС</p> <p>Тема 2.4 БАС самолетного типа</p> <p>Тема 4.1. Особенности сборки БАС</p> <p>Модуль 2:</p> <p>Тема 2.2 Датчики и сбор данных</p> <p>Тема 2.3 Сборка винтомоторной группы</p> <p>Тема 2.4 Светосигнализация и навесное оборудование</p> <p>Тема 2.6 Сборка БАС разных типов</p> <p>10) Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)</p>
---	-------------------------	--	--

4	Типы БВС, их систем и элементов, работу с которыми предполагают функциональные задачи специалиста	мультироторного типа массой до 30 кг, учебный дрон-конструктор «Колобок», учебный дрон-конструктор «Кузнечик», учебный дрон-конструктор «Октавия».	Модуль 1: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1,2.2, 2.3, 2.4, 4.1, 4.2 Модуль 2: 2.1-2.4 Тип БВС: мультироторный, массой до 30 кг, учебный дрон-конструктор «Колобок», учебный дрон-конструктор «Кузнечик», учебный дрон-конструктор «Октавия». - инструменты для сборки/разборки/определения дефектов БВС, - паяльное оборудование, - программное обеспечение для настройки БВС и наземной станции.
5	Виды программного обеспечения, оборудования или инструментов, необходимые для выполнения функциональных задач	Виды программного обеспечения, оборудования, инструментов определяются провайдером самостоятельно, исходя из необходимости формирования компетенций в рамках реализации образовательной программы.	Модуль 1: 1.1, 1.3, 1.4., 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4,4.1, 4.3, 4.4 Модуль 2: 2.1, 2.2, 2.4, 2.5 - программное обеспечение для настройки БВС и наземной станции: открытое и свободное ПО Mission Planner и QGround Control, аналоги ПО от производителей БВС (например, Geoscan Planner) - программное обеспечение для разработки: Arduino IDE, VS Code, PlatformIO
6	Специфичные (уникальные) знания, умения, навыки	-	