

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор Общества
с ограниченной ответственностью «IT»



_____ (В.В. Кармаза)

_____ 2024г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Разработка ПО БАС»

Москва 2024 г.

Аннотация образовательной программы для размещения на платформе гибких образовательных траекторий.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Разработка ПО БАС» предназначена для изучения сферы беспилотных авиационных систем в части разработки необходимого программного обеспечения.

Целевая аудитория программы – граждане, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование, интересующиеся сферой беспилотных авиационных систем и планирующие свою профессиональную деятельность в области разработки программного обеспечения БАС.

Слушатели программы узнают об особенностях разработки программного обеспечения БАС, включая знакомство с визуальными языками программирования и средами разработки ПО, с алгоритмами и особенностями управления БАС, с возможностями применения искусственного интеллекта в БАС.

Обучающиеся осваивают умения и навыки, необходимые для разработки ПО БАС, включая: осуществление полета на БАС; установку, подключение и интеграцию навесного оборудования в систему управления БАС; разработку и интеграцию алгоритмов программируемого полета; применение PID-регуляторов для управления БАС, их программирование и калибровку; программирование алгоритмов автопилота.

В результате обучения у слушателей будут сформированы профессиональные компетенции:

- 1) способен осуществлять разработку и отладку программного кода на высокоуровневом языке программирования;
- 2) способен осуществлять разработку и тестирование программного обеспечения для микроконтроллеров, ПЛИС, вычислителей;
- 3) способен разрабатывать программное обеспечение для управления БПЛА, в том числе для контроллеров и систем связи БАС;
- 4) способен разрабатывать графический интерфейс пользователя;
- 5) способен программировать автоматический полёт и бортовой вычислитель БАС;
- 6) способен разрабатывать протоколы передачи данных между устройствами;
- 7) способен осуществлять тестирование программного кода и выявлять ошибки в коде;
- 8) способен осуществлять отладку разработанных изделий и формировать рекомендации разработчикам аппаратуры;
- 9) способен оформлять техническую документацию для осуществления полета;
- 10) способен разрабатывать программную и эксплуатационную программную документацию для программного обеспечения;
- 11) 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);
- 12) способен осуществлять проектную деятельность в области применения ИИ в беспилотных авиационных системах.

Для обучения по данной программе не предъявляются специальные требования к квалификации слушателей. Программа рекомендована гражданам, планирующим заниматься профессиональной деятельностью в области разработки программного обеспечения беспилотных авиационных систем и обеспечивать эффективное решение ряда задач в смежных вопросах (обоснование новых ИТ-решений и выбора современного стека технологий для разработки программных систем и комплексов, необходимых отрасли).

В результате обучения слушатели получают объем теоре

тических знаний и практических умений, необходимый для реализации профессиональных действий, связанных с разработкой ПО БАС, включая востребованные вопросы применения искусственного интеллекта, обеспечения программируемых полетов БАС и рефакторинга.

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 «Разработка ПО БАС» обусловлена необходимостью подготовки достаточного количества квалифицированных специалистов в рамках реализации федерального проекта «Кадры для беспилотных авиационных систем». Согласно данным анализа кадровой потребности отрасли беспилотной авиации «...более 30% (востребованных) кадров приходится на разработчиков, технологов и профильных программистов» (Перспективные направления деятельности и подготовки кадров в сфере беспилотной авиации и космических систем / Результаты мониторинга информации о тенденциях развития высшего образования в мире и в России. Научно-исследовательский институт развития образования. Выпуск 14. Москва ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова». – 2023. 250 с. С. 39). Современный рынок программного обеспечения для беспилотных авиационных систем только формируется. Требуются специалисты, имеющие опыт работы по созданию специализированного программного обеспечения, решений с применением искусственного интеллект

а, алгоритмов машинного обучения, математического моделирования.

Этап разработки отечественных БАС является первым этапом в полном цикле «разработка – производство – эксплуатация». Программирование БАС позволяет решать задачи по управлению комплексом беспилотных воздушных судов в режиме реального времени (автоматизированные полеты), обработку данных и обучение пилота. Следовательно, программное обеспечение для БАС должно отвечать жёстким требованиям, позволяющим реализовать такой формат работы.

Оснащенность БАС качественным программным обеспечением позволяет существенно упростить их применение, снизить вероятность ошибок пилотирования и повысить качество решаемых задач. Разработка программного обеспечения для БАС предполагает разработку функциональных требований, кодирование с использованием проверенных технологий и стандартов, тестирование программного продукта, что в совокупности обеспечит его высокую производительность. Настоящая образовательная программа направлена на освоение гр

ажданами профессиональных компетенций, которые позволят осуществлять разработку программного обеспечения для БАС на достаточном уровне в соответствии с указанными требованиями.

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)	

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 <p>Нет</p>

1.3. Цель и планируемые результаты освоения курса

Цель образовательной программы Совершенствование профессиональных компетенций или приобретение новых в рамках имеющейся квалификации в сфере разработки программного обеспечения беспилотных авиационных систем

Образовательная программа разработана с учетом профессионального стандарта 06.001 Программист

Образовательная программа профессиональной переподготовки разработана с учётом ФГОС 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 929)

Совершенствуемые и/или формируемые компетенции	Тип компетенции	Планируемые результаты обучения (знать, уметь, владеть - использовать конкретные инструменты)
Способен осуществлять разработку и отладку программного кода на высокоуровневом языке программирования	ПК	Знания Визуальные и интерпретируемые языки программирования, языки программирования C++ и assembler в контексте разработки ПО для БАС. Процесс компиляции, кросскомпиляции. Особенности прошивки устройств на разных языках.
Способен осуществлять разработку и отладку программного кода на высокоуровневом языке программирования	ПК	Умения Разрабатывать программный код с помощью визуальных и интерпретируемых языков программирования Осуществлять программирование взлета БВС с использованием Blockly. Управлять БВС через программный код. Проводить калибровку и настройку БАС. Выполнять полетные задания и работы с системами навигации и управления
Способен осуществлять разработку и отладку программного кода на высокоуровневом языке программирования	ПК	Владение инструментами Навыком работы в библиотеке Blockly
Способен осуществлять разработку и тестирование программного обеспечения для микроконтроллеров, ПЛИС, вычислителей	ПК	Знания Основные комплектующие для БАС. Библиотеки и платформы для программирования в контексте БАС. Особенности ПЛИС.
Способен осуществлять разработку и тестирование программного обеспечения для микроконтроллеров, ПЛИС, вычислителей	ПК	Умения Осуществлять сборку схемы использованием сервопривода, микромотора и мотора, простейшего устройства с мигающим светодиодом. Осуществлять прошивку Arduino и высокопроизводительных систем для БАС (RerkaPi, OrangePi, RaspberryPi), проводить тестирование работ системы. Программировать микроконтроллер МК32 АМУР. Выполнять отладку программного кода.
Способен осуществлять разработку и тестирование программного обеспечения для микроконтроллеров, ПЛИС, вычислителей	ПК	Владение инструментами Навыком работы с контроллерами Eclipse, CubeMX, MounRiver, VSCode+PlatformIO. Навыком установки, настройки и подключения навесного оборудования к БАС. Навыком программирования ПЛИС.
Способен разрабатывать программное обеспечение для управления БПЛА, в том числе для контроллеров и систем связи БАС	ПК	Знания Основные принципы и методы систем управления Особенности PID-регулятора и его применения в системах управления полетом. Основы программирования микроконтроллеров. Особенности прошивки устройств на разных языках.

Способен разрабатывать программное обеспечение для управления БПЛА, в том числе для контроллеров и систем связи БАС	ПК	Умения Осуществлять программирование микроконтроллера для управления БВС и выполнения базовых маневров. Интегрировать навесное оборудование в систему управления БАС и проводить тестовые полеты. Программировать PID-регулятор для управления и стабилизации БВС. Писать программы для управления светосигнализацией, включая мигание и изменение цвета светодиодов; Программировать сервоприводы для выполнения различных движений и манипуляций.
Способен разрабатывать программное обеспечение для управления БПЛА, в том числе для контроллеров и систем связи БАС	ПК	Владение инструментами Навыками прошивки Arduino через виртуальный компьютер. Навыком работы в библиотеках и платформах для программирования (HAL, CMSIS). Навыком работы с высокопроизводительными системами для БАС (RaspberryPi, OrangePi, RaspberryPi). Навыком настройки и калибровки PID-регуляторов для различных режимов полета.
Способен разрабатывать графический интерфейс пользователя	ПК	Знания Основные способы разработка графического интерфейса пользователя
Способен разрабатывать графический интерфейс пользователя	ПК	Умения Осуществлять программирование графического интерфейса пользователя
Способен разрабатывать графический интерфейс пользователя	ПК	Владение инструментами Навыками оптимизации графического интерфейса пользователя
Способен осуществлять тестирование программного кода и выявлять ошибки в коде	ПК	Знания Принципы рефакторинга.
Способен осуществлять тестирование программного кода и выявлять ошибки в коде	ПК	Умения Реализовывать программы на C++ для передачи данных между компьютером и симулятором. Программировать и тестировать алгоритмы для автономного управления БАС.
Способен осуществлять тестирование программного кода и выявлять ошибки в коде	ПК	Владение инструментами Навыком использования методов рефакторинга.
Способен разрабатывать протоколы передачи данных между устройствами	ПК	Знания Основные сетевые протоколы и клиент-серверную архитектуру. Принципы и практики непрерывной интеграции (CI) и непрерывной поставки (CD). Принципы разработки протоколов передачи данных между устройствами.
Способен разрабатывать протоколы передачи данных между устройствами	ПК	Умения Выполнять настройку процесса CI/CD для проекта. Настраивать протокол передачи данных между устройствами.
Способен разрабатывать протоколы передачи данных между устройствами	ПК	Владение инструментами Навыком внедрения и настройки инструментов для CI/CD
Способен программировать автоматический полёт и бортовой вычислитель БАС	ПК	Знания Архитектуры и принципы работы систем автопилота.
Способен программировать автоматический полёт и бортовой вычислитель БАС	ПК	Умения Осуществлять выбор и настройку оборудования для БАС. Осуществлять программирование и управление полетом БАС.
Способен программировать автоматический полёт и бортовой вычислитель БАС	ПК	Владение инструментами Навыком тестирования и оптимизации системы автопилота в различных условиях полета
Способен осуществлять отладку разработанных изделий и формировать рекомендации разработчикам аппаратуры	ПК	Знания Принципы гибкой архитектуры и ее применение в проектах. Принципы KISS и SOLID.
Способен осуществлять отладку разработанных изделий и формировать рекомендации разработчикам аппаратуры	ПК	Умения Осуществлять рефакторинг кода.
Способен осуществлять отладку разработанных изделий и формировать рекомендации разработчикам аппаратуры	ПК	Владение инструментами Навыком анализа кода для выявления областей, требующих улучшения.
Способен оформлять техническую документацию для осуществления полета	ПК	Знания Основы технического документооборота в сфере БАС
Способен оформлять техническую документацию для осуществления полета	ПК	Умения Грамотно и своевременно готовить техническую документацию для осуществления полета БАС

Способен оформлять техническую документацию для осуществления полета	ПК	Владение инструментами Навыками работы с технической документацией для осуществления полета
Способен разрабатывать программную и эксплуатационную программную документацию для программного обеспечения	ПК	Знания Основные концепции и подходы к разработке и поставке ПО
Способен разрабатывать программную и эксплуатационную программную документацию для программного обеспечения	ПК	Умения Разрабатывать программную и эксплуатационную программную документацию для программного обеспечения
Способен разрабатывать программную и эксплуатационную программную документацию для программного обеспечения	ПК	Владение инструментами Навыками чтения и составления программной и эксплуатационной документации для ПО
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 Основные нормативные акты, регламентирующие сферу БАС
Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	ПК	Умения Обеспечивать безопасность в сфере БАС
Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдением требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)	ПК	Владение инструментами Навыками маневрирования полетом в целях соблюдения правил безопасности БАС
Способен осуществлять проектную деятельность в области применения ИИ в беспилотных авиационных системах	ПК	Знания Особенности ИИ-вычислений. Особенности применение БАС в задачах по поиску, мониторингу и доставке грузов. Особенности организации стартапов сфере БАС. Перспективы развития БАС. Возможности использования импульсных нейронных сетей в БАС. Возможности интеллектуальных систем для доставки грузов с использованием БАС.
Способен осуществлять проектную деятельность в области применения ИИ в беспилотных авиационных системах	ПК	Умения Применять ИИ в БАС для поиска и мониторинга. Осуществлять программирование и управление полетом БАС.
Способен осуществлять проектную деятельность в области применения ИИ в беспилотных авиационных системах	ПК	Владение инструментами Навыком разработки бизнес-плана для инновационного проекта в сфере БАС.

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	27	22	19	
Модуль 1	68	27	22	19	
Модуль 1					
Тема 1.1.	1	1	0	0	
Тема 1.1. Введение в БАС					
Тема 1.2.	2	1	1	0	
Тема 1.2. Визуальные языки программирования					
Тема 1.3.	5	1	2	2	
Тема 1.3. Симуляторы БАС					
Тема 1.4.	4	1	1	2	
Тема 1.4. Интерпретируемые языки программирования					

Тема 1.5.	6	3	1	2	
Тема 1.5. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование					
Тема 1.6.	2	1	1	0	
Тема 2.1. Прототипирование систем управления					
Тема 1.7.	4	2	1	1	
Тема 2.2. Комплектующие БАС					
Тема 1.8.	6	2	2	2	
Тема 2.3. Особенности высокопроизводительных систем БАС					
Тема 1.9.	6	2	2	2	
Тема 2.4. МІК32 АМУР и ПЛИС					
Тема 1.10.	2	1	1	0	
Тема 3.1. Обмен данными					
Тема 1.11.	4	1	1	2	
Тема 3.2. Программирование контроллера полета C++					
Тема 1.12.	2	1	1	0	
Тема 3.3. Рефакторинг проектов, KISS и SOLID					
Тема 1.13.	6	2	2	2	
Тема 3.4. CI/CD: непрерывная интеграция и непрерывная поставка					
Тема 1.14.	6	2	2	2	
Тема 4.1. БАС для поиска и мониторинга					
Тема 1.15.	5	2	2	1	
Тема 4.2. БПЛА доставки грузов					
Тема 1.16.	4	2	1	1	
Тема 4.3. Стартапы и акселераторы: инновационные проекты					
Тема 1.17.	2	2	0	0	
Тема 4.4. Перспективы развития БАС и импульсные нейронные сети					
Промежуточная аттестация	1	0	1	0	Тестирование (зачёт\незачёт)
Блок практической подготовки	72	0	72	0	
Модуль 2	72	0	72	0	
Модуль 2					
Тема 2.1.	10	0	10	0	
Тема 5.1. Полет на БАС					
Тема 2.2.	16	0	16	0	
Тема 5.2. Программируемое навесное оборудование					
Тема 2.3.	18	0	18	0	
Тема 5.3. Программируемый полет					
Тема 2.4.	10	0	10	0	
Тема 5.4. PID регуляторы					
Тема 2.5.	12	0	12	0	
Тема 5.5 Автопилот					
Тема 2.6.	4	0	4	0	
Тема 5.6. Гибкая архитектура проекта (Рефакторинг)					
Промежуточная аттестация	2	0	2	0	Практическое задание.

Итоговая аттестация	4	0	4	0	Аттестация проводится в виде презентации портфолио, состоящего из результатов решения конкретных практических задач.
	<p>Характеристика кадрового состава аттестационной комиссии</p> <p>Ерохин Кирилл Сергеевич МИСиС, по специальности «Горное дело», 2019 ООО Альмиа, Data Scientist, 4 года Построение моделей ИИ для автономного управления БАС, 3 года</p> <p>Дорогавцев Андрей Владимирович Российский новый университет, Юриспруденция, 2004 ООО ЭЦ "Социология и аналитика", генеральный директор, 5 лет Построение и трекинг инженерных команд по БАС, 3 года</p> <p>Вишняков Дмитрий Анатольевич СГТУ им. Гагарина Ю.А., бакалавр по направлению Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 2024 ООО Альмира, советник генерального директора по БАС, 1 год Разработка методов производства отдельных компонентов для БВС — 1 год. Эксплуатация БАС, в т.ч. продуктов компаний DJI и Геоскан — 3 года</p> <p>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</p> <p>Третьяков Дмитрий Олегович ХМТПК, СПО, учитель начальных классов, 2020 ООО IT, преподаватель ДПО, 2 года Разработка и сборка БАС с 2022 года, опыт эксплуатации, включая внешнее визуальное пилотирование и программируемые полеты — 4 года</p> <p>Описание места проведения</p> <p>Московская обл., Ленинский г.о., г. Видное, ул. Олимпийская 4 ООО «IT»</p>				
Всего часов	144	27	98	19	

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. Тема 1.1. Введение в БАС	Лекции (1 ч.)	1. Обзор беспилотных авиационных систем: применение и отраслевые особенности. Введение в БАС, где они применяются и их значение в различных отраслях. Оформление технической документации для осуществления полета. 2. Системы управления и автопилотирование БАС. Подробное рассмотрение пультов управления и систем автопилотирования, их роль и функционирование в управлении БАС. Осуществление профессиональной деятельности с учетом обеспечения безопасности в сфере БАС (соблюдение требований нормативных правовых актов, регламентирующих обеспечение правил и норм безопасности в сфере БАС)
	Практические занятия (0 ч.)	
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.2. Тема 1.2. Визуальные языки программирования	Лекции (1 ч.)	Введение в визуальные языки программирования, обзор Blockly.
	Практические занятия (1 ч.)	Программирование взлета БВС с использованием Blockly. Отработка умений и навыков может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	

Тема 1.3. Тема 1.3. Симуляторы БАС	Лекции (1 ч.)	1. Обзор симуляторов БАС: описание 1Т симуляторов, мастерской и существующих решений на рынке. 2. Применение симуляторов для обучения и тестирования БАС: возможности 1Т Симулятора и 1Т Мастерской.
	Практические занятия (2 ч.)	1. В симуляторе: выполнение полета по заданным звездам, управление БВС. 2. В симуляторе: сборка цепочки с мигающим светодиодом на базе Arduino.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	1. Исследование существующих симуляторов БАС: составление сравнительного анализа. 2. Разработка плана собственного проекта с использованием симуляторов и мастерской для тестирования и отладки.
Тема 1.4. Тема 1.4. Интерпретируемые языки программирования	Лекции (1 ч.)	Предназначение интерпретируемых языков программирования (Python, JS, Lua) в контексте БАС. Способы разработки графических интерфейсов пользователя.
	Практические занятия (1 ч.)	Выполнение полета БВС по осям с использованием Python. Управление БВС: подъем в воздух, движение влево, вправо, вперед и назад. Отработка умений и навыков может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	Изучение дополнительных возможностей интерпретируемых языков программирования для управления БАС.
Тема 1.5. Тема 1.5. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование	Лекции (3 ч.)	1. Обзор языка программирования C++ и assembler, их применение в разработке ПО для БАС. 2. Процесс компиляции: преобразование кода на C++ и assembler в машинный код. 3. Кросскомпиляция и особенности прошивки устройств на разных языках (Python, JS), их ограниченное применение для прототипирования.
	Практические занятия (1 ч.)	Управление моторами БВС через код на C++: написание кода на компьютере для управления моторами и выполнение команд. Программирование светодиодов на Arduino с использованием C++. Шесть светодиодов, поочередно мигающих разными цветами. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	1. Изучение дополнительных материалов по системному и аппаратному программированию на C++. 2. Разработка небольшого проекта: написание и тестирование программы на C++ для управления устройством на базе Arduino.
Тема 1.6. Тема 2.1. Прототипирование систем управления	Лекции (1 ч.)	Введение в прототипирование систем управления: основные принципы и методы. Отладка разработанных изделий с целью формирования рекомендаций для разработчиков аппаратуры.
	Практические занятия (1 ч.)	Сборка схемы с использованием сервопривода, Arduino и вращение сервопривода. Прошивка Arduino через виртуальный компьютер. Отработка умений и навыков может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.7. Тема 2.2. Комплектующие БАС	Лекции (2 ч.)	1. Обзор основных комплектующих для БАС: моторы, драйверы, контроллеры скорости, датчики и другие компоненты. 2. Представление отечественных аналогов комплектующих для БАС и их характеристики.
	Практические занятия (1 ч.)	Сборка микромотора и мотора с управлением через микроконтроллер. Отработка умений и навыков может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Изучение дополнительных материалов по комплектующим для БАС и их отечественным аналогам. Подготовка сравнительного анализа.
Тема 1.8. Тема 2.3. Особенности высокопроизводительных систем БАС	Лекции (2 ч.)	1. Обзор высокопроизводительных систем для БАС: RepkaPi, OrangePi, RaspberryPi и другие. 2. Видеокарты и чипы для ИИ-вычислений, особенности программирования RepkaPi и OrangePi.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Прошивка OrangePi, настройка основных параметров. 2. Прошивка RepkaPi, настройка и тестирование работы системы. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	1. Изучение дополнительных материалов по высокопроизводительным системам для БАС и их применению. 2. Подготовка проекта с использованием RepkaPi или OrangePi для выполнения вычислительных задач

Тема 1.9. Тема 2.4. МК32 АМУР и ПЛИС	Лекции (2 ч.)	1. Обзор микроконтроллеров Амур, STM, CH32 и других: основные характеристики и возможности. 2. Библиотеки и платформы для программирования: HAL, CMSIS и другие. Особенности применения HAL и CMSIS в разработке ПО для микроконтроллеров. 3. Обзор программного обеспечения для программирования контроллеров: Eclipse, CubeMX, MounRiver, VSCode+PlatformIO и другие.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Программирование микроконтроллера МК32 АМУР. Сборка и тестирование простейшего устройства с мигающим светодиодом. 2. Разработка и загрузка программы на микроконтроллер для управления БВС. Взлет и выполнение базовых маневров. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	1. Изучение дополнительных материалов по микроконтроллерам МК32 АМУР и их аналогам. Подготовка краткого отчета по особенностям программирования с использованием HAL и CMSIS. 2. Разработка небольшого проекта на базе микроконтроллера МК32 АМУР, включая написание и отладку кода, а также подготовку документации.
Тема 1.10. Тема 3.1. Обмен данными	Лекции (1 ч.)	1. Типы данных в C++: примитивные типы, структуры, классы. Объявление и инициализация переменных. Разработка протоколов передачи данных между устройствами. 2. Основные сетевые протоколы и клиент-серверная архитектура. Пример передачи значений переменных с использованием C++.
	Практические занятия (1 ч.)	Отправка скриншотов с компьютера в симулятор и обратно. Реализация программы на C++ для передачи данных между компьютером и симулятором.
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.11. Тема 3.2. Программирование контроллера полета C++	Лекции (1 ч.)	Программирование контроллера полета: введение в PID-регулятор и его применение в системах управления полетом.
	Практические занятия (1 ч.)	Написание PID-регулятора на C++ для управления и стабилизации БВС. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	Изучение дополнительных материалов по PID-регуляторам и их реализации на C++. Подготовка небольшого проекта с описанием и тестированием PID-регулятора для стабилизации полета БВС.
Тема 1.12. Тема 3.3. Рефакторинг проектов, KISS и SOLID	Лекции (1 ч.)	Обзор принципов рефакторинга: предназначение и применение. Принципы KISS и SOLID в разработке: что они означают и как их применять. Обсуждение сложностей, возникающих в крупных проектах, и способов их преодоления с помощью рефакторинга и применения принципов KISS и SOLID.
	Практические занятия (1 ч.)	Рефакторинг существующего кода на C++ для БАС с применением принципов KISS и SOLID. Анализ и улучшение структуры кода, устранение дублирования и повышение читаемости
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 1.13. Тема 3.4. CI/CD: непрерывная интеграция и непрерывная поставка	Лекции (2 ч.)	1. Введение в DevOps: основные концепции и подходы к разработке и поставке ПО. 2. Принципы и практики непрерывной интеграции (CI) и непрерывной поставки (CD). Как CI/CD помогает разработчикам чаще и надежнее развертывать изменения программного обеспечения.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Настройка процесса CI/CD для проекта: создание и настройка пайплайна для автоматического тестирования и развертывания изменений. 2. Внедрение и настройка инструментов для CI/CD (например, Jenkins, GitLab CI, Travis CI): автоматизация сборки, тестирования и развертывания.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	1. Изучение дополнительных материалов по CI/CD и DevOps. Подготовка отчета о преимуществах и недостатках внедрения CI/CD в разработку ПО. 2. Реализация процесса CI/CD для небольшого проекта на C++: настройка автоматической сборки, тестирования и развертывания.
Тема 1.14. Тема 4.1. БАС для поиска и мониторинга	Лекции (2 ч.)	1. Применение БАС в задачах поиска и мониторинга: ключевые особенности и технологии. 2. Выбор и настройка оборудования для БАС: камеры, сенсоры и другое оборудование. Обзор реальных кейсов применения БАС в поисковых и мониторинговых операциях.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Поиск поврежденных конструкций и зданий, фиксация и отправка данных. 2. Выполнение фотосъемки с БАС по заданным примерам, анализ и сравнение результатов. Отработка умений и навыков может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (2 ч.)	Изучение дополнительных материалов по применению ИИ в БАС для поиска и мониторинга. Подготовка отчета с анализом реальных кейсов и предложениями по улучшению существующих решений.

Тема 1.15. Тема 4.2. БПЛА доставки грузов	Лекции (2 ч.)	1. Комплексные интеллектуальные системы для доставки грузов: обзор технологий и их применение. 2. Особенности и вызовы при разработке и эксплуатации БАС для доставки грузов, включая вопросы безопасности и эффективности.
	Практические занятия (2 ч.)	1. Выполнение миссии по доставке груза, программирование и управление полетом. 2. Доставка хрупких грузов, разработка и тестирование алгоритмов для минимизации риска повреждения. Работа может осуществляться, в том числе, с использованием симуляционных технологий.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Изучение дополнительных материалов по интеллектуальным системам для доставки грузов с использованием БАС. Подготовка отчета с анализом существующих решений и предложениями по их улучшению.
Тема 1.16. Тема 4.3. Стартапы и акселераторы: инновационные проекты	Лекции (2 ч.)	1. Организация стартапа: ключевые этапы, от идеи до реализации. Обзор бизнес-моделей и стратегий для успешного запуска инновационного проекта. 2. Использование акселераторов для стартапов: преимущества, возможности и примеры успешных программ. Как выбрать подходящий акселератор и подать заявку.
	Практические занятия (1 ч.)	Разработка бизнес-плана для инновационного проекта: определение концепции, целевой аудитории, стратегии маркетинга и финансового плана. Индивидуальная работа по созданию бизнес-плана и презентация проекта.
	Самостоятельная работа (1 ч.)	Исследование успешных стартапов и акселераторов в области беспилотных авиационных систем. Подготовка отчета с анализом успешных кейсов и рекомендациями для создания собственного стартапа. Разработка подробного бизнес-плана для собственного инновационного проекта, включая все ключевые аспекты, от концепции до стратегии выхода на рынок.
Тема 1.17. Тема 4.4. Перспективы развития БАС и импульсные нейронные сети	Лекции (2 ч.)	1. Перспективы развития беспилотных авиационных систем (БАС): новые технологии, тренды и направления. Влияние БАС на различные отрасли и перспективы их дальнейшего развития. Разработка программной и эксплуатационной программной документации для ПО. 2. Введение в импульсные нейронные сети: основные концепции, преимущества и применение. Возможности использования импульсных нейронных сетей в БАС для улучшения производительности и эффективности.
	Практические занятия (0 ч.)	
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Промежуточная аттестация	Тестирование (зачёт\незачёт) (1 ч.)	Тестирование
Блок практической подготовки		
Модуль 2		
Модуль 2		
Тема 2.1.	Лекции (0 ч.)	

Тема 5.1. Полет на БАС	<p>Практические занятия (10 ч.)</p>	<p>Практика 1. Подготовка и калибровка БАС (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают процессы подготовки беспилотных авиационных систем (БАС) к полету, включая калибровку и настройку всех систем. В рамках этой практики обучающиеся: Проводят внешний осмотр и проверку БАС на наличие повреждений и неисправностей. Калибруют системы управления и навигации, включая гироскопы, акселерометры и GPS. Программируют параметры полета на контроллере полета. Проводят тестовые запуски на земле для проверки работоспособности всех систем. Результаты: Полностью подготовленный и откалиброванный БАС, готовый к выполнению полетных задач. Умение обучающихся проводить калибровку и настройку БАС.</p> <p>Практика 2. Выполнение полетного задания (4 часа) Описание: Обучающиеся выполняют реальный или симулированный полет с заданными целями и маршрутами. В процессе этой практики обучающиеся: - пишут и загружают полетные задания в систему управления БАС; - выполняют полет по заданному маршруту, включая взлет, выполнение заданий в воздухе и посадку; - используют системы навигации и управления для поддержания стабильного полета; - снимают данные с бортовых датчиков и камер для дальнейшего анализа. Результаты: Выполненное полетное задание с собранными данными. Опыт выполнения полетных заданий и работы с системами навигации и управления.</p> <p>Практика 3. Анализ данных полета (2 часа) Описание: Обучающиеся анализируют данные, собранные во время полета, для оценки его успешности и выявления возможных проблем. В рамках этой практики обучающиеся: - извлекают и обрабатывают данные с бортовых датчиков и камер; - анализируют траекторию полета, стабильность и точность выполнения задач; - идентифицируют и разбирают возможные ошибки и отклонения в ходе полета; - разрабатывают рекомендации по улучшению параметров и настроек БАС. Результаты: Подробный отчет с анализом полета и рекомендациями по улучшению. Умение обучающихся анализировать данные полета и выявлять проблемы.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.2.	Лекции (0 ч.)	

<p>Тема 5.2. Программируемое навесное оборудование</p>	<p>Практические занятия (16 ч.)</p>	<p>Практика 1. Установка и подключение навесного оборудования (4 часа) Описание: Обучающиеся изучают процесс установки и подключения навесного оборудования, включая светосигнализацию, сервоприводы и дополнительные моторы. В рамках этой практики обучающиеся: - изучают принцип работы различных типов навесного оборудования; - устанавливают и подключают светосигнализацию, сервоприводы и моторы к БАС; - программируют систему управления для взаимодействия с навесным оборудованием; - проводят тестовые запуски и проверяют корректность подключения и работы оборудования. Результаты: Установленное и подключенное навесное оборудование, готовое к эксплуатации. Умение обучающихся устанавливать и подключать навесное оборудование к БАС.</p> <p>Практика 2. Программирование алгоритмов управления (6 часов) Описание: Обучающиеся разрабатывают и программируют алгоритмы управления навесным оборудованием, включая светосигнализацию и сервоприводы. В процессе этой практики обучающиеся: - изучают основы программирования микроконтроллеров (например, Arduino); - пишут программы для управления светосигнализацией, включая мигание и изменение цвета светодиодов; - программируют сервоприводы для выполнения различных движений и манипуляций; - тестируют написанные программы на реальных или виртуальных моделях БАС. Результаты: Рабочие программы для управления навесным оборудованием. Опыт программирования и настройки навесного оборудования.</p> <p>Практика 3. Интеграция навесного оборудования в систему управления БАС (6 часов) Описание: Обучающиеся интегрируют навесное оборудование в общую систему управления БАС, обеспечивая взаимодействие всех компонентов. В процессе этой практики обучающиеся: - программируют контроллер полета для взаимодействия с навесным оборудованием; - разрабатывают сценарии использования навесного оборудования во время полета; - выполняют тестовые полеты с активированным навесным оборудованием; - анализируют работу системы управления и вносят необходимые корректировки. Результаты: Интегрированная система управления БАС с навесным оборудованием. Умение обучающихся интегрировать навесное оборудование в систему управления БАС и проводить тестовые полеты.</p>
	<p>Самостоятельная работа (0 ч.)</p>	
<p>Тема 2.3.</p>	<p>Лекции (0 ч.)</p>	

<p>Тема 5.3. Программируемый полет</p>	<p>Практические занятия (18 ч.)</p>	<p>Практика 1. Разработка алгоритмов для программируемого полета (6 часов) Описание: Обучающиеся разрабатывают алгоритмы для программируемого полета беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - изучают основные принципы автономного управления полетом и алгоритмы навигации; - разрабатывают алгоритмы для выполнения заданных маршрутов и маневров; - программируют алгоритмы взлета, полета по заданным точкам и посадки; - тестируют алгоритмы на симуляторах или реальных моделях БАС. Результаты: Разработанные и протестированные алгоритмы для автономного полета. Опыт программирования и тестирования алгоритмов для автономного управления БАС.</p> <p>Практика 2. Интеграция алгоритмов с системой управления полетом (6 часов) Описание: Обучающиеся интегрируют разработанные алгоритмы с системой управления полетом БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - программируют контроллер полета для выполнения заданных алгоритмов; - подключают навигационные системы (GPS, инерционные датчики) для точного выполнения маршрутов; - программируют взаимодействие между контроллером полета и навигационными системами; - проводят тестовые полеты для проверки корректности интеграции и выполнения заданных маршрутов. Результаты: Интегрированная система управления полетом с поддержкой автономных алгоритмов. Опыт интеграции алгоритмов с системой управления полетом и выполнения тестовых полетов.</p> <p>Практика 3. Реализация сложных сценариев полетов (6 часов) Описание: Обучающиеся реализуют и тестируют сложные сценарии программируемых полетов, включающие различные задачи и условия. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - разрабатывают сценарии полетов с учетом различных условий и задач (например, облёт препятствий, автоматическая посадка в заданной точке, выполнение заданий в воздухе); - программируют алгоритмы для выполнения сложных сценариев; - проводят полеты по разработанным сценариям и собирают данные для анализа; - анализируют результаты полетов и корректируют алгоритмы для улучшения их эффективности и точности. Результаты: Разработанные и протестированные сложные сценарии программируемых полетов. Умение разрабатывать и реализовывать сложные алгоритмы для автономного полета БАС.</p>
	<p>Самостоятельная работа (0 ч.)</p>	
<p>Тема 2.4.</p>	<p>Лекции (0 ч.)</p>	

Тема 5.4. PID регуляторы	Практические занятия (10 ч.)	<p>Практика 1. Основы работы с PID-регуляторами (2 часа) Описание: Обучающиеся изучают принципы работы и применения PID-регуляторов для управления беспилотными авиационными системами (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучают теоретические основы PID-регуляторов (пропорциональный, интегральный и дифференциальный компоненты); - разбирают примеры использования PID-регуляторов для стабилизации и управления движением; - программируют простейший PID-регулятор для управления моторами БАС. <p>Результаты: Понимание принципов работы PID-регуляторов. Простейший PID-регулятор, запрограммированный и протестированный на модели БАС.</p> <p>Практика 2. Программирование и калибровка PID-регуляторов (4 часа) Описание: Обучающиеся программируют и калибруют PID-регуляторы для достижения стабильной и точной работы БАС. В процессе выполнения этой практики обучающиеся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программируют параметры PID-регуляторов для различных режимов полета; - проводят калибровку регуляторов для достижения оптимальных характеристик управления; - тестируют работу PID-регуляторов в различных условиях и анализируют их поведение. <p>Результаты: Настроенные и откалиброванные PID-регуляторы для управления БАС. Опыт настройки и калибровки PID-регуляторов для различных режимов полета.</p> <p>Практика 3. Применение PID-регуляторов в реальных сценариях полета (4 часа) Описание: Обучающиеся применяют настроенные PID-регуляторы для выполнения реальных полетных задач и сценариев. В процессе выполнения этой практики обучающиеся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программируют алгоритмы управления полетом с использованием PID-регуляторов; - выполняют тестовые полеты для проверки работы PID-регуляторов в реальных условиях; - анализируют результаты полетов и вносят корректировки в настройки регуляторов для улучшения их работы. <p>Результаты: Применение PID-регуляторов в реальных сценариях полета. Опыт использования PID-регуляторов для управления полетом и стабилизацией БАС.</p>
	Самостоятельная работа (0 ч.)	
Тема 2.5.	Лекции (0 ч.)	

<p>Тема 5.5 Автопилот</p>	<p>Практические занятия (12 ч.)</p>	<p>Практика 1. Введение в системы автопилота (4 часа) Описание: Обучающиеся знакомятся с основами и принципами работы систем автопилота для беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - изучают основные компоненты и архитектуру систем автопилота; - разбирают алгоритмы, используемые для автономного управления полетом; - программируют базовые параметры автопилота на контроллере полета. Результаты: Понимание архитектуры и принципов работы систем автопилота. Настроенная базовая система автопилота на контроллере полета.</p> <p>Практика 2. Программирование алгоритмов автопилота (4 часа) Описание: Обучающиеся разрабатывают и программируют алгоритмы для системы автопилота, обеспечивающие выполнение заданных полетных задач. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - программируют алгоритмы для взлета, полета по маршруту и посадки; - программируют системы навигации, включая GPS и инерционные датчики; - тестируют алгоритмы на реальных или виртуальных моделях БАС. Результаты: Разработанные и протестированные алгоритмы для системы автопилота. Опыт программирования и настройки алгоритмов автопилота.</p> <p>Практика 3. Тестирование и оптимизация системы автопилота (4 часа) Описание: Обучающиеся проводят тестирование и оптимизацию системы автопилота для достижения максимальной эффективности и стабильности. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - проводят тестовые полеты для проверки работы системы автопилота в различных условиях; - анализируют данные полетов для выявления проблем и отклонений; - вносят корректировки в алгоритмы и настройки автопилота для улучшения его работы. Результаты: Тестированная и оптимизированная система автопилота. Опыт тестирования и оптимизации системы автопилота в различных условиях полета.</p>
	<p>Самостоятельная работа (0 ч.)</p>	
<p>Тема 2.6.</p>	<p>Лекции (0 ч.)</p>	
<p>Тема 5.6. Гибкая архитектура проекта (Рефакторинг)</p>	<p>Практические занятия (4 ч.)</p>	<p>Практика 1. Основы рефакторинга и гибкой архитектуры (2 часа) Описание: Обучающиеся изучают принципы рефакторинга и гибкой архитектуры для улучшения кода и структуры проектов беспилотных авиационных систем (БАС). В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - изучают основные принципы и методы рефакторинга кода; - изучают принципы гибкой архитектуры и ее применение в проектах; - анализируют существующий код проекта для выявления областей, требующих улучшения. Результаты: Понимание принципов рефакторинга и гибкой архитектуры. Навыки анализа кода для выявления областей, требующих улучшения.</p> <p>Практика 2. Проведение рефакторинга и улучшение архитектуры (2 часа) Описание: Обучающиеся проводят рефакторинг кода и вносят изменения для улучшения архитектуры проекта. В процессе выполнения этой практики обучающиеся: - применяют методы рефакторинга для улучшения читаемости и поддерживаемости кода; - внедряют паттерны проектирования (SOLID, KISS) для улучшения архитектуры проекта; - тестируют измененный код для проверки его работоспособности и производительности. Результаты: Рефакторированный и улучшенный код проекта. Опыт применения методов рефакторинга и улучшения архитектуры.</p>
	<p>Самостоятельная работа (0 ч.)</p>	
<p>Промежуточная аттестация</p>	<p>Практическое задание. (2 ч.)</p>	<p>Обучающимся необходимо разработать алгоритм управления БПЛА, который позволит ему следовать за движущимся объектом. В рамках задания обучающиеся должны: Спроектировать алгоритм, который будет обрабатывать данные с датчиков и камер для отслеживания положения движущегося объекта. Программировать алгоритм для управления двигателями и системой стабилизации БПЛА. Тестировать алгоритм в условиях, имитирующих реальные полеты, для проверки корректности его работы.</p>
<p>Итоговая аттестация</p>	<p>Аттестация проводится в виде презентации портфолио, состоящего из результатов решения конкретных практических задач. (4 ч.)</p>	<p>Демонстрация проводится в деятельностной форме посредством презентации портфолио, состоящего из результатов решения конкретных практических задач: 1. Разработка алгоритмов для программируемого полета. 2. Программирование микроконтроллеров и одноплатных ПК для БАС. 3. Интеграция и тестирование системы автопилота.</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 разработать алгоритм управления БПЛА, который позволит ему следовать за движущимся объектом. В рамках задания обучающиеся должны:

Спроектировать алгоритм, который будет обрабатывать данные с датчиков и камер для отслеживания положения движущегося объекта.

Программировать алгоритм для управления двигателями и системой стабилизации БПЛА.

Тестировать алгоритм в условиях, имитирующих реальные полеты, для проверки корректности его работы.

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%): Алгоритм полностью работает, БАС стабильно следует за движущимся объектом, без отклонений. Тестовые полеты выполнены успешно, данные с датчиков обрабатываются корректно. Объект отслеживается на протяжении всего маршрута с точностью не менее 95%.

4 (хорошо, 80–89%): Алгоритм работает, но имеются незначительные отклонения или ошибки в обработке данных. БАС следует за объектом, но не всегда стабильно. Тестовые полеты в основном успешны. Объект отслеживается на протяжении 80–94% маршрута.

3 (удовлетворительно, 60–79%): Алгоритм частично работает, БАС следует за объектом с заметными отклонениями. Ошибки в обработке данных влияют на стабильность полета. Тестовые полеты с частичными успехами. Объект отслеживается на протяжении 60–79% маршрута.

2 (неудовлетворительно, 40–59%): Алгоритм не работает должным образом, БАС не следует за объектом или делает это с большими отклонениями. Тестовые полеты в большинстве случаев неуспешны. Объект отслеживается менее чем на 60% маршрута.

1 (плохо, менее 40%): Задание не выполнено, алгоритм не разработан или не работает. Объект не отслеживается или отслеживается с серьезными ошибками, менее 40% маршрута.

Название кейса/задания/проекта	Разработка алгоритма для следования БАС за движущимся объектом
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/задания/проекта	Обучающимся необходимо разработать алгоритм управления БПЛА, который позволит ему следовать за движущимся объектом. В рамках задания обучающиеся должны: Спроектировать алгоритм, который будет обрабатывать данные с датчиков и камер для отслеживания положения движущегося объекта. Программировать алгоритм для управления двигателями и системой стабилизации БПЛА. Тестировать алгоритм в условиях, имитирующих реальные полеты, для проверки корректности его работы.
Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом. <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. В случае, если практическая подготовка осуществляется в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</i>	Объектом для разработки и тестирования алгоритма будет служить беспилотное авиационное средство, оснащенное следующими компонентами: Камера высокого разрешения или аналогичные датчики для отслеживания движущегося объекта. Контроллер полета, поддерживающий программирование на языке C++ или Python. Двигатели, обеспечивающие плавное и точное управление полетом. Бортовой компьютер для обработки данных и выполнения алгоритма управления. Аналогичные компоненты могут использоваться в зависимости от доступности.
Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта	Компьютер с установленной средой разработки (например, Arduino IDE, VSCode). БАС или его симулятор с возможностью программирования и тестирования алгоритмов. Набор инструментов для настройки и калибровки БПЛА (отвертки, ключи и т. д.). Материалы для проведения полетов (например, маркерные ленты для обозначения маршрута, стартовая площадка).

Перечень программного обеспечения, языков программирования, их фреймворков и библиотек, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта	Языки программирования: C++, Python Среды разработки: Arduino IDE, VSCode Библиотеки: OpenCV (для обработки изображений), ArduPilot или аналогичные для управления полетом
Описание критериев оценки и диапазон значений	Оценка производится по 5-балльной шкале: 5 (отлично, 90–100%): Алгоритм полностью работает, БАС стабильно следует за движущимся объектом, без отклонений. Тестовые полеты выполнены успешно, данные с датчиков обрабатываются корректно. Объект отслеживается на протяжении всего маршрута с точностью не менее 95%. 4 (хорошо, 80–89%): Алгоритм работает, но имеются незначительные отклонения или ошибки в обработке данных. БАС следует за объектом, но не всегда стабильно. Тестовые полеты в основном успешны. Объект отслеживается на протяжении 80–94% маршрута. 3 (удовлетворительно, 60–79%): Алгоритм частично работает, БАС следует за объектом с заметными отклонениями. Ошибки в обработке данных влияют на стабильность полета. Тестовые полеты с частичными успехами. Объект отслеживается на протяжении 60–79% маршрута. 2 (неудовлетворительно, 40–59%): Алгоритм не работает должным образом, БАС не следует за объектом или делает это с большими отклонениями. Тестовые полеты в большинстве случаев неуспешны. Объект отслеживается менее чем на 60% маршрута. 1 (плохо, менее 40%): Задание не выполнено, алгоритм не разработан или не работает. Объект не отслеживается или отслеживается с серьезными ошибками, менее 40% маршрута.

4.3. Итоговая аттестация

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

Московская обл., Ленинский г.о., г. Видное, ул. Олимпийская 4
ООО «1Т»

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

Аттестация проводится в виде презентации портфолио, состоящего из результатов решения конкретных практических задач.

Демонстрация проводится в деятельности в форме посредством презентации портфолио, состоящего из результатов решения конкретных практических задач:

1. Разработка алгоритмов для программируемого полета.
2. Программирование микроконтроллеров и одноплатных ПК для БАС.
3. Интеграция и тестирование системы автопилота.

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

Название кейса/задания/проекта	Демонстрация решения профессиональных задач
Подробное описание задач, выполняемых в рамках кейса/задания/проекта	Демонстрация проводится в деятельности в форме посредством презентации портфолио, состоящего из результатов решения конкретных практических задач: Задание №1: Разработка алгоритмов для программируемого полета. Задание №2: Программирование микроконтроллеров и одноплатных ПК для БАС. Задание №3: Интеграция и тестирование системы автопилота..
Подробное описание объекта (БАС, компоненты, механизмы, узлы и т.д.) и его характеристик в рамках работы над кейсом/заданием/проектом.	Обучающиеся работают с беспилотной авиационной системой (БАС), включающей основные компоненты, такие как контроллеры полета, микроконтроллеры и одноплатные ПК (например, Orange Pi, Rerka Pi), навигационные системы (GPS, гироскопы, акселерометры), а также систему автопилота. Разрабатываются и тестируются алгоритмы для автономного управления полетом, включая взлет, полет по маршруту и посадку. Особое внимание уделяется интеграции и оптимизации программного обеспечения для обеспечения надежной и эффективной работы БАС. Компоненты, используемые в проекте: Контроллеры полета: для стабилизации и управления полетом. Микроконтроллеры и одноплатные ПК: ММК32, Orange Pi, Rerka Pi. Навигационные системы: ГЛОНАСС/GPS, гироскопы, акселерометры. Система автопилота: для выполнения автономных полетов. Системы связи: для передачи данных между БАС и наземной станцией. Датчики и камеры: для мониторинга и выполнения задач.

<p><i>В случае, если предметом итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере разработки/программирования/производства/ремонта БАС, то приводится описание БАС и разрабатываемых для нее систем и (или) /элементов.</i></p> <p><i>В случае, если предметом итоговой аттестации является оценка компетенций в сфере пилотирования БАС, то приводится описание площадки/местоположения и условий выполнения полета.</i></p>	
<p>Перечень инструментов, материалов и оборудования, используемых для выполнения задач в рамках кейса/задания/проекта</p>	<p>Инструменты: отладочные платы, программаторы, мультиметры, паяльники, тестовые стенды. Материалы: комплектующие для сборки и интеграции (провода, разъемы, крепежи). Оборудование: лаборатория для разработки и тестирования, рабочие станции с установленным ПО для программирования и моделирования.</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. Библиотеки и фреймворки: Arduino библиотеки, алгоритмы навигации, 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);

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.

Оценивание работы осуществляется с использованием 4-балльной шкалы.

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)» - резул

таты выполнения профессиональных задач полностью не соответствуют составу, требованиям и условиям, не соблюдены нормы и правила безопасности при использовании БВС.

- характеристика кадрового состава аттестационной комиссии.

Ерохин Кирилл Сергеевич

МИСиС, по специальности «Горное дело», 2019

ООО Альмиа, Data Scientist, 4 года

Построение моделей ИИ для автономного управления БАС, 3 года

Дорогавцев Андрей Владимирович

Российский новый университет, Юриспруденция, 2004

ООО ЭЦ "Социология и аналитика", генеральный директор, 5 лет

Построение и трекинг инженерных команд по БАС, 3 года

Вишняков Дмитрий Анатольевич

СГТУ им. Гагарина Ю.А., бакалавр по направлению Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 2024

ООО Альмира, советник генерального директора по БАС, 1 год

Разработка методов производства отдельных компонентов для БВС — 1 год. Эксплуатация БАС, в т.ч. продуктов компаний DJI и Геоскан — 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

Третьяков Дмитрий Олегович

ХМТПК, СПО, учитель начальных классов, 2020

ООО IT, преподаватель ДПО, 2 года

Разработка и сборка БАС с 2022 года, опыт эксплуатации, включая внешнее визуальное пилотиование и программируемые полеты — 4 года

5. Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы

5.1. Кадровое обеспечение образовательной программы

№ п/п	Фамилия, имя, отчество лица, привлекаемого к реализации образовательной программы (в т. ч. педагогического работника)	Образование (какое учебное заведение окончил, год окончания, полученная специальность)	Место основной работы, должность, ученая степень, звание (при наличии). Стаж (количество лет) работы в данной или аналогичной должности	Опыт работы в сфере БАС (разработка, производство, эксплуатация)	Отметка о полученном согласии на обработку персональных данных
1	Реализация образовательного теоретического блока				

1.1.	Никаноров Иван Михайлович	Уральский Финансово-Юридический Институт, 2010, юрист по специальности юриспруденция	IT, Разработчик ПО, преподаватель ДПО., 4 года	Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, разработка ПО для БАС, 3 года	Получено
1.2.	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
1.3.	Боженко Вадим Олегович	ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского", 2020, бакалавр по специальности Иноватика	IT, преподаватель ДПО, 2 года	8 лет педагогического стажа в школах, колледжах и университетах, 5 лет из них по направлениям "геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы, обработка данных дистанционного зондирования",	Получено
1.4.	Клементьев Алексей Алексеевич	Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет, 2023, инженер по специальности самолето- и вертолетостроение, специализация вертолетостроение	IT, Инженер, преподаватель ДПО, 2 года	Опыт в сфере БАС 3,5 года. Разработка, отдел прочности несущей системы	Получено
2	Реализация блока практической подготовки				
2.1.	Никаноров Иван Михайлович	Уральский Финансово-Юридический Институт, 2010, юрист по специальности юриспруденция	IT, Разработчик ПО, преподаватель ДПО., 4 года	Проектирование БАС, включая БВС самолетного типа, разработка ПО для БАС, 3 года	Получено
2.2.	Третьяков Дмитрий Олегович	ХМТПК, 2020, учитель начальных классов	IT, Преподаватель, 2 года	Разработка и сборка БАС с 2022 года, опыт эксплуатации, включая внешнее визуальное пилотирование и программируемые полеты — 4 года	Получено
2.3.	Боженко Вадим Олегович	ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского", 2020, бакалавр по специальности Иноватика	IT, преподаватель ДПО, 2 года	8 лет педагогического стажа в школах, колледжах и университетах, 5 лет из них по направлениям "геоинформационные системы, беспилотные авиационные системы, обработка данных дистанционного зондирования",	Получено
2.4.	Клементьев Алексей Алексеевич	Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет, 2023, инженер по специальности самолето- и вертолетостроение, специализация вертолетостроение	IT, Инженер, преподаватель ДПО, 2 года	Опыт в сфере БАС 3,5 года. Разработка, отдел прочности несущей системы	Получено
3	Реализация итоговой аттестации (в том числе с указанием действующих специалистов в профильной сфере БАС)				
3.1.	Ерохин Кирилл Сергеевич	МИСиС, 2019, Горное дело	ООО "Альмира", Руководитель отдела Data Science, 4 года	Построение моделей ИИ для автономного управления БАС, 3 года	Получено
3.2.	Третьяков Дмитрий Олегович	ХМТПК, 2020, учитель начальных классов	IT, Преподаватель, 2 года	Разработка и сборка БАС с 2022 года, опыт эксплуатации, включая внешнее визуальное пилотирование и программируемые полеты — 4 года	Получено

3.3.	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
3.4.	Дороговцев Андрей Владимирович	Российский новый университет, 2004, Юриспруденция	ООО ЭЦ "Социология и аналитика", Директор, 5 лет	Построение и трекинг инженерных команд по БАС, 3 года	Получено
3.5.	Вишняков Дмитрий Анатольевич	СГТУ им. Гагарина Ю.А, 2024, Бакалавр по направлению Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств	ООО "Альмира", Советник генерального директора по БАС, 1 год, 1 год	Разработка методов производства отдельных компонентов для БВС — 1 год. Эксплуатация БАС, в т.ч. продуктов компаний DJI и Геоскан — 3 года	Получено

5.2. Учебно-методическое обеспечение и информационное сопровождение

Учебно-методические материалы	
Методы, формы и технологии	Методические разработки, материалы курса, учебная литература, ресурсы сети Интернет
Образовательный теоретический блок	
Модуль 1	
Модуль 1	
<p>Методы: модульное, контекстное, проблемное, практико-ориентированное обучение</p> <p>Формы: лекции с использованием мультимедиа, практические занятия, самостоятельная работа.</p> <p>Технологии: электронное обучение, дистанционные образовательные технологии, отработка навыков на симуляторе и/или в практической лаборатории.</p>	<p>Методические разработки:</p> <p>Планы практических занятий</p> <p>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"> Бейктал, Дж. Конструируем роботов. Дроны. Руководство для начинающих: практическое руководство / Дж. Бейктал; пер. с англ. Ф. Г. Хохлова. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2022. - 226 с. Беспилотные летательные аппараты. Проблемы проектирования и эксплуатации: монография / Горячев Н. В., Ергалиев Д.С., Полтавский А.В., Кошелев Н. Д., Юрков Н.К. - Пенза, 2023. - 306 с. ISBN: 978-5-907666-77-1 Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2022. - 127 с. Моисеев, Виктор Сергеевич. Беспилотные летательные аппараты: отечественная история создания и современная классификация: препринт / В. С. Моисеев. - Казань: Школа, 2022. - 39 с. (Современная беспилотная вертолетная техника); ISBN 978-5-00162-553-7 Орельен Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow. - 2-е изд. - М.: Диалектика, 2020. - 1040 с. Приборостроение и информационные технологии: ПИТ-2022: тезисы докладов XV межрегиональной студенческой научно-практической конференции, посвященной 64-й годовщине образования Омского научно-исследовательского института приборостроения, Омск, 8 декабря 2022 г. / Правительство Омской области, Омское региональное отделение Всероссийской политической партии «Единая Россия», Омский научно-исследовательский институт приборостроения, Омский авиационный колледж имени Н. Е. Жуковского, Институт радиofизики и физической электроники ОИЦ СО РАН; отв. ред. С. В. Кривальцевич. - Омск: ОНИИП, 2023 (Омск). - 213 с.; ISBN 978-5-6046517-5-9
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</p> <p>Пояснения к выполнению практических заданий</p> <p>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"> Бейктал, Дж. Конструируем роботов. Дроны. Руководство для начинающих: практическое руководство / Дж. Бейктал; пер. с англ. Ф. Г. Хохлова. - 2-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2022. - 226 с. Беспилотные летательные аппараты. Проблемы проектирования и эксплуатации: монография / Горячев Н. В., Ергалиев Д.С., Полтавский А.В., Кошелев Н. Д., Юрков Н.К. - Пенза, 2023. - 306 с. ISBN: 978-5-907666-77-1 Боровская Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2022. - 127 с. Моисеев, Виктор Сергеевич. Беспилотные летательные аппараты: отечественная история создания и современная классификация: препринт / В. С. Моисеев. - Казань: Школа, 2022. - 39 с. (Современная беспилотная вертолетная техника); ISBN 978-5-00162-553-7 Орельен Ж. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow. - 2-е изд. - М.: Диалектика, 2020. - 1040 с. Приборостроение и информационные технологии: ПИТ-2022: тезисы докладов XV межрегиональной студенческой научно-практической конференции, посвященной 64-й годовщине образования Омского научно-исследовательского института приборостроения, Омск, 8 декабря 2022 г. / Правительство Омской области, Омское региональное отделение Всероссийской политической партии «Единая Россия», Омский научно-исследовательский институт приборостроения, Омский авиационный колледж имени Н. Е. Жуковского, Институт радиofизики и физической электроники ОИЦ СО РАН; отв. ред. С. В. Кривальцевич. - Омск: ОНИИП, 2023 (Омск). - 213 с.; ISBN 978-5-6046517-5-9

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

<p>1. Машнин Т. Машинное обучение и искусственный интеллект. URL: https://www.litres.ru/book/timur-mashnin-30184546/mashinnoe-obuchenie-i-iskusstvennyy-intellekt-68495326/</p> <p>2. Скуднева О. В., Коптев С.В., Иванцов С. В. Навигационно-пилотажная система беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесных пожаров // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2020. №6 (378). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionno-pilotazhnaya-sistema-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-monitoringa-lesnyh-pozharov</p>	<p>1. Машнин Т. Машинное обучение и искусственный интеллект. URL: https://www.litres.ru/book/timur-mashnin-30184546/mashinnoe-obuchenie-i-iskusstvennyy-intellekt-68495326/</p> <p>2. Скуднева О. В., Коптев С.В., Иванцов С. В. Навигационно-пилотажная система беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесных пожаров // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2020. №6 (378). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionno-pilotazhnaya-sistema-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-monitoringa-lesnyh-pozharov</p>
Блок практической подготовки	
Модуль 2 Модуль 2	
<p>1. Машнин Т. Машинное обучение и искусственный интеллект. URL: https://www.litres.ru/book/timur-mashnin-30184546/mashinnoe-obuchenie-i-iskusstvennyy-intellekt-68495326/</p> <p>2. Скуднева О. В., Коптев С.В., Иванцов С. В. Навигационно-пилотажная система беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесных пожаров // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2020. №6 (378). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionno-pilotazhnaya-sistema-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-monitoringa-lesnyh-pozharov</p>	<p>1. Машнин Т. Машинное обучение и искусственный интеллект. URL: https://www.litres.ru/book/timur-mashnin-30184546/mashinnoe-obuchenie-i-iskusstvennyy-intellekt-68495326/</p> <p>2. Скуднева О. В., Коптев С.В., Иванцов С. В. Навигационно-пилотажная система беспилотного летательного аппарата для мониторинга лесных пожаров // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2020. №6 (378). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/navigatsionno-pilotazhnaya-sistema-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-dlya-monitoringa-lesnyh-pozharov</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.	Московская обл., Ленинский г.о., г. Видное, ул. Олимпийская 4	Арендный договор нежилого помещения № 15 от 25 апреля 2024 года	<p>Блок практической подготовки 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>
3.	Реализация итоговой аттестации		

3.1.	Московская обл., Ленинский г.о., г. Видное, ул. Олимпийская 4	Арендный договор нежилого помещения № 15 от 25 апреля 2024 года	<p>Итоговая аттестация 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>
------	---------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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	«Основы разработки программного обеспечения БАС»	ФГОС 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» (утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 929). Профессиональный стандарт 06.001 «Программист».
2	Сфера БАС (разработка, производство, эксплуатация)	Разработка 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 (подробное описание каждой компетенции указано в разделе "Планируемые результаты обучения")

3	Необходимые компетенции	<p>1. способен осуществлять разработку и отладку программного кода на высокоуровневом языке программирования;</p> <p>2. способен разрабатывать программное обеспечение для управления БПЛА, в том числе для контроллеров и систем связи БАС;</p> <p>3. способен программировать автоматический полёт и бортовой вычислитель БАС;</p> <p>4. способен осуществлять тестирование программного кода и выявлять ошибки в коде;</p> <p>5. способен оформлять техническую документацию для осуществления полета;</p> <p>6. 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>ПК-1. Способен осуществлять разработку и отладку программного кода на высокоуровневом языке программирования.</p> <p>Модуль 1</p> <p>Тема 1.2. Визуальные языки программирования</p> <p>Тема 1.4. Интерпретируемые языки программирования</p> <p>Тема 1.5. Среды разработки C++: системное и аппаратное программирование</p> <p>Тема 2.3. Особенности высокопроизводительных систем БАС</p> <p>Тема 2.4. Программирование МК32 АМУР и ПЛИС</p> <p>Модуль 2</p> <p>Тема 5.3. Программируемый полет</p> <p>ПК-2. способен разрабатывать программное обеспечение для управления БПЛА, в том числе для контроллеров и систем связи БАС.</p> <p>Модуль 1.</p> <p>Тема 2.2. Комплекующие БАС</p> <p>Тема 3.1. Обмен данными</p> <p>Тема 3.2. Программирование контроллера полета C++</p> <p>Тема 3.3. Рефакторинг проектов, KISS и SOLID</p> <p>Тема 3.4. CI/CD: непрерывная интеграция и непрерывная поставка</p> <p>Модуль 2</p> <p>Тема 5.1. Прототипирование систем управления</p> <p>Тема 5.2. Программируемое навесное оборудование</p> <p>ПК-3. Способен программировать автоматический полёт и бортовой вычислитель БАС.</p> <p>Модуль 1.</p> <p>Тема 1.1. Ведение в БАС</p> <p>Модуль 2</p> <p>Тема 5.5. Автопилот</p> <p>ПК-4. Способен осуществлять тестирование программного кода и выявлять ошибки в коде.</p> <p>Модуль 1.</p> <p>Тема 3.1. Обмен данными</p> <p>Тема 3.2. Программирование контроллера полета C++</p> <p>Тема 3.3. Рефакторинг проектов, KISS и SOLID</p> <p>Тема 3.4. CI/CD: непрерывная интеграция и непрерывная поставка</p> <p>Модуль 2</p> <p>Тема 5.2. Программируемое навесное оборудование</p> <p>Тема 5.3. Программируемый полет</p> <p>Тема 5.4. PID регуляторы</p> <p>Тема 5.6. Гибкая архитектура проекта (Рефакторинг)</p> <p>ПК-5. Способен оформлять техническую документацию для осуществления полета.</p> <p>Модуль 1.</p> <p>Тема 1.1. Ведение в БАС</p> <p>Тема 3.1. Обмен данными</p> <p>Модуль 2</p> <p>Тема 5.3. Программируемый полет</p> <p>Тема 5.4. PID регуляторы</p> <p>Тема 5.6. Гибкая архитектура проекта (Рефакторинг)</p> <p>ПК-6. 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>Модуль 1</p> <p>Тема 1.1. Ведение в БАС</p> <p>Тема 2.3. Особенности высокопроизводительных систем БАС</p> <p>Тема 2.4. МК32 АМУР и ПЛИС</p> <p>Модуль 2</p> <p>Тема 5.3. Программируемый полет</p>
4	Типы БВС, их систем и элементов, работу с которыми предполагают функциональные задачи специалиста	-	<p>Типы БАС не предусмотрены требованиями к треку. Во всех модулях и темах: ПК обучаемого с доступом в интернет, колонками/наушниками и микрофоном для участия в вебинарах, актуальной версией браузера (для доступа в LMS), установленным ПО для анализа данных</p>
5	Виды программного обеспечения, оборудования или инструментов, необходимые для выполнения функциональных задач	<p>Виды программного обеспечения определяются провайдером самостоятельно, исходя из необходимости формирования компетенций в рамках реализации образовательной программы.</p>	<p>Во всех модулях и темах: В режиме онлайн-доступа: Виртуальная мастерская «IT Мир» с миссиями по программированию БВС На ПК обучаемого ПО для разработки: VS Code, PlatformIO</p>

6	Специфичные (уникальные) знания, умения, навыки	-	
---	----------------------------------------------------------	---	--