

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор Общества
с ограниченной ответственностью «1Т»



(В.В. Кармаза)

2024г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
«Мониторинг с применением БВС»

Москва 2024 г.

Аннотация образовательной программы для размещения на платформе гибких образовательных траекторий.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Мониторинг с применением БВС» направлена на формирование у слушателей знаний и практических навыков в области управления БВС, включая изучение основ управления БВС, подготовку к полетам, особенности мониторинга территорий с целью природоохранных, контроль-надзорных, поисково-спасательных мероприятий, методики и технологии сбора, обработки и анализа данных, полученных с помощью БВС, методы контроля и обнаружения неисправностей и проведение ремонтных работ. Программа ориентирована на граждан, имеющих или получающих высшее или среднее профессиональное образование, интересующихся сферой беспилотных летательных аппаратов и планирующих свою профессиональную деятельность в области эксплуатации БАС. Слушатели программы получают информацию о современных методах и техниках использования беспилотных систем для наблюдения за территориями и контроля за состоянием экосистем, включая подготовку к полету, проведения аэрофотосъемки, обработку полученных данных и умения корректировать полетные маршруты с учетом актуальных метеорологических, орнитологических и навигационных условий. Слушатели программы приобретут навыки и компетенции, необходимые для осуществления патрулирования лесов с применением БВС: архитектура, комплектующие БАС и их характеристики; предполетная подготовка и управление БВС; ПО планирования миссий, полетные зоны и разработка полетных миссий; анализ состояния природных ресурсов и выявление потенциальных угроз; программирование БВС и их применение для патрулирования лесов; модернизация и обслуживание БАС. В результате обучения у слушателей будут сформированы профессиональные компетенции: 1. Способен осуществлять дистанционное пилотирование и контроль параметров полета беспилотного воздушного судна. 2. Способен распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов. 3. Способен осуществлять проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее. 4. Способен к обнаружению лесных пожаров с помощью БВС. 5. Способен к установлению мест рубок лесных насаждений, обмеру их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка). 6. Способен к обследованию термоточек в труднодоступных местах с помощью БВС. 7. Способен к контролю и обмеру площадей под лесовосстановление, обмеру площади лесного пожара. 8. Способен обрабатывать и проводить анализ данных, полученных с помощью БВС. 9. 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). 10. Способен осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем мультироторного типа, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее. 11. Способен осуществлять управление (контроль) полетом БВС в соответствии с полетным заданием. 12. Способен уточнять полетное задание в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными. 13. Способен работать с полезными нагрузками БПЛА (лидары, мультиспектральные камеры) и обрабатывать данные с полезных нагрузок БАС (аэрофотосъемочных материалов). 14. Способен осуществлять техническое обслуживание БВС, обнаруживать и устранять неисправности. 15. Способен настраивать бортовые системы БПЛА (систему управления, радиосвязь, систему питания и т.д.) для выполнения полёта. 16. Способен вести полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций. 17. Способен выполнять послеполетные работы. Программа рекомендована гражданам, планирующим заниматься профессиональной деятельностью в области эксплуатации БВС. В результате обучения слушатели получают необходимый объем теоретических знаний и практических умений для эффективного выполнения профессиональных задач, связанных с мониторингом и патрулированием лесов. Практикоориентированный характер образовательной 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

Актуальность образовательной программы «Мониторинг с применением БВС» обусловлена необходимостью подготовки достаточного количества квалифицированных специалистов в рамках реализации федерального проекта «Кадры для беспилотных авиационных систем». Специалисты в области беспилотной авиации, занимающиеся мониторингом природных территорий, контролем состояния лесов, водных ресурсов и атмосферы, становятся особенно востребованными. Их умение оперативно выявлять и реагировать на экологические угрозы с использованием беспилотных воздушных судов приобретает особую значимость.

Оператор БВС (внешний пилот) – специалист, способный организовывать и осуществлять эксплуатацию различных типов беспилотных авиационных систем в полном соответствии с действующими нормативно-правовыми и нормативно-техническими требованиями различных типов авиационных работ (Приказ Минтранса России от 19.11.2020 № 494), включая: авиационно-химические, лесоавиационные, аэровизуальные полеты и воздушные съемки, поисково-с

пасательные и аварийно-спасательные.

Ключевыми задачами по эксплуатации БВС в области мониторинга территорий являются: осуществление взаимодействия со службами организации воздушного движения; предполетная подготовка БВС различного типа и их эксплуатация; контроль состояния лесов; обработка данных, полученных при их использовании; проверка исправности, работоспособности и готовности БВС; оперативное выявление и реагирование на экологические угрозы; учёт срока службы, причин отказов, неисправностей и повреждений БВС различного типа.

Настоящая образовательная программа направлена на освоение гражданами профессиональных компетенций, которые позволят осуществлять эффективную эксплуатацию беспилотных авиационных систем в контрольно-надзорной деятельности и при патрулировании лесов

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, Мурманская область, Оренбургская область, Республика Бурятия, Республика Коми, Ростовская область, Сахалинская область, Севастополь, Ульяновская область, Челябинская область

Квалификация Нет

Наличие опыта профессиональной деятельности Нет

Предварительное освоение иных дисциплин/курсов /модулей Нет

Владение необходимыми профессиональными компетенциями Нет

Иные требования и рекомендации для обучения по программе Нет

1.3. Цель и планируемые результаты освоения курса

Цель образовательной программы 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 организации и осуществления эксплуатации беспилотных воздушных судов

Образовательная программа разработана с учетом профессионального стандарта 17.071 Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее

Образовательная программа профессиональной переподготовки разработана с учётом ФГОС 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2016 г. № 1549)

Совершенствуемые и/или формируемые компетенции	Тип компетенции	Планируемые результаты обучения (знать, уметь, владеть - использовать конкретные инструменты)
Способен осуществлять дистанционное пилотирование и контроль параметров полета беспилотного воздушного судна	ПК	Знания Знать: Функциональность и возможности программного обеспечения планирования миссий и определения полетных зон; Основы инфраструктуры БАС и организацию работы с БВС
Способен осуществлять дистанционное пилотирование и контроль параметров полета беспилотного воздушного судна	ПК	Умения Уметь: Осуществлять запуск БВС Осуществлять разработку (планирование) полетных миссий. Осуществлять программирование автономного и полуполуавтономного полета на C++/Python
Способен осуществлять дистанционное пилотирование и контроль параметров полета беспилотного воздушного судна	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками базового пилотирования БВС, включая взлет, посадку, маневры в различных режимах управления; Техникой FPV пилотирования, обеспечивая стабильное управление и выполнение полетных заданий с использованием визуальной информации от БВС
Способен распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов	ПК	Знания Знать: Основные факторы угроз и ошибок, которые могут возникнуть при выполнении полетов с беспилотными авиационными системами
Способен распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов	ПК	Умения Уметь: Выявлять потенциальные угрозы и ошибки, возникающие в процессе полетов
Способен распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками контроля факторов угроз и ошибок при эксплуатации БВС
Способен осуществлять проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК	Знания Знать: Регламенты и стандарты технического обслуживания и проверки взлетно-посадочных устройств. Основные методы диагностики и выявления неисправностей в взлетно-посадочных устройствах.
Способен осуществлять проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК	Умения Уметь: Осуществлять проверку технического состояния взлетно-посадочных устройств. Выполнять обслуживание и ремонт в случае выявления неисправностей
Способен осуществлять проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК	Владение инструментами Владеть: Методикой безопасного проведения работ по обслуживанию и ремонту взлетно-посадочных устройств

Способен к обнаружению лесных пожаров с помощью БВС	ПК	Знания Знать: Основные принципы и технологии мониторинга лесных пожаров, водных биоресурсов, воспроизводства лесов и подсчета крупных животных. Применение беспилотных авиационных систем (БАС) для экологического мониторинга. Принципы тепловизионного обследования и интерпретации данных. Законы и нормативные акты, регулирующие использование БАС в природоохранной деятельности. Методы обработки и анализа данных, полученных с помощью БАС
Способен к обнаружению лесных пожаров с помощью БВС	ПК	Умения Уметь: Использовать БАС для мониторинга лесных пожаров, водных биоресурсов, воспроизводства лесов и подсчета крупных животных. Осуществлять программирование автономного и полуполуавтономного полета на C++/Python. Обрабатывать данные, полученные с помощью БАС, и проводить их анализ. Оценивать состояние природных ресурсов и выявлять потенциальные угрозы на основе собранных данных
Способен к обнаружению лесных пожаров с помощью БВС	ПК	Владение инструментами Владеть: Технологиями и программными средствами для обработки и анализа данных, полученных с БАС. Навыками интерпретации данных, полученных с помощью БВС, и представлением результатов обследования
Способен к установлению мест рубок лесных насаждений, обмеру их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка)	ПК	Знания Знать: Основные принципы и технологии мониторинга лесных пожаров, водных биоресурсов, мест рубок лесных насаждений, воспроизводства лесов и подсчета крупных животных. Применение беспилотных авиационных систем (БАС) для экологического мониторинга. Методы обработки и анализа данных, полученных с помощью БАС.
Способен к установлению мест рубок лесных насаждений, обмеру их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка)	ПК	Умения Уметь: Использовать БАС для мониторинга лесных пожаров, водных биоресурсов, воспроизводства лесов и подсчета крупных животных. Осуществлять программирование автономного и полуполуавтономного полета на C++/Python. Обрабатывать данные, полученные с помощью БАС, и проводить их анализ.
Способен к установлению мест рубок лесных насаждений, обмеру их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка)	ПК	Владение инструментами Владеть: Практическими навыками управления различными типами БАС. Технологиями и программными средствами для обработки и анализа данных, полученных с БАС.
Способен к обследованию термоточек в труднодоступных местах с помощью БВС	ПК	Знания Знать: Принципы тепловизионного обследования и интерпретации данных.
Способен к обследованию термоточек в труднодоступных местах с помощью БВС	ПК	Умения Уметь: Оценивать состояние природных ресурсов и выявлять потенциальные угрозы на основе собранных данных.
Способен к обследованию термоточек в труднодоступных местах с помощью БВС	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками интерпретации данных, полученных с помощью БВС, и представлением результатов обследования
Способен к контролю и обмеру площадей под лесовосстановление, обмеру площади лесного пожара	ПК	Знания Знать: Применение беспилотных авиационных систем (БАС) для экологического мониторинга. Законы и нормативные акты, регулирующие использование БАС в природоохранной деятельности. Методы обработки и анализа данных, полученных с помощью БАС.
Способен к контролю и обмеру площадей под лесовосстановление, обмеру площади лесного пожара	ПК	Умения Уметь: Обрабатывать данные, полученные с помощью БАС, и проводить их анализ. Оценивать состояние природных ресурсов и выявлять потенциальные угрозы на основе собранных данных.

Способен к контролю и обмеру площадей под лесовосстановление, обмеру площади лесного пожара	ПК	Владение инструментами Владеть: Практическими навыками управления различными типами БАС. Технологиями и программными средствами для обработки и анализа данных, полученных с БАС.
Способен обрабатывать и проводить анализ данных, полученных с помощью БВС	ПК	Знания Знать: Принципы и методы аэрофотосъемки Программное обеспечение и алгоритмы, используемые для обработки данных с полезных нагрузок БАС
Способен обрабатывать и проводить анализ данных, полученных с помощью БВС	ПК	Умения Уметь: Проводить анализ данных, полученных с помощью БВС, и использовать его для принятия решений в конкретной отрасли.
Способен обрабатывать и проводить анализ данных, полученных с помощью БВС	ПК	Владение инструментами Владеть: Методами проведения летно-съёмочных работ Методами анализа и интерпретации данных, полученных с помощью БВС, для их дальнейшего применения в различных отраслях
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 Знать: Нормативные правовые акты, регулирующие организацию и выполнение полетов беспилотных воздушных судов (БВС), включая законы, правила и стандарты безопасности. Правила и порядок, установленные воздушным законодательством Российской Федерации, алгоритм получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ
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 Уметь: Применять нормативные правовые акты и эксплуатационную документацию для организации и выполнения полетов БВС в соответствии с установленными требованиями
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 Владеть: Комплексными подходами к обеспечению безопасности и соблюдению правовых норм при эксплуатации БВС
Способен осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем мультироторного типа, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК	Знания Знать: Основные этапы предполетной подготовки; Основы метеорологии, орнитологии и аэронавигации для предполетной подготовки; Процедуры планирования полета, включая выбор маршрута, расчет топлива и времени полета; Процесс настройки и калибровки полетного контроллера перед вылетом;
Способен осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем мультироторного типа, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК	Умения Уметь: Осуществлять предполетную проверку и обслуживание БВС в соответствии с установленными процедурами Осуществлять планирование полета, учитывая метеорологические условия, ограничения воздушного пространства и другие факторы. Проводить тестовый взлет для проверки функциональности самолета и его систем. Выполнять настройку и калибровку полетного контроллера для обеспечения точности управления во время полета
Способен осуществлять подготовку к полетам беспилотных авиационных систем мультироторного типа, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее	ПК	Владение инструментами "Владеть: Навыками выполнения предполетной проверки и обслуживания БВС согласно установленным стандартам"
Способен осуществлять управление (контроль) полетом БВС в соответствии с полетным заданием	ПК	Знания Знать: Принципы работы пультов управления и настройки телеметрии; Принципы и особенности FPV управления; Функциональность и возможности программного обеспечения планирования миссий и определения полетных зон; Основы инфраструктуры БАС и организацию работы с БВС; Алгоритмы автономного пилотирования и их применение.

Способен осуществлять управление (контроль) полетом БВС в соответствии с полетным заданием	ПК	Умения Уметь: Осуществлять запуск БВС Осуществлять разработку (планирование) полетных миссий. Осуществлять управление (контроль) полетом БВС в соответствии с полетным заданием, используя пульты управления и телеметрию; Осуществлять управление БВС в режиме FPV, включая восприятие и анализ телеметрической информации в реальном времени; Осуществлять программирование автономного и полуполуавтономного полета на C++/Python.
Способен осуществлять управление (контроль) полетом БВС в соответствии с полетным заданием	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками базового пилотирования БВС, включая взлет, посадку, маневры в различных режимах управления; Техникой FPV пилотирования, обеспечивая стабильное управление и выполнение полетных заданий с использованием визуальной информации от БВС Навыками работы в симуляторе БАС
Способен уточнять полетное задание в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными	ПК	Знания Знать: Процессы формирования и уточнения полетного задания на основе фактических метеорологических, орнитологических и навигационных данных
Способен уточнять полетное задание в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными	ПК	Умения Уметь: Формировать и уточнять полетное задание, учитывая метеорологические, орнитологические и навигационные данные.
Способен уточнять полетное задание в соответствии с фактическими метеорологическими, орнитологическими и навигационными данными	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками формирования точного и детального полетного задания на основе разнообразных данных
Способен работать с полезными нагрузками БПЛА (лидары, мультиспектральные камеры) и обрабатывать данные с полезных грузов БАС (аэрофотосъемочных материалов)	ПК	Знания Знать: Принципы работы и особенности различных типов полезных грузов, включая лидары, мультиспектральные камеры и другие; Программное обеспечение и алгоритмы, используемые для программирования и управления маневрами БВС Программное обеспечение и алгоритмы, используемые для обработки данных с полезных грузов БАС
Способен работать с полезными нагрузками БПЛА (лидары, мультиспектральные камеры) и обрабатывать данные с полезных грузов БАС (аэрофотосъемочных материалов)	ПК	Умения Уметь: Программировать и настраивать БВС для выполнения специфических задач, таких как грузоперевозки, сельскохозяйственные работы, или пожаротушение. Обеспечивать корректное взаимодействие между различными системами БВС и полезными нагрузками для достижения оптимальных результатов Проводить анализ данных, полученных с помощью БВС, и использовать его для принятия решений в конкретной отрасли.
Способен работать с полезными нагрузками БПЛА (лидары, мультиспектральные камеры) и обрабатывать данные с полезных грузов БАС (аэрофотосъемочных материалов)	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками работы с различными типами полезных грузов, включая их установку, программирование и эксплуатацию Методами анализа и интерпретации данных, полученных с помощью БВС, для их дальнейшего применения в различных отраслях
Способен осуществлять техническое обслуживание БВС, обнаруживать и устранять неисправности	ПК	Знания Знать: Основные узлы и агрегаты БПЛА, их назначение и методы сборки. Характеристики комплектующих, необходимых для сборки и обслуживания БВС, включая процессоры, датчики, аккумуляторы и другие элементы. Виды и назначение навесного оборудования для БАС Принципы работы и возможности 3D принтеров, используемых для изготовления и ремонта компонентов Основы ремонта и обслуживания БВС
Способен осуществлять техническое обслуживание БВС, обнаруживать и устранять неисправности	ПК	Умения Уметь: Сборку и настройку комплектующих для создания работоспособной беспилотной авиационной системы. Устанавливать и настраивать навесное оборудование на БВС с учетом требований конкретной миссии. Работать с 3D принтерами для изготовления деталей и запасных частей для БВС Проводить техническое обслуживание БАС, обеспечивая их бесперебойную работу Обнаруживать и диагностировать неисправности в компонентах и системах БАС

Способен осуществлять техническое обслуживание БВС, обнаруживать и устранять неисправности	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками проведения комплексного технического обслуживания и ремонта БАС Технологиями 3D печати для создания и восстановления деталей и компонентов БАС
Способен настраивать бортовые системы БПЛА (систему управления, радиосвязь, систему питания и т.д.) для выполнения полёта	ПК	Знания Знать: Основные принципы работы и функции компонентов бортовых систем БПЛА, включая систему управления, радиосвязь, систему питания и другие
Способен настраивать бортовые системы БПЛА (систему управления, радиосвязь, систему питания и т.д.) для выполнения полёта	ПК	Умения Уметь: Настраивать и конфигурировать бортовые системы БПЛА, такие как система управления, радиосвязь и система питания, в соответствии с требованиями полёта.
Способен настраивать бортовые системы БПЛА (систему управления, радиосвязь, систему питания и т.д.) для выполнения полёта	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками настройки бортовых систем БПЛА
Способен вести полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	ПК	Знания Знать: Требования к полетной и технической документации
Способен вести полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	ПК	Умения Уметь: Вести полетную и техническую документацию в соответствии с установленными стандартами и требованиями
Способен вести полетную и техническую документацию, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций	ПК	Владение инструментами Владеть: Знаниями об отечественных планировщиках миссий для беспилотных авиационных систем
Способен выполнять послеполетные работы	ПК	Знания Знать: Принципы и процедуры послеполетного технического обслуживания БВС
Способен выполнять послеполетные работы	ПК	Умения Уметь: Осуществлять проверку систем, компонентов и оборудования после завершения полета
Способен выполнять послеполетные работы	ПК	Владение инструментами Владеть: Навыками анализа и диагностики состояния БВС после полета

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	28	33	7	
Модуль 1	68	28	33	7	
Модуль 1					
Тема 1.1.	2	2	0	0	
1.1. Введение в БАС					
Тема 1.2.	4	2	1	1	
1.2. Архитектура БАС					
Тема 1.3.	3	2	1	0	
1.3. Предполетная подготовка и анализ метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки					
Тема 1.4.	7	2	4	1	
1.4. Симуляторы					

Тема 1.5.	5	2	2	1	
2.1. Пульты управления и настройка телеметрии					
Тема 1.6.	5	2	2	1	
2.2. FPV управление					
Тема 1.7.	4	2	2	0	
2.3. ПО планирования миссий. Согласование проведения полетов и полетные зоны					
Тема 1.8.	6	2	4	0	
2.4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС					
Тема 1.9.	5	2	2	1	
3.1. Комплекующие и их характеристики					
Тема 1.10.	4	2	2	0	
3.2. Навесное оборудование					
Тема 1.11.	3	1	2	0	
3.3. 3D принтеры					
Тема 1.12.	5	2	2	1	
3.4. Ремонт БАС, проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств					
Тема 1.13.	3	1	2	0	
4.1. БАС в лесном хозяйстве					
Тема 1.14.	3	1	2	0	
4.2. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование					
Тема 1.15.	4	2	2	0	
4.3. Алгоритмы автономного пилотирования					
Тема 1.16.	4	1	2	1	
4.4. Отраслевые решения БАС					
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.	12	0	12	0	
2.1. Базовая техника пилотирования БВС					
Тема 2.2.	12	0	12	0	
2.2. FPV пилотирование					
Тема 2.3.	8	0	8	0	
2.3. Печать на 3D принтере					
Тема 2.4.	8	0	8	0	
2.4. Обслуживание БВС					
Тема 2.5.	8	0	8	0	
2.5. Разработка полетных миссий					
Тема 2.6.	14	0	14	0	
2.6. Программируемый полет					
Тема 2.7.	8	0	8	0	
2.7 Популярныe кейсы БАС					
Промежуточная аттестация	2	0	2	0	Практическое задание.
Итоговая аттестация	4	0	4	0	Зачет полетных задач. Проводится в практической деятельности в форме и
	Характеристика кадрового состава аттестационной комиссии				

	<p>Кропивный Дмитрий Алексеевич Московский авиационный институт, Самолёто-вертолестроение, 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>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>Кейт Анастасия Сергеевна Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, инженер по специальности Автоматизация технологических процессов и производств, 2010 ООО ЭЦ "Социология и аналитика", системный аналитик, 4 года Управление требованиями и конструкторской документацией для разработки БАС, 3 года</p> <p>Ерохин Виталий Александрович Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), специалист по направлению «Самолето- и вертолестроение», 2023 ООО IT, специалист по Data Science, преподаватель ДПО, 1 год Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, 3 года</p> <p>Шумаков Максим Витальевич Запорожский государственный университет, специальность "Прикладная математика", 1998 ООО IT, разработчик, преподаватель ДПО, 3 года Программирование ПО для БАС, программирование микроконтроллеров, программируемые полеты, 2 года</p> <p>Описание места проведения</p> <p>Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8 ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова»</p>	<p>данной формы и состоит из результатов решения практических задач (демонстрация практической готовности слушателя к решению указанных задач в рамках совершенствуемых и новых компетенций)</p>			
Всего часов	144	28	109	7	

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. Введение в БАС	Лекции (2 ч.) Практические занятия (0 ч.) Самостоятельная работа (0 ч.)	1. История и развитие беспилотных авиационных систем (БАС) Введение в историю создания и эволюции БАС. Обзор основных этапов развития технологий БАС. Роль БАС в современном мире и их перспективы. Классификация и типы беспилотных авиационных систем 2. Обзор различных типов БАС (мультироторные, самолетного типа, конвертопланы). Классификация БАС по назначению и областям применения. Основные компоненты и принципы работы БАС.

Тема 1.2. 1.2. Архитектура БАС	Лекции (2 ч.)	1. Основные компоненты и их функции в БАС Контроллеры полета, микроконтроллеры и одноплатные ПК. Двигатели, сервоприводы и другие исполнительные механизмы. Датчики, навигационные системы и системы связи. 2. Принципы взаимодействия компонентов БАС Как компоненты работают вместе для выполнения полетных задач. Примеры архитектур различных типов БАС. Влияние архитектуры на функциональные возможности и производительность БАС
	Практические занятия (1 ч.)	Сборка основных компонентов БАС Практическое задание по сборке модели БАС из предоставленных компонентов.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Написание отчета по практике Описание процесса сборки и разборки БАС. Анализ функциональности и взаимодействия различных компонентов.
Тема 1.3. 1.3. Предполетная подготовка и анализ метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки	Лекции (2 ч.)	1.Процедуры предполетной подготовки Обзор стандартных процедур предполетной подготовки. Проверка структурной целостности БАС. Проверка функциональности всех систем и компонентов. Проверка заряда батарей и состояния источников питания. 2.Анализ метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки.
	Практические занятия (1 ч.)	Проанализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку с применением доступных интернет ресурсов.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.4. 1.4. Симуляторы	Лекции (2 ч.)	1. Обзор существующих популярных симуляторов. Изучение различных симуляторов, используемых в обучении операторов БАС. Сравнение функциональных возможностей различных симуляторов. Примеры использования симуляторов в обучении и практике. 2. Обзор отечественных и зарубежных производителей БАС и их симуляторов. Изучение симуляторов, разработанных отечественными производителями. Сравнение отечественных симуляторов с зарубежными аналогами. Актуальность и преимущества использования собственных симуляторов.
	Практические занятия (4 ч.)	1. Введение в работу с симулятором Ознакомление с интерфейсом симулятора. Выполнение базовых операций, таких как взлет, полет по маршруту и посадка. 2. Симуляция полетов в различных условиях Настройка симулятора для различных погодных условий. Выполнение полетов в симуляторе при различных погодных условиях. 3. Полет по звездам в симуляторе. Настройка симулятора для выполнения полета по звездной навигации. 4. Создание учебного сценария в симуляторе Создание и настройка учебного сценария в симуляторе. Проведение учебного полета с заданными параметрами.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование и анализ функциональности симуляторов. Сравнение отечественных и зарубежных симуляторов по функциональным возможностям. Анализ публикаций о симуляторах от отечественных производителей. Подготовка отчета с выводами о преимуществах и недостатках симуляторов различных производителей.
Тема 1.5. 2.1. Пульты управления и настройка телеметрии	Лекции (2 ч.)	1. Обзор существующих пультов управления. Изучение характеристик и возможностей различных пультов управления для БАС. Обзор популярных производителей пультов управления и их продукции. 2. Определение пространственного положения БВС с использованием телеметрии и наземной станции управления.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Сборка простого пульта управления. Подготовка необходимых компонентов и инструментов. Сборка пульта управления согласно принципиальной схеме. Проверка работоспособности пульта. 2. Определение местоположения БВС в пространстве и анализ данных телеметрии. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование современных пультов управления. Подготовка отчета с описанием характеристик и возможностей различных пультов управления для БАС. Сравнение продукции различных производителей и анализ преимуществ и недостатков.
Тема 1.6. 2.2. FPV управление	Лекции (2 ч.)	1. Основы FPV управления для БАС. Введение в концепцию FPV (First Person View) управления, компоненты и оборудование, используемые для FPV. Преимущества и недостатки FPV управления. 2. Обзор оборудования для FPV управления. Изучение различных типов камер, передатчиков и приемников, используемых для FPV. Обзор популярных производителей и их продукции.

	Практические занятия (2 ч.)	1. Установка и подключение FPV оборудования. Подготовка необходимых компонентов и инструментов. Установка FPV камеры на БАС и подключение к передатчику. Проверка работы FPV оборудования. 2. Полет с использованием FPV управления. Настройка системы FPV для работы с БАС. Выполнение полета с использованием FPV очков или монитора.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование современных технологий FPV управления. Подготовка отчета с описанием различных систем FPV управления, их характеристик и возможностей. Анализ преимуществ и недостатков различных систем и их применимость для различных типов БАС.
Тема 1.7. 2.3. ПО планирования миссий. Согласование проведения полетов и полетные зоны	Лекции (2 ч.)	1. Введение в ПО планирования миссий для БАС. Обзор популярных программных продуктов для планирования миссий. Основные функции и возможности ПО. Примеры использования ПО для различных типов миссий. 2. Правила подготовки документов к проведению полетов БАС. Изучение различных типов полетных зон, их классификация и правила использования. Правовые аспекты полетов БАС в различных полетных зонах. Процесс согласования проведения полетов с региональными властями.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Создание и планирование миссии с использованием ПО. Установка и настройка ПО для планирования миссий. Создание маршрута миссии, включая точки пути, высоту и задания. Проверка плана миссии на соответствие правилам и ограничениям. 2. Подготовка документов к проведению полетов БАС. Анализ требований региональных властей к организации полетов БАС.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.8. 2.4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС	Лекции (2 ч.)	1. Введение в инфраструктуру БАС. Изучение компонентов инфраструктуры для беспилотных авиационных систем, таких как наземные станции управления, системы связи, зарядные станции и базы для обслуживания. 2. Организация рабочего пространства с целью недопущения сторонних лиц к БАС.
	Практические занятия (4 ч.)	1. Выполнение полета с низким зарядом батареи. Планирование и выполнение миссии, включающей дозарядку в ЭРИ, проверка и анализ результатов. Выполнение полета с использованием наземной станции управления. 2. Планирование маршрута и управление БАС через наземную станцию, анализ эффективности и надежности связи. 3. Выполнение полета с планированием миссии. Создание и реализация комплексного плана миссии, включая задание маршрута, определение точек интереса и управление действиями БАС. 4. Составление свода требований и правил по допуску лиц к зоне проведения полетов БАС. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.9. 3.1. Комплектующие и их характеристики	Лекции (2 ч.)	1. Обзор комплектующих для БАС. Изучение различных типов комплектующих, таких как двигатели, пропеллеры, аккумуляторы, контроллеры, и их роль в работе БАС. 2. Характеристики и параметры комплектующих. Рассмотрение основных характеристик и параметров комплектующих, которые влияют на их производительность и надежность.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Сравнение характеристик различных двигателей. Исследование и документирование характеристик нескольких типов двигателей для БАС, таких как коллекторные и бесколлекторные двигатели. 2. Исследование аккумуляторов для БАС. Проведение тестов на емкость и разряд аккумуляторов различных типов.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Создание отчета о комплектующих для БАС. Написание отчета, в котором описаны различные комплектующие, их характеристики и применение в беспилотных авиационных системах.
Тема 1.10. 3.2. Навесное оборудование	Лекции (2 ч.)	1. Обзор навесного оборудования для БАС. Изучение различных типов навесного оборудования, таких как камеры, датчики, системы светосигнализации, и их применение. 2. Характеристики и установка навесного оборудования. Рассмотрение основных характеристик навесного оборудования и методов его установки на БАС.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Установка камеры на БАС. Выполнение установки камеры на беспилотную авиационную систему и проверка ее работоспособности. 2. Установка и тестирование датчиков. Выполнение установки различных датчиков на БАС и проведение тестирования их работы. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.11. 3.3. 3D принтеры	Лекции (1 ч.)	Обзор 3D принтеров и их применение. Изучение различных типов 3D принтеров, технологий 3D печати и областей их применения.

	Практические занятия (2 ч.)	1. Печать тестового изделия. Подготовка модели для печати, настройка параметров 3D печати и выполнение печати тестового изделия для проверки работоспособности принтера. 2. Печать сложной модели. Печать сложной трехмерной модели.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.12. 3.4. Ремонт БАС, проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств	Лекции (2 ч.)	1. Основные методы диагностики и ремонта БАС. Обзор типичных неисправностей и способов их устранения. 2. Проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств БАС, анализ программных ошибок в системе управления полетного контроллера
	Практические занятия (2 ч.)	1. Осуществить проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее 2. Замена поврежденных компонентов. Практическое выполнение замены неисправных частей БАС, таких как моторы, пропеллеры, контроллеры, и проверка работоспособности после ремонта. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Разработка плана ремонта. Составление детализированного плана ремонта для конкретной модели БАС, включающего описание типичных неисправностей, необходимых инструментов и методов их устранения.
Тема 1.13. 4.1. БАС в лесном хозяйстве	Лекции (1 ч.)	Обзор способов обследования лесов и области охраны защиты и воспроизводства лесов с использованием одного или нескольких воздушных судов, при осуществлении лесной охраны (патрулирования). Разбор федерального государственного лесного контроля (надзора), муниципального земельного контроля с помощью БВС, принципы охраны лесов с помощью БВС, основы мониторинга лесопожарной обстановки
	Практические занятия (2 ч.)	1. Обследование термоточек в труднодоступных местах с использованием виртуального симулятора. 2. Осуществление мониторинга территории посредством дистанционного пилотирования, в том числе и мониторинг лесопожарной обстановки с применением виртуальных симуляторов
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.14. 4.2. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование	Лекции (1 ч.)	Обзор сред разработки для C++: системное и аппаратное программирование. Основные возможности, особенности и применение различных сред разработки (например, Visual Studio, CLion, Eclipse, Arduino IDE).
	Практические занятия (2 ч.)	1. Разработка программы на C++ для управления компонентами БАС в среде разработки. Написание и компиляция программы, выполняющей базовые функции управления, такие как включение и выключение светодиодов или сбор данных с датчиков. 2. Создание проекта на C++ для управления аппаратными компонентами БАС. Реализация программы, которая взаимодействует с аппаратными интерфейсами и выполняет задачи, связанные с управлением и мониторингом состояния различных компонентов БАС.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.15. 4.3. Алгоритмы автономного пилотирования	Лекции (2 ч.)	1. Основы алгоритмов автономного пилотирования. Обзор методов и подходов для реализации автономного пилотирования в беспилотных авиационных системах (БАС). Обсуждение ключевых компонентов, таких как планирование маршрута, избегание препятствий, стабилизация полета. Установка, диагностика и обновление ПО. 2. Программирование автономного пилотирования на C++/Python. Изучение практических аспектов программирования автономных систем управления полетом с использованием C++ и Python. Примеры реализации алгоритмов для автономного и полуавтономного полета. Разработка полетных заданий и их расчет для испытательных и иных полетов.

	Практические занятия (2 ч.)	<p>1. Реализация алгоритма автономного пилотирования на C++. Написание программы для БАС, которая реализует базовые функции автономного полета, включая взлет, следование маршруту и посадку для обнаружения пожаров в природной среде в пожароопасный период, выявления очагов возгорания, получения данных о пространственном расположении объектов, осуществления обмера площади лесного пожара, получения данных о пространственном расположении объектов и их площади, обмера площади незаконных рубок, а также обмера площадей под восстановление с применением виртуальных симуляторов.</p> <p>2. Программирование полуавтономного полета на Python. Создание программы для БАС, которая позволяет переключаться между ручным и автономным режимами управления, включая обработку данных с датчиков и выполнение команд пользователя для установления мест рубок лесных насаждений, обмера их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка), определения размера несанкционированных свалок, оперативного выявления фактов нарушения лесного законодательства, получения и фиксации доказательств правонарушений и преступлений в области охоты с помощью БВС с целью сохранения охотничьих ресурсов, получения данные о численности объектов животного мира с применением БВС в рамках проведения государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания, получения данных для определения мест поисково-спасательных мероприятий, выявления подтопленных домов и участков осмотренной местности и оценки причиненного ущерба в результате подтопления в пострадавших муниципальных образованиях, а также выявления мест нефтеразливов, обмера их площади и фиксации геолокации.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.16. 4.4. Отраслевые решения БАС	Лекции (1 ч.)	БВС в сельском хозяйстве, строительстве, аэрофотосъемке, пожаротушении, применение БАС при проведении контрольных надзорных мероприятий, осуществление поисковых операций с использованием БПЛА, наблюдение за местом происшествия
	Практические занятия (2 ч.)	<p>1. Выполнение задачи по тушению пожара в симуляторе. Использование БАС для обнаружения и тушения пожара, управление БВС в симуляторе для выполнения миссии, осуществление фото- и видеофиксации нарушений лесного законодательства и лиц, совершающих правонарушение в симуляторе.</p> <p>2. Выполнение задачи по аэрофотосъемке. Планирование и проведение аэрофотосъемки с использованием БАС, обработка и анализ полученных данных (осуществление обработки данных аэрофотосъемки) Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.</p>
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование применения БАС в конкретной отрасли. Подготовка отчета с описанием использования БАС в выбранной отрасли, анализ преимуществ и вызовов, примеры успешных проектов.
Промежуточная аттестация	Тестирование (зачёт\незачёт) (1 ч.)	Тестирование
Блок практической подготовки		
Модуль 2		
Модуль 2		
Тема 2.1.	Лекции (0 ч.)	

2.1. Базовая техника пилотирования БВС

Практические занятия (12 ч.)

Практика 1: Программирование алгоритмов для грузоперевозок (2 часа)
Описание:
Обучающиеся программируют алгоритмы для выполнения задач по грузоперевозке с использованием беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся:
Разрабатывают программы для взлета, полета к заданной точке и посадки с учетом груза.
Программируют алгоритмы для управления нагрузкой и стабильностью полета.
Тестируют программы для проверки корректности работы.
Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки в алгоритмы.
Результаты:
Навыки программирования алгоритмов для задач грузоперевозок.
Опыт тестирования программ.
Умение анализировать и корректировать алгоритмы для стабильного полета с грузом.

Практика 2: Программирование задач для сельского хозяйства (4 часа)
Описание:
Обучающиеся программируют алгоритмы для выполнения сельскохозяйственных задач с использованием БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся:
Разрабатывают программы для облета полей и сбора данных о состоянии посевов.
Программируют алгоритмы для точечного внесения удобрений или пестицидов.
Тестируют программы для проверки эффективности выполнения задач.
Анализируют результаты тестов и оптимизируют алгоритмы для повышения точности и эффективности.
Результаты:
Навыки программирования алгоритмов для сельскохозяйственных задач.
Опыт тестирования программ.
Умение оптимизировать алгоритмы для повышения точности и эффективности сельскохозяйственных операций.

Практика 3: Программирование алгоритмов для задач пожаротушения (4 часа)
Описание:
Обучающиеся программируют алгоритмы для выполнения задач по пожаротушению с использованием БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся:
Разрабатывают программы для обнаружения очагов пожара и полета к ним.
Программируют алгоритмы для сброса воды или огнетушащих веществ на очаги пожара.
Тестируют программы для проверки корректности выполнения задач.
Учатся спользовать БПЛА при проведении контрольных надзорных мероприятий.
Анализируют результаты тестов и вносят необходимые изменения для повышения эффективности.
Результаты:
Навыки программирования алгоритмов для задач пожаротушения.
Опыт тестирования программ.
Умение анализировать и корректировать алгоритмы для повышения эффективности пожаротушения.

Практика 4: Смешанная отработка задач (2 часа)
Описание:
Обучающиеся проводят смешанную отработку различных задач, включая грузоперевозки, сельское хозяйство и пожаротушение. В процессе выполнения этой практики обучающиеся:
Программируют комплексные сценарии для выполнения нескольких задач одновременно.
Тестируют алгоритмы для проверки их корректности и безопасности.
Проводят тестовые полеты на БАС для проверки работы алгоритмов в реальных условиях.
Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки для улучшения алгоритмов.
Осуществляют поисковые операции с использованием БПЛА, проводят наблюдение за местом происшествия.
Результаты:
Навыки программирования комплексных сценариев для выполнения различных задач.
Опыт смешанной отработки задач.
Умение анализировать результаты тестов и оптимизировать алгоритмы для различных задач.

Самостоятельная работа (0 ч.)

Тема 2.2.

Лекции (0 ч.)

2.2. FPV пилотирование	<p>Практические занятия (12 ч.)</p>	<p>Практика 1: Основы FPV пилотирования (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают основы FPV (First Person View) пилотирования беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Настраивают FPV систему на БАС. Изучают основы управления БАС через FPV очки или монитор. Выполняют базовые маневры, используя FPV. Результаты: Понимание основ FPV пилотирования. Навыки управления БАС через FPV систему.</p> <p>Практика 2: Полеты на FPV БВС (4 часа) Описание: Обучающиеся выполняют полеты на FPV БВС, используя полученные знания и навыки. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Выполняют взлет и посадку через FPV систему. Отрабатывают движение вперед-назад, влево-вправо и вращение вокруг оси. Выполняют полеты по прямой и круговой траектории через FPV. Результаты: Навыки полетов на FPV БВС. Опыт управления БАС через FPV систему в различных условиях.</p> <p>Практика 3: Гонки FPV БВС (4 часа) Описание: Обучающиеся участвуют в гонках на FPV БВС, отрабатывая навыки скоростного пилотирования и маневрирования. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают принципы скоростного пилотирования FPV БВС. Участвуют в тренировочных гонках на заданных трассах. Анализируют свои результаты и работают над улучшением времени прохождения трассы. Результаты: Навыки скоростного пилотирования и маневрирования на FPV БВС. Опыт участия в гонках FPV БВС. Умение анализировать и улучшать результаты пилотирования.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.3.	Лекции (0 ч.)	

2.3. Печать на 3D принтере	Практические занятия (8 ч.)	<p>Практика 1: Подготовка моделей для 3D печати (2 часа) Описание: Обучающиеся изучают процесс подготовки моделей для 3D печати, включая создание и настройку параметров печати. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают программное обеспечение для подготовки моделей к печати (например, Cura, PrusaSlicer). Настраивают параметры печати, такие как температура, скорость и разрешение. Генерируют G-код для 3D принтера и проверяют его корректность. Результаты: Понимание процесса подготовки моделей для 3D печати. Опыт настройки параметров печати и генерации G-кода.</p> <p>Практика 2: Печать корпусных деталей (2 часа) Описание: Обучающиеся выполняют печать корпусных деталей для БАС на 3D принтере. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Запускают печать подготовленных моделей корпусных деталей. Следят за процессом печати и вносят необходимые корректировки. Оценивают качество напечатанных деталей и исправляют возможные дефекты. Результаты: Навыки печати корпусных деталей на 3D принтере. Опыт контроля процесса печати и устранения дефектов.</p> <p>Практика 3: Печать защитных элементов (2 часа) Описание: Обучающиеся печатают защитные элементы для БАС, такие как кожухи и бамперы, используя 3D принтер. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Подготавливают модели защитных элементов для печати. Настраивают 3D принтер для печати защитных элементов. Печатают защитные элементы и оценивают их качество. Результаты: Навыки печати защитных элементов для БАС на 3D принтере. Опыт настройки 3D принтера для печати различных типов элементов.</p> <p>Практика 4: Финальная обработка и сборка деталей (2 часа) Описание: Обучающиеся проводят финальную обработку напечатанных деталей и собирают их в единое целое. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Осуществляют постобработку напечатанных деталей (удаление поддержек, шлифовка, склеивание). Проверяют соответствие размеров и качество печати. Собирают корпусные и защитные элементы на БАС. Результаты: Опыт постобработки и сборки напечатанных деталей. Умение оценивать и корректировать качество напечатанных деталей.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.4. 2.4. Обслуживание БВС	Лекции (0 ч.)	
	Практические занятия (8 ч.)	<p>Практика 1: Обслуживание и проверка основных систем БВС (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают и проводят техническое обслуживание основных систем БВС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают основные компоненты и системы БВС (двигатели, контроллеры, аккумуляторы, сенсоры). Проверяют состояние и работоспособность всех компонентов. Проводят профилактическое обслуживание: чистку, смазку, проверку соединений и заменяемых компонентов. Тестируют работоспособность БВС после обслуживания. Результаты: Понимание основных принципов и процедур технического обслуживания БВС. Навыки проведения профилактического обслуживания и проверки работоспособности БВС.</p> <p>Практика 2: Диагностика и устранение неисправностей (4 часа) Описание: Обучающиеся проводят диагностику и устраняют неисправности в системах БВС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают методы диагностики неисправностей в различных системах БВС. Проводят диагностику для выявления неисправностей в двигателях, контроллерах, аккумуляторах и сенсорах. Разрабатывают и выполняют план ремонта для устранения выявленных неисправностей. Тестируют БВС после ремонта, чтобы убедиться в исправности всех систем. Результаты: Навыки диагностики и выявления неисправностей в системах БВС. Опыт разработки и выполнения плана ремонта. Проверка и подтверждение исправности всех систем БВС после ремонта.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.5.	Лекции (0 ч.)	

2.5. Разработка полетных миссий	<p>Практические занятия (8 ч.)</p>	<p>Практика 1: Работа с ПО-планировщиками миссий (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают использование программного обеспечения для планирования миссий БВС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Изучают интерфейс и функциональные возможности различных ПО-планировщиков миссий. Настраивают параметры миссии, такие как точки маршрута, высота полета, скорость и задачи на каждом этапе. Создают и проверяют простую миссию для оценки её корректности. Анализируют результаты и вносят необходимые корректировки в план миссии. Результаты: Понимание принципов работы ПО-планировщиков миссий. Навыки создания и настройки полетных миссий с использованием ПО. Опыт тестирования и корректировки миссий. Учатся устанавливать связи с органом единой системы организации воздушного движения и получать разрешения на использование воздушного пространства. Анализировать и оценивать необходимость ограничений воздушного пространства.</p> <p>Практика 2: Разработка собственной миссии (4 часа) Описание: Обучающиеся самостоятельно разрабатывают и реализуют полетную миссию для БВС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Определяют цели и задачи миссии (например, аэрофотосъемка, мониторинг территории, доставка груза). Создают детальный план миссии с использованием ПО-планировщиков. Программируют маршруты и задачи миссии в соответствии с определенными целями. Проводят тестовый полет для проверки выполнения миссии. Анализируют результаты полета и вносят необходимые изменения в план миссии для достижения оптимальных результатов. Результаты: Навыки разработки и реализации полетных миссий для БВС. Опыт использования ПО-планировщиков для создания детальных планов миссий. Умение анализировать результаты полета и корректировать план миссии для достижения заданных целей. Пособен устанавливать связи с органом единой системы организации воздушного движения и получать разрешения на использование воздушного пространства.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.6.	Лекции (0 ч.)	

2.6. Программируемый полет	<p>Практические занятия (14 ч.)</p>	<p>Практика 1: Программирование основ полета (4 часа) Описание: Обучающиеся программируют базовые алгоритмы полета для беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Пишут программы для взлета, полета по прямой, поворотов и посадки. Настраивают параметры полета, такие как высота, скорость и угол поворота. Тестируют написанные программы для проверки их корректности. Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки в программы. Результаты: Навыки программирования базовых алгоритмов полета для БАС. Опыт тестирования и корректировки программ. Умение анализировать и улучшать алгоритмы полета.</p> <p>Практика 2: Программирование сложных маневров (4 часа) Описание: Обучающиеся программируют более сложные маневры для БАС, такие как обход препятствий и полет по заданному маршруту. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Разрабатывают алгоритмы для выполнения сложных маневров. Программируют полет по заданному маршруту с использованием навигационных точек. Тестируют программы для проверки их работы в различных сценариях. Анализируют результаты тестов и оптимизируют алгоритмы для повышения эффективности и надежности. Результаты: Навыки разработки и программирования сложных маневров для БАС. Опыт работы с навигационными точками и маршрутами полета. Умение оптимизировать алгоритмы для улучшения их работы.</p> <p>Практика 3: Интеграция программного обеспечения для реальных БАС (4 часа) Описание: Обучающиеся интегрируют написанное программное обеспечение в беспилотные авиационные системы. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Загружают программы в контроллеры полета реальных БАС. Проводят тестовые полеты для проверки работы алгоритмов на реальных устройствах. Сравнивают результаты полетов в симуляторе и на реальных БАС, анализируют отклонения. Вносят изменения в программы на основе анализа данных с реальных полетов. Результаты: Навыки интеграции программного обеспечения в реальные БАС. Опыт проведения тестовых полетов на реальных устройствах. Умение анализировать результаты полетов и вносить корректировки в программы.</p> <p>Практика 4: Отладка алгоритмов перед тестированием (2 часа) Описание: Обучающиеся используют симулятор для отладки сложных алгоритмов перед их тестированием на реальных БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Настраивают симулятор для максимально точного воспроизведения условий реального полета. Проводят серию тестов с различными сценариями полетов. Анализируют результаты тестов и оптимизируют алгоритмы для уменьшения вероятности ошибок в реальных условиях. Подготавливают программы для финального тестирования на реальных БАС. Результаты: Навыки использования симулятора для отладки алгоритмов. Опыт проведения комплексных тестов с использованием симулятора. Умение готовить программы для финального тестирования на реальных БАС.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.7.	Лекции (0 ч.)	

2.7 Популярные кейсы БАС	<p>Практические занятия (8 ч.)</p>	<p>Практика 1: Программирование алгоритмов для грузоперевозок (2 часа) Описание: Обучающиеся программируют алгоритмы для выполнения задач по грузоперевозке с использованием беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Разрабатывают программы для взлета, полета к заданной точке и посадки с учетом груза. Программируют алгоритмы для управления нагрузкой и стабильностью полета. Тестируют программы для проверки корректности работы. Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки в алгоритмы. Результаты: Навыки программирования алгоритмов для задач грузоперевозок. Опыт тестирования программ. Умение анализировать и корректировать алгоритмы для стабильного полета с грузом.</p> <p>Практика 2: Программирование задач для сельского хозяйства (2 часа) Описание: Обучающиеся программируют алгоритмы для выполнения сельскохозяйственных задач с использованием БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Разрабатывают программы для облета полей и сбора данных о состоянии посевов. Программируют алгоритмы для точечного внесения удобрений или пестицидов. Тестируют программы для проверки эффективности выполнения задач. Анализируют результаты тестов и оптимизируют алгоритмы для повышения точности и эффективности. Результаты: Навыки программирования алгоритмов для сельскохозяйственных задач. Опыт тестирования программ. Умение оптимизировать алгоритмы для повышения точности и эффективности сельскохозяйственных операций.</p> <p>Практика 3: Программирование алгоритмов для задач пожаротушения (2 часа) Описание: Обучающиеся программируют алгоритмы для выполнения задач по пожаротушению с использованием БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Разрабатывают программы для обнаружения очагов пожара и полета к ним. Программируют алгоритмы для сброса воды или огнетушащих веществ на очаги пожара. Тестируют программы для проверки корректности выполнения задач. Анализируют результаты тестов и вносят необходимые изменения для повышения эффективности. Результаты: Навыки программирования алгоритмов для задач пожаротушения. Опыт тестирования программ. Умение анализировать и корректировать алгоритмы для повышения эффективности пожаротушения.</p> <p>Практика 4: Смешанная отработка задач (2 часа) Описание: Обучающиеся проводят смешанную отработку различных задач, включая грузоперевозки, сельское хозяйство и пожаротушение. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: Программируют комплексные сценарии для выполнения нескольких задач одновременно. Тестируют алгоритмы для проверки их корректности и безопасности. Проводят тестовые полеты на БАС для проверки работы алгоритмов в реальных условиях. Анализируют результаты тестов и вносят необходимые корректировки для улучшения алгоритмов. Результаты: Навыки программирования комплексных сценариев для выполнения различных задач. Опыт смешанной отработки задач. Умение анализировать результаты тестов и оптимизировать алгоритмы для различных задач.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Промежуточная аттестация	Практическое задание. (2 ч.)	<p>Обучающимся необходимо продемонстрировать навыки управления и пилотирования БВС. В рамках задания обучающиеся должны: Разработать и реализовать план полетной миссии, включающий взлет, выполнение полетных задач и посадку. Выполнить полетную миссию на симуляторе и/или реальном БВС. Продемонстрировать навыки управления БВС в различных режимах и условиях. Подготовить отчет с описанием выполненной миссии, возникших проблем и способов их решения.</p>

Итоговая аттестация	Зачет полетных задач. 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 в виде зачета полетных задач. Зачет состоит из результатов решения конкретных практических задач: Выполнение базовых маневров. Программирование сложных маневров. Смешанная отработка задач на симуляторе и реальном БАС. В ходе работы над проектом обучающиеся работают с беспилотными авиационными системами (БВС), включающими основные компоненты, такие как контроллеры полета, микроконтроллеры и одноплатные ПК (например, Orange Pi, Repka Pi и подобные), навигационные системы (GPS, гироскопы, акселерометры), системы автопилота, двигатели и винты, системы светосигнализации, датчики и камеры. Основное внимание уделяется управлению, программированию, тестированию и выполнению полетных миссий на БВС.</p> <p>Обучающиеся будут работать с площадками, оборудованными для взлета, посадки и выполнения полетных задач. Площадка должна включать: Полосу для взлета и посадки, с ровным и прочным покрытием. Оборудование для создания различных погодных условий и/или препятствий. Маркировку для выполнения полетных заданий по траекториям и в ограниченном пространстве. Зоны безопасности и экстренной посадки.</p> <p>Компоненты, используемые в проекте: БАС: мультироторные системы, самолетного типа. Контроллеры полета: для стабилизации и управления полетом. Микроконтроллеры и одноплатные ПК: МК32, Orange Pi, Repka Pi. Навигационные системы: GPS, гироскопы, акселерометры. Двигатели и винты: различные типы для обеспечения движения. Системы светосигнализации и навесное оборудование: камеры, датчики, сервоприводы. Функциональное оборудование: элементы для выполнения конкретных задач, такие как грузовые подвесы, системы мониторинга.</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 продемонстрировать навыки управления и пилотирования БВС. В рамках задания обучающиеся должны:

Разработать и реализовать план полетной миссии, включающий взлет, выполнение полетных задач и посадку.

Выполнить полетную миссию на симуляторе и/или реальном БВС.

Продемонстрировать навыки управления БВС в различных режимах и условиях.

Подготовить отчет с описанием выполненной миссии, возникших проблем и способов их решения.

Показатели и критерии оценивания

Система оценивания: зачет/незачет. Оценка «зачтено» присваивается при получении 3–5 баллов.

Оценка «не зачтено» присваивается при получении 2 баллов.

Шкала оценивания

5 (отлично, 90-100%): Полная и точная реализация плана миссии, успешное выполнение всех полетных задач. Уверенное управление БВС в различных условиях, минимальные ошибки. Отчет подготовлен полно и детально, все выводы и рекомендации обоснованы.

4 (хорошо, 80-89%): Реализация большинства задач миссии, успешное выполнение полетных задач с небольшими отклонениями. Хорошее управление БВС, небольшие ошибки. Отчет подготовлен хорошо, но не все выводы и рекомендации детализированы.

3 (удовлетворительно, 60-79%): Частичное выполнение плана миссии, значительные отклонения или ошибки при выполнении задач. Управление БВС с заметными ошибками. Отчет содержит основные данные, но есть недочеты в выводах и рекомендациях.

2 (неудовлетворительно, 40-59%): Серьезные ошибки при выполнении миссии, большинство задач не выполнены. Серьезные ошибки в управлении БВС. Отчет неполный, содержит много недочетов и ошибок.

1 (плохо, менее 40%): Задание не выполнено, миссия не реализована или выполнена с критическими ошибками. Управление БВС не продемонстрировано. Отчет отсутствует или содержит серьезные ошибки.

Название кейса/задания/проекта	Управление и пилотирование БВС
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/задания/проекта	Обучающимся необходимо продемонстрировать навыки управления и пилотирования БВС. В рамках задания обучающиеся должны: Разработать и реализовать план полетной миссии, включающий взлет, выполнение полетных задач и посадку. Выполнить полетную миссию на симуляторе и/или реальном БВС. Продемонстрировать навыки управления БВС в различных режимах и условиях. Подготовить отчет с описанием выполненной миссии, возникших проблем и способов их решения.
Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом.	Площадка и условия выполнения полета: Полетная площадка представляет собой открытую территорию с размеченными зонами для взлета, посадки и выполнения различных маневров. Условия полета включают контроль погоды, обеспечение безопасности полетов и наличие необходимых разрешений. Площадка оборудована для тестирования различных сценариев полета, включая преодоление препятствий и выполнение задач в реальных условиях. В процессе выполнения задания обучающиеся работают с беспилотными авиационными системами (БВС), включающими следующие компоненты: Контроллеры полета для управления и стабилизации. Микроконтроллеры и одноплатные ПК для обработки данных и управления. Навигационные системы (GPS, гироскопы, акселерометры) для определения положения и состояния БВС. Системы связи для передачи данных между БВС и наземной станцией. Дополнительное оборудование, такое как камеры или грузовые модули.

<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 планирования миссий (например, Mission Planner, QGroundControl). Симуляторы полетов для предварительной отработки миссий /реальные БВС для выполнения полетных задач, рабочие станции с установленным ПО для мониторинга и связи. Набор инструментов для настройки БВС.</p>
<p>Перечень программного обеспечения, языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Программное обеспечение для планирования и мониторинга миссий: Mission Planner, QGroundControl. Симуляторы полетов</p>
<p>Описание критериев оценки и диапазон значений</p>	<p>Система оценивания: зачет/незачет. Оценка «зачтено» присваивается при получении 3–5 баллов. Оценка «не зачтено» присваивается при получении 2 баллов. Оценка производится по 5-балльной шкале: 5 (отлично, 90-100%): Полная и точная реализация плана миссии, успешное выполнение всех полетных задач. Уверенное управление БВС в различных условиях, минимальные ошибки. Отчет подготовлен полно и детально, все выводы и рекомендации обоснованы. 4 (хорошо, 80-89%): Реализация большинства задач миссии, успешное выполнение полетных задач с небольшими отклонениями. Хорошее управление БВС, небольшие ошибки. Отчет подготовлен хорошо, но не все выводы и рекомендации детализированы. 3 (удовлетворительно, 60-79%): Частичное выполнение плана миссии, значительные отклонения или ошибки при выполнении задач. Управление БВС с заметными ошибками. Отчет содержит основные данные, но есть недочеты в выводах и рекомендациях. 2 (неудовлетворительно, 40-59%): Серьезные ошибки при выполнении миссии, большинство задач не выполнены. Серьезные ошибки в управлении БВС. Отчет неполный, содержит много недочетов и ошибок. 1 (плохо, менее 40%): Задание не выполнено, миссия не реализована или выполнена с критическими ошибками. Управление БВС не продемонстрировано. 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);

Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8
ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова»

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

Зачет полетных задач. 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 в виде зачета полетных задач. Зачет состоит из результатов решения конкретных практических задач:

Выполнение базовых маневров.

Программирование сложных маневров.

Смешанная отработка задач на симуляторе и реальном БАС.

В ходе работы над проектом обучающиеся работают с беспилотными авиационными системами (БВС), включающими основные компоненты, такие как контроллеры полета, микроконтроллеры и одноплатные ПК (например, Orange Pi, Репка Pi и подобные), навигационные системы (GPS, гироскопы, акселерометры), системы автопилота, двигатели и винты, системы светосигнализации, датчики и камеры. Основное внимание уделяется управлению, программированию, тестированию и выполнению полетных миссий на БВС.

Обучающиеся будут работать с площадками, оборудованными для взлета, посадки и выполнения полетных задач. Площадка должна включать:

Полосу для взлета и посадки, с ровным и прочным покрытием.

Оборудование для создания различных погодных условий и/или препятствий.

Марки

ровку для выполнения полетных заданий по траекториям и в ограниченном пространстве.

Зоны безопасности и экстренной посадки.

Компоненты, используемые в проекте:

БАС: мультироторные системы, самолетного типа.

Контроллеры полета: для стабилизации и управления полетом.

Микроконтроллеры и одноплатные ПК: МIK32, Orange Pi, Репка Pi.

Навигационные системы: GPS, гироскопы, акселерометры.

Двигатели и винты: различные типы для обеспечения движения.

Системы светосигнализации и навесное оборудование: камеры, датчики, сервоприводы.

Функциональное оборудование: элементы для выполнения конкретных задач, такие как грузовые подвесы, системы мониторинга.

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

Название кейса/задания/проекта	Зачет полетных задач
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/задания/проекта	Демонстрация проводится в виде зачета полетных задач. Зачет состоит из результатов решения конкретных практических задач: Практическая задача №1: Выполнение базовых маневров. Практическая задача №2: Программирование сложных маневров. Практическая задача №3: Смешанная отработка задач на симуляторе и реальном БАС
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 (БВС), включающими основные компоненты, такие как контроллеры полета, микроконтроллеры и одноплатные ПК (например, Orange Pi, Репка Pi и подобные), навигационные системы (GPS, гироскопы, акселерометры), системы автопилота, двигатели и винты, системы светосигнализации, датчики и камеры. Основное внимание уделяется управлению, программированию, тестированию и выполнению полетных миссий на БВС. Обучающиеся будут работать с площадками, оборудованными для взлета, посадки и выполнения полетных задач. Площадка должна включать: Полосу для взлета и посадки, с ровным и прочным покрытием. Оборудование для создания различных погодных условий и/или препятствий. Маркировку для выполнения полетных заданий по траекториям и в ограниченном пространстве. Зоны безопасности и экстренной посадки. Компоненты, используемые в проекте: БАС: мультироторные системы, самолетного типа. Контроллеры полета: для стабилизации и управления полетом. Микроконтроллеры и одноплатные ПК: МIK32, Orange Pi, Репка Pi.

<p><i>В случае, если предмет 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 предмет итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</i></p>	<p>Навигационные системы: GPS, гироскопы, акселерометры. Двигатели и винты: различные типы для обеспечения движения. Системы светосигнализации и навесное оборудование: камеры, датчики, сервоприводы. Функциональное оборудование: элементы для выполнения конкретных задач, такие как грузовые подвесы, системы мониторинга.</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, мультиметры. Материалы: техническая документация по системам БАС. Оборудование: лаборатория для тестирования и полетов, 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 + Platform IO, Eclipse, симуляторы полетов, MounRiver Studio, Missio Planner, QGroundControl. Библиотеки и фреймворки: Arduino библиотеки, CMSIS, HAL.</p>
<p>Описание критериев оценки и диапазон значений</p>	<p>Оценивание работы осуществляется с использованием 4-балльной шкалы. Критерии оценивания: 1) полнота представления в ходе зачета результатов выполнения профессиональных задач; 2) соответствие представленных в ходе зачета результатов выполнения профессиональных задач требованиям и условиям задания; 3) соблюдение норм и правил безопасности при использовании БВС. Диапазон значений: Оценка «5 (отлично)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены полностью и в полном соответствии со всеми требованиями и условиями, соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС. 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), в целом, соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС. 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) и/или не соблюдены отдельные нормы и правила безопасности при использовании БВС. Оценка «2 (неудовлетворительно)» - результаты выполнения профессиональных задач полностью не соответствуют составу, требованиям и условиям, не соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС.</p>

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

Оценивание работы осуществляется с использованием 4-балльной шкалы.

Критерии оценивания:

- 1) полнота представления в ходе зачета результатов выполнения профессиональных задач;
- 2) соответствие представленных в ходе зачета результатов выполнения профессиональных задач требованиям и условиям задания;
- 3) соблюдение норм и правил безопасности при использовании БВС.

Оценка «5 (отлично)» - результаты выполнения профессиональных задач представлены полностью и в полном соответствии со всеми требованиями и условиями, соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС.

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), в целом, соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС.

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) и/или не соблюдены отдельные нормы и правила безопасности при использовании БВС

Оценка «2 (неудовлетворительно)» - результаты выполнения профессиональных задач полностью не соответствуют составу, требованиям и условиям, не соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС

- 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.

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

Кейт Анастасия Сергеевна

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, инженер по специальности Автоматизация технологических процессов и производств, 2010

ООО ЭЦ "Социология и аналитика", системный аналитик, 4 года

Управление требованиями и конструкторской документацией для разработки БАС, 3 года

Ерохин Виталий Александрович

Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), специалист по направлению «Самолето- и вертолетостроение», 2023

ООО IT, специалист по Data Science, преподаватель ДПО, 1 год

Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, 3 года

Шумаков Максим Витальевич

Запорожский государственный университет, специальность "Прикладная математика", 1998

ООО IT, разработчик, преподаватель ДПО, 3 года

Программирование ПО для БАС, программирование микроконтроллеров, программируемые полеты, 2 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.	Ерохин Виталий Александрович	Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), 2023, специалист по направлению «Самолето- и вертолетостроение»,	IT, специалист по Data Science, преподаватель ДПО, 1 год	Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, 3 года	Получено
1.2.	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
1.3.	Новоселов Илья Викторович	ФГБОУ ВО Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2021, бакалавр по направлению подготовки Лингвистика	IT, Системный аналитик по направлению БАС, 2 года	Разработка симулятора беспилотных авиационных систем IT БАС, разработка программно-аппаратного комплекса ИМБАС с использованием технологии импульсных нейронных сетей	Получено
2 Реализация блока практической подготовки					
2.1.	Цыдыпов Булат Содномович	ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2015, Ученый агроном	ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, 6 лет	2 года, Эксплуатация сельскохозяйственных Дронов DJI Agras T20. Обработка полей гербицидами и инсектицидами. Обучение студентов. Эксплуатация дрона DJI Mavic 3 M для точного земледелия. Вместе со сту	Получено
2.2.	Чирипов Амгалан Вадимович	ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, 2019, Агрономия	ФГБОУ ВО Бурятская ГСХА им. В.Р. Филиппова, ассистент, 3 года	2 года	Получено
2.3.	Цыденов Баир Баясхаланович	ФГБОУ БГУ им. Доржи Банзарова, 2021, География	IT, Должность, 2 года	Участие в разработке ПО для БАС	Получено
3 Реализация итоговой аттестации (в том числе с указанием действующих специалистов в профильной сфере БАС)					
3.1.	Ерохин Виталий Александрович	Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), 2023, специалист по направлению «Самолето- и вертолетостроение»,	IT, специалист по Data Science, преподаватель ДПО, 1 год	Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, 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, Самолето-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.	Кейт Анастасия Сергеевна	Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2010, инженер по специальности Автоматизация технологических процессов и производств	ООО ЭЦ "Социология и аналитика", системный аналитик, 4 года	Управление требования и конструкторской документации для разработки БАС, 3 года	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: обучение строится с применением технологий электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, отработки 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> <ol style="list-style-type: none"> «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 30.01.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.04.2024). 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. Громова Е. А. Правовые аспекты регистрации и использования беспилотных летательных аппаратов в России и за рубежом // Право и экономика. – 2019. – № 7. – С. 56-60. Международное регулирование деятельности в области гражданской авиации Российской Федерации: коллективная монография / [Бойко Н. С. Тамьярова М. В., Альбинов И. Р. и др.]; научный редактор Н. С. Бойко; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет». - Ульяновск: УлГТУ, 2023. - 154 с.: ил.; 21 см.; ISBN 978-5-9795-2288-3. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 191 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10061-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541222 (дата обращения: 09.07.2024). Левашова А.А. БВС: технологии связи и управления В сборнике: Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей X Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и студентов с международным участием. Пенза, 2024. С. 178-181. Василихин С.А., Опабера К.Ф., Ванин В.Н. Обеспечение безопасности использования беспилотных летательных аппаратов в условиях эксплуатации // Вестник науки. 2023. №11 (68). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-bezopasnosti-ispolzovaniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-usloviyah-ekspluatatsii (дата обращения: 09.07.2024). Муратова А. Сравнительный анализ рынка беспилотных воздушных судов в России и Китае // Скиф. 2023. №11 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rynka-bespilotnyh-vozdushnyh-sudov-v-rossii-i-kitae (дата обращения: 09.07.2024). Шаров В.Д., Елисеев Б.П., Поляков П.М. Об управлении безопасностью полетов при эксплуатации беспилотных авиационных систем // Научный вестник МГТУ ГА. 2021. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-upravlenii-bezopasnostyu-poletov-pri-ekspluatatsii-bespilotnyh-aviatsionnyh-sistem (дата обращения: 09.07.2024).
Блок практической подготовки	
Модуль 2	
Модуль 2	
<p>Методы: модульное, контекстное, проблемное, практико-ориентированное обучение</p> <p>Формы: практические занятия.</p> <p>Технологии: обучение строится с применением технологий электронного обучения, отработки 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> <ol style="list-style-type: none"> «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 30.01.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.04.2024). 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. Громова Е. А. Правовые аспекты регистрации и использования беспилотных летательных аппаратов в России и за рубежом // Право и экономика. – 2019. – № 7. – С. 56-60. Международное регулирование деятельности в области гражданской авиации Российской Федерации: коллективная монография / [Бойко Н. С. Тамьярова М. В., Альбинов И. Р. и др.]; научный редактор Н. С. Бойко; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный технический университет». - Ульяновск: УлГТУ, 2023. - 154 с.: ил.; 21 см.; ISBN 978-5-9795-2288-3. Погорелов, В. И. Беспилотные летательные аппараты: нагрузки и нагрев: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Погорелов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 191 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10061-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541222 (дата обращения: 09.07.2024). Левашова А.А. БВС: технологии связи и управления В сборнике: Инновации технических решений в машиностроении и транспорте. Сборник статей X Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и студентов с международным участием. Пенза, 2024. С. 178-181. Василихин С.А., Опабера К.Ф., Ванин В.Н. Обеспечение безопасности использования беспилотных летательных аппаратов в условиях эксплуатации // Вестник науки. 2023. №11 (68). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-bezopasnosti-ispolzovaniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-v-usloviyah-ekspluatatsii (дата обращения: 09.07.2024). Муратова А. Сравнительный анализ рынка беспилотных воздушных судов в России и Китае // Скиф. 2023. №11 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-rynka-bespilotnyh-vozdushnyh-sudov-v-rossii-i-kitae (дата обращения: 09.07.2024). Шаров В.Д., Елисеев Б.П., Поляков П.М. Об управлении безопасностью полетов при эксплуатации беспилотных авиационных систем // Научный вестник МГТУ ГА. 2021. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ob-upravlenii-bezopasnostyu-poletov-pri-ekspluatatsii-bespilotnyh-aviatsionnyh-sistem (дата обращения: 09.07.2024).

Информационное сопровождение образовательной программы	
Электронные образовательные ресурсы	Электронные информационные ресурсы
Образовательный теоретический блок	
Модуль 1	
Модуль 1	

<p>Платформа для реализации образовательной программы в области разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем, с возможностью контроля цифрового следа обучающихся (входит в реестр российского ПО: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663948 Симулятор полетов, сборочных и ремонтных процессов, эксплуатации дронов квадрокоптерного и самолетного типа при разных погодных условиях</p> <p>При реализации модуля используются электронные информационные ресурсы собственного производства (записанные образовательные видеоматериалы).</p> <p>Matrice 200 Series V2 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dji.com/downloads/products/matrice-200-series-v2 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Pix4D Documentation – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://support.pix4d.com/hc/en-us/categories/200300675-Pix4DCapture (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino.NPM – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://npmjs.com/package/Arduino (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino API – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/arduino/iot-client-js (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Теория и практика БПЛА, или как я учился в Школе дронов МАИ – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/first/articles/705836/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Программирование дронов (курс) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://coursehunter.net/course/programmirovanie-dronov?lesson=5 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как устроен дрон? (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iot.ru/gadzhety/kak-ustroen-dron (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как работают дроны – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-chto-predstavlyaet-iz-sebya-tekhnologiya-dronov/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Устройство дрона: обзор для новичков – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dji-blog.ru/novichkam/ustrojstvo-drona-obzor-dlja-novichkov.html (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Дрон для любителя: устройство и принципы программирования (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/491770/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Передача данных с адаптивным кодированием между квадрокоптерами и в формации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/peredach (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Интернет вещей (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/149593/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Искусственный интеллект в дронах – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hashdork.com/ru/искусственный-интеллект-в-дронах/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (курс степик) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stepik.org/course/85417/promo (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Использование дронов для мониторинга пожароопасных районов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://4vision.ru/articles/ispolzovanie-dronov-dlya-monitoringa-pozharoопасnykh-rayonov.html/ (дата обращения: 17.01.2022).</p> <p>БПЛА для лесного хозяйства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://brlab.ru/scopes/lesnoe-khozyaystvo/ (дата обращения: 17.01.2022).</p>	<p>Платформа для реализации образовательной программы в области разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем, с возможностью контроля цифрового следа обучающихся (входит в реестр российского ПО: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663948 Симулятор полетов, сборочных и ремонтных процессов, эксплуатации дронов квадрокоптерного и самолетного типа при разных погодных условиях</p> <p>При реализации модуля используются электронные информационные ресурсы собственного производства (записанные образовательные видеоматериалы).</p> <p>Matrice 200 Series V2 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dji.com/downloads/products/matrice-200-series-v2 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Pix4D Documentation – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://support.pix4d.com/hc/en-us/categories/200300675-Pix4DCapture (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino.NPM – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://npmjs.com/package/Arduino (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino API – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/arduino/iot-client-js (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Теория и практика БПЛА, или как я учился в Школе дронов МАИ – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/first/articles/705836/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Программирование дронов (курс) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://coursehunter.net/course/programmirovanie-dronov?lesson=5 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как устроен дрон? (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iot.ru/gadzhety/kak-ustroen-dron (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как работают дроны – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-chto-predstavlyaet-iz-sebya-tekhnologiya-dronov/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Устройство дрона: обзор для новичков – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dji-blog.ru/novichkam/ustrojstvo-drona-obzor-dlja-novichkov.html (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Дрон для любителя: устройство и принципы программирования (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/491770/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Передача данных с адаптивным кодированием между квадрокоптерами и в формации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/peredach (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Интернет вещей (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/149593/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Искусственный интеллект в дронах – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hashdork.com/ru/искусственный-интеллект-в-дронах/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (курс степик) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stepik.org/course/85417/promo (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Использование дронов для мониторинга пожароопасных районов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://4vision.ru/articles/ispolzovanie-dronov-dlya-monitoringa-pozharoопасnykh-rayonov.html/ (дата обращения: 17.01.2022).</p> <p>БПЛА для лесного хозяйства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://brlab.ru/scopes/lesnoe-khozyaystvo/ (дата обращения: 17.01.2022).</p>
<p>Блок практической подготовки</p> <p>Модуль 2</p> <p>Модуль 2</p>	

<p>Платформа для реализации образовательной программы в области разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем, с возможностью контроля цифрового следа обучающихся (входит в реестр российского ПО: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663948 Симулятор полетов, сборочных и ремонтных процессов, эксплуатации дронов квадрокоптерного и самолетного типа при разных погодных условиях</p> <p>При реализации модуля используются электронные информационные ресурсы собственного производства (записанные образовательные видеоматериалы).</p> <p>Matrice 200 Series V2 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dji.com/downloads/products/matrice-200-series-v2 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Pix4D Documentation – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://support.pix4d.com/hc/en-us/categories/200300675-Pix4Dcapture (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino.NPM – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://npmjs.com/package/Arduino (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino API – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/arduino/iot-client-js (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Теория и практика БПЛА, или как я учился в Школе дронов МАИ – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/first/articles/705836/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Программирование дронов (курс) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://coursehunter.net/course/programmirovanie-dronov?lesson=5 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как устроен дрон? (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iot.ru/gadzhety/kak-ustroen-dron (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как работают дроны – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-cto-predstavlyaet-iz-sebja-tekhnologiya-dronov/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Устройство дрона: обзор для новичков – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dji-blog.ru/novichkam/ustrojstvo-drona-obzor-dlja-novichkov.html (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Дрон для любителя: устройство и принципы программирования (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/491770/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Передача данных с адаптивным кодированием между квадрокоптерами и в формации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/peredach (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Интернет вещей (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/149593/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Искусственный интеллект в дронах – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hashdork.com/ru/искусственный-интеллект-в-дронах/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (курс степик) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stepik.org/course/85417/promo (Дата обращения 15.02.2024).</p>	<p>Платформа для реализации образовательной программы в области разработки, производства и эксплуатации беспилотных авиационных систем, с возможностью контроля цифрового следа обучающихся (входит в реестр российского ПО: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022663948 Симулятор полетов, сборочных и ремонтных процессов, эксплуатации дронов квадрокоптерного и самолетного типа при разных погодных условиях</p> <p>При реализации модуля используются электронные информационные ресурсы собственного производства (записанные образовательные видеоматериалы).</p> <p>Matrice 200 Series V2 – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.dji.com/downloads/products/matrice-200-series-v2 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Pix4D Documentation – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://support.pix4d.com/hc/en-us/categories/200300675-Pix4Dcapture (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino.NPM – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://npmjs.com/package/Arduino (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Arduino API – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/arduino/iot-client-js (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Теория и практика БПЛА, или как я учился в Школе дронов МАИ – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/first/articles/705836/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Программирование дронов (курс) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://coursehunter.net/course/programmirovanie-dronov?lesson=5 (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как устроен дрон? (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iot.ru/gadzhety/kak-ustroen-dron (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Как работают дроны – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-cto-predstavlyaet-iz-sebja-tekhnologiya-dronov/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Устройство дрона: обзор для новичков – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dji-blog.ru/novichkam/ustrojstvo-drona-obzor-dlja-novichkov.html (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Дрон для любителя: устройство и принципы программирования (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/491770/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Передача данных с адаптивным кодированием между квадрокоптерами и в формации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/peredach (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Интернет вещей (статья) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/149593/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Искусственный интеллект в дронах – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hashdork.com/ru/искусственный-интеллект-в-дронах/ (Дата обращения 15.02.2024).</p> <p>Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (курс степик) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://stepik.org/course/85417/promo (Дата обращения 15.02.2024).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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.	<p>Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. 8, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», аудитории №517 (54 м2), №518 (37 м2), №338 (37 м2)</p>	<p>Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. 8, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», аудитории №517 (54 м2), №518 (37 м2), №338 (37 м2)</p>	<p>Стол и стулья для обучаемых, широкополосное подключение к интернету.</p> <p>БВС мультироторные, массой до 30 кг: DJI Mavic 3, DJI Phantom 4, Autel Nano, Autel Evo Pro Plus БВС мультироторные, массой до 30 кг: Геоскан Пионер в кол-ве 15 штук Все БВС укомплектованы АКБ, пультами управления.</p> <p>Компьютерные аудитории оснащены ПК с предустановленным программным обеспечением для настройки БВС и наземной станции (QGroundControl, Mission Planner), ПО для создания ортопланоф OpenDroneMap, ЦФС PHOTOMOD Lite и другим ПО для БАС.</p> <p>Подробнее оснащение площадки см. в Приложении №2 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p> <p>А также оборудование, поставленное Базовой организацией: БВС мультироторное, массой до 30 кг: DJI Mavic 3 pro Инструменты для сборки/разборки БВС: набор инструментов с трещоткой 1/4", набор пассатижей и плоскогубцев, набор отверток для точных работ — 5 комплектов Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (мультиметры): Мультиметр UNI-T UT33D+ с функцией прозвонки цепи — 5 штук Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (лабораторный блок питания): Лабораторный блок питания Wanptek TPS3010 — 1 штука Паяльное оборудование: Комплект из: паяльная станция с феном и паяльником Sumsour 8898 (750 Вт), держатель универсальный «третья рука», флюс, припой — 5 комплектов 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. Тренажеры для проведения учебно-тренировочных полётов в симуляторе «IT Мир».</p> <p>Подробнее см. в Приложении №3 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p>
3.	Реализация итоговой аттестации		

3.1.	Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. 8, ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова», аудитории №517 (54 м2), №518 (37 м2), №338 (37 м2)	Договор о сетевой форме реализации образовательных программ	<p>Стол и стулья для обучаемых, широкополосное подключение к интернету.</p> <p>БВС мультироторные, массой до 30 кг: DJI Mavic 3, DJI Phantom 4, Autel Nano, Autel Evo Pro Plus БВС мультироторные, массой до 30 кг: Геоскан Пионер в кол-ве 15 штук Все БВС укомплектованы АКБ, пультами управления.</p> <p>Компьютерные аудитории оснащены ПК с предустановленным программным обеспечением для настройки БВС и наземной станции (QGroundControl, Mission Planner), ПО для создания ортопланоф OpenDroneMap, ЦФС PHOTOMOD Lite и другим ПО для БАС.</p> <p>Подробнее оснащение площадки см. в Приложении №2 к Договору о сетевой форме реализации программ.</p> <p>А также оборудование, поставленное Базовой организацией: БВС мультироторное, массой до 30 кг: DJI mavic 3 pro Инструменты для сборки/разборки БВС: набор инструментов с трещоткой 1/4", набор пассатижей и плоскогубцев, набор отверток для точных работ — 5 комплектов Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (мультиметры): Мультиметр UNI-T UT33D+ с функцией прозвонки цепи — 5 штук Инструменты для диагностики/дефектовки БВС (лабораторный блок питания): Лабораторный блок питания Wanptek TPS3010 — 1 штука Паяльное оборудование: Комплект из: паяльная станция с феном и паяльником Sumsour 8898 (750 Вт), держатель универсальный «третья рука», флюс, припой — 5 комплектов 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. Тренажеры для проведения учебно-тренировочных полётов в симуляторе «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	Мониторинг лесных территорий с применением мультироторного типа БВС (Республика Бурятия)	ФГОС СПО 25.02.08 Эксплуатация беспилотных авиационных систем (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2016 г. № 1549). Профессиональный стандарт 17.071 Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее
2	Сфера БАС (разработка, производство, эксплуатация)	Эксплуатация БАС	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-16, ПК-17 (подробное описание каждой компетенции указано в разделе "Планируемые результаты обучения")

3	Необходимые компетенции	<p>1.способен осуществлять дистанционное пилотирование и контроль параметров полета беспилотного воздушного судна;</p> <p>2.способен распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов;</p> <p>3.способен осуществлять проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее;</p> <p>4.способен к обнаружению лесных пожаров с помощью БВС;</p> <p>5.способен к установлению мест рубок лесных насаждений, обмеру их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка);</p> <p>6.способен к обследованию термоточек в труднодоступных местах с помощью БВС;</p> <p>7.способен к контролю и обмеру площадей под лесовосстановление, обмеру площади лесного пожара;</p> <p>8.способен обрабатывать и проводить анализ данных, полученных с помощью БВС;</p> <p>9.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>Необходимые компетенции:</p> <p>ПК-1: способен осуществлять дистанционное пилотирование и контроль параметров полета беспилотного воздушного судна. Модуль 1: Тема 2.3. ПО планирования миссий. Согласование проведения полетов и полетные зоны. Тема 2.4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС. Модуль 2: Тема 2.1. Базовая техника пилотирования БВС Тема 2.2. FPV пилотирование.</p> <p>ПК-2: способен распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов. Модуль 1: Тема 2.4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС.</p> <p>ПК-3: способен осуществлять проверку и обслуживание взлетно-посадочных устройств беспилотной авиационной системы, включающей в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее Модуль 1: Тема 3.4. Ремонт БАС, проверка и обслуживание взлетно-посадочных устройств</p> <p>ПК-4: способен к обнаружению лесных пожаров с помощью БВС Модуль 1: Тема 4.1 БАС в лесном хозяйстве Тема 4.3 Алгоритмы автономного пилотирования Тема 4.4 Отраслевые решения БАС Модуль 2: Тема 2.1 Базовая техника пилотирования</p> <p>ПК-5: способен к установлению мест рубок лесных насаждений, обмеру их площади, фиксации геолокации (координат поворотных точек участка). Модуль 1: Тема 4.1 БАС в лесном хозяйстве Тема 4.3 Алгоритмы автономного пилотирования Тема 4.4 Отраслевые решения БАС Модуль 2: Тема 2.1 Базовая техника пилотирования</p> <p>ПК-6: способен к обследованию термоточек в труднодоступных местах с помощью БВС Модуль 1: Тема 4.1 БАС в лесном хозяйстве</p> <p>ПК-7: способен к контролю и обмеру площадей под лесовосстановление, обмеру площади лесного пожара Модуль 1: Тема 4.1 БАС в лесном хозяйстве Тема 4.3 Алгоритмы автономного пилотирования Тема 4.4 Отраслевые решения БАС Модуль 2: Тема 2.1 Базовая техника пилотирования</p> <p>ПК-8: способен обрабатывать и проводить анализ данных, полученных с помощью БВС. Модуль 1: Тема 4.1 БАС в лесном хозяйстве Тема 4.3 Алгоритмы автономного пилотирования Тема 4.4. Отраслевые решения БАС Модуль 2: Тема 2.7. Популярные кейсы БАС</p> <p>ПК-9: 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) Модуль 1: Тема 2.3. ПО планирования миссий. Согласование проведения полетов и полетные зоны. Тема 2.4. Инфраструктура БАС и организация работы с БВС. Модуль 2: Тема 2.1. Базовая техника пилотирования БВС Тема 2.2. FPV пилотирование Тема 2.5. Разработка полетных миссий</p>
4	Типы БВС, их систем и элементов, работу с которыми предполагают функциональные задачи специалиста	DJI mavic 3 pro	Модуль 1: 1.3, 1.4, 2.1-2.4, 3.1-3.4, 4.1-4.4. Модуль 2: 2.1-2.7 Тип БВС: мультироторный, массой до 30 кг. - инструменты для сборки/разборки/дефектовки БВС: наборы ручного инструмента для сборки/разборки БВС, мультиметр для диагностики и дефектовки электрических и электронных компонентов БАС; - паяльное оборудование: паяльная станция с феном и регулировкой температуры, флюс, припой;

5	Виды программного обеспечения, оборудования или инструментов, необходимые для выполнения функциональных задач	<ul style="list-style-type: none"> -инструменты для сборки/разборки/дефектовки БВС; -паяльное оборудование; -программное обеспечение для настройки БВС и наземной станции; -тренажёры для проведения учебно-тренировочных полётов, -стенды для проведения технического обслуживания и ремонта. 	<p>Модуль 1: 1.3, 2.1-2.4, 4.1-4.4. Модуль 2: 2.1-2.5 - ПО для настройки БВС и наземной станции: ПО Mission Planner и QGround Control, аналоги ПО от производителей БВС (например, Geoscan Planner); - ПО для обработки аэрофотоснимков и фотограмметрии: ПО OpenDroneMap, аналог Agisoft Metashape, DJI Terra, Pix4D; - ПО для моделирования и слайсинга для 3D-печати: ПО Blender, Cura; - ПО для разработки: Arduino IDE, VS Code, PlatformIO</p>
6	Специфичные (уникальные) знания, умения, навыки		