

Автономная некоммерческая организация
высшего образования
«Российский новый университет»
(АНО ВО «Российский новый университет»)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по качеству
образования и аккредитации
 И.В. Дарда

«26» мая 2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА -
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Инженерно-техническая разработка в сфере БАС:
разработка программного обеспечения маршрутизации автопилота»**

Объем программы: 124 ак.ч.

Москва

1. Общая характеристика программы

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации направлена на формирование компетенций, позволяющих гражданам успешно заниматься инженерными разработками в сфере беспилотных авиационных систем (БАС).

Нормативно-правовые акты, регламентирующие разработку дополнительной образовательной программы:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499;
- Устав Автономной некоммерческой организации высшего образования «Российский новый университет»;
- Локально - нормативные акты, регламентирующие образовательную деятельность по дополнительным образовательным программам.

1.1. Программа повышения квалификации разработана с учетом требований профессионального стандарта 06.001 Программист.

1.2. Категория обучающихся: лица, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование.

Срок освоения программы: 124 ак.ч. (8 недель – 2 месяца).

Режим обучения: 4 дня в неделю, 3-5 часов в день.

Форма обучения – очная с применением дистанционных образовательных технологий.

Формы аттестации обучающихся: промежуточная аттестация (тестирование, зачет); итоговая аттестация (защита полученного решения Инженерной задачи).

1.5. Требования к поступающему для обучения по программе слушателю:

К освоению программы повышения квалификации допускаются:

- лица, имеющие среднее профессиональное или высшее образование;
- лица, получающие среднее профессиональное или высшее образование.

1.6. Цель программы: развитие и формирование новых профессиональных компетенций, которые требуются для эффективного выполнения рабочих обязанностей в области применения инженерных решений в индустрии беспилотных авиационных систем, а также получение участниками молодежных инженерных команд практического опыта прохождения жизненного цикла инженерной разработки и получения решения инженерной задачи.

Слушатель, освоивший профессиональную программу повышения квалификации, в соответствии с целью, на которую ориентирована программа, должен быть готов решать следующие **профессиональные задачи**:

1. Создавать программный код для программно-технических разработок инженерных решений, включая сферу беспилотных авиационных систем (БАС), на основе технических заданий и утверждённых спецификаций.
2. Структурировать и форматировать исходный программный код программно-технических разработок инженерных решений в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, стандартов и регламентов.
3. Выполнять отладку программного кода программно-технических разработок инженерных решений на уровне программных модулей.
4. Разрабатывать и изменять архитектуру компьютерного программного обеспечения для инженерных решений, включая согласование архитектурных решений с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения.
5. Проектировать и разрабатывать программные интерфейсы программно-технических разработок инженерных решений.
6. Выполнять сборку программных модулей и компонентов в программный продукт инженерных решений.
7. Осуществлять подключение программного продукта к компонентам внешней среды.
8. Оценивать и согласовывать сроки выполнения поставленных задач.

2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной программы в соответствии с целью программы и задачами профессиональной деятельности, слушатель должен обладать всеми профессиональными компетенциями, отнесенные к соответствующему виду (разработка компьютерного программного обеспечения) деятельности:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
Вид деятельности 1	Разработка компьютерного программного обеспечения
Профессиональная компетенция ПК 1.1	Способен создавать программный код для программно-технических разработок инженерных решений (в том числе в сфере БАС) в соответствии с техническим заданием (готовыми спецификациями)
Профессиональная компетенция ПК 1.2	Способен осуществлять структурирование и форматирование исходного программного кода программно-технических разработок инженерных решений (в том числе в сфере БАС) в соответствии с нормативно-техническими документами (стандар-

		тами и регламентами), определяющими требования к оформлению программного кода
Профессиональная компетенция ПК 1.3		Способен осуществлять отладку программного кода программно-технических разработок инженерных решений (в том числе в сфере БАС) на уровне программных модулей
Профессиональная компетенция ПК 1.4		Способен осуществлять разработку, изменение архитектуры компьютерного программного обеспечения для инженерных решений (в том числе в сфере БАС) и ее согласование с системным аналитиком и архитектором программного обеспечения
Профессиональная компетенция ПК 1.5		Способен проектировать и разрабатывать программные интерфейсы программно-технических разработок инженерных решений (в том числе в сфере БАС)
Профессиональная компетенция ПК 1.6		Способен осуществлять сборку программных модулей и компонентов в программный продукт инженерных решений (в том числе в сфере БАС)
Профессиональная компетенция ПК 1.7		Способен осуществлять подключение программного продукта к компонентам внешней среды
Профессиональная компетенция ПК 1.8		Способен оценивать и согласовывать сроки выполнения поставленных задач

В результате освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации слушатель должен **знать:**

1. Языки программирования, применяемые для разработки алгоритмов управления маршрутами БВС.
2. Базовые принципы построения алгоритмов обработки данных о маршрутах и траекториях.
3. Типовые конструкции (ветвления, циклы, функции) для реализации логики планирования маршрутов.
4. Формы обмена данных (JSON, CSV) для передачи информации о маршрутах.
5. Принципы построения логической структуры ПО для управления маршрутами.
6. Методы организации взаимодействия между модулями планирования и исполнения.
7. Подходы к организации потока данных о маршрутах и траекториях.
8. Требования к оформлению кода для систем автопилота.
9. Методы поиска ошибок в алгоритмах планирования маршрутов.
10. Техники юнит-тестирования модулей работы с траекториями.
11. Принципы логирования процесса построения маршрутов.
12. Особенности отладки в симуляторах полета БВС.
13. Принципы архитектуры ПО для систем управления маршрутами.
14. Методы организации взаимодействия модулей планирования и исполнения.

15. Требования к масштабируемости системы конфигурирования.
16. Подходы к событийно-ориентированному управлению маршрутами.
17. Принципы создания интерфейсов для управления маршрутизацией.
18. Методы обработки пользовательских команд для планирования маршрутов.
19. Технологии визуализации траекторий полета.
20. Системы обратной связи при изменении маршрутов.
21. Принципы сборки ПО для систем управления маршрутами.
22. Методы интеграции модулей планирования и исполнения.
23. Технологии подключения компонентов работы с траекториями.
24. Требования к совместимости модулей автопилота.
25. Протоколы обмена данными (I2C, UART, SPI) для подключения датчиков.
26. Методы получения данных о внешних условиях для планирования.
27. Технологии взаимодействия с системами мониторинга.
28. Принципы работы с внешними источниками данных о маршрутах.
29. Методы оценки сложности задач планирования маршрутов.
30. Принципы планирования этапов разработки ПО.
31. Технологии согласования сроков реализации функций.
32. Подходы к декомпозиции задач маршрутизации.

В результате освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации слушатель должен **уметь**:

1. Создавать программный код для обработки и конфигурирования маршрутов полета.
2. Реализовывать алгоритмы построения траекторий с учетом внешних факторов.
3. Работать со структурами данных для хранения информации о маршрутах.
4. Обрабатывать данные о препятствиях и условиях полета.
5. Осуществлять структурирование кода модулей управления маршрутами.
6. Разделять код на логические модули (планирование, исполнение, мониторинг).
7. Применять единый стиль кодирования для командной работы.
8. Использовать системы контроля версий для управления изменениями.
9. Проводить отладку алгоритмов построения траекторий.
10. Настраивать логирование процесса конфигурирования маршрутов.
11. Писать тесты для проверки корректности обработки маршрутов.
12. Использовать симуляторы для проверки алгоритмов.
13. Проектировать архитектуру ПО для работы с маршрутами.
14. Изменять архитектуру с учетом новых требований к маршрутизации.

15. Согласовывать архитектурные решения для систем автопилота.
16. Организовывать поток данных между компонентами системы.
17. Проектировать интерфейсы для конфигурирования маршрутов.
18. Разрабатывать удобные инструменты планирования траекторий.
19. Обрабатывать пользовательский ввод при создании маршрутов.
20. Реализовывать визуализацию построенных маршрутов.
21. Осуществлять сборку модулей системы конфигурирования.
22. Проверять совместимость компонентов работы с маршрутами.
23. Настраивать взаимодействие между модулями системы.
24. Собирать готовый продукт для управления маршрутами.
25. Подключать внешние источники данных о маршрутах.
26. Настраивать протоколы обмена информацией о траекториях.
27. Обеспечивать устойчивость связи с системами мониторинга.
28. Работать с микроконтроллерами для исполнения маршрутов.
29. Оценивать сложность реализации функций управления маршрутами.
30. Планировать этапы разработки системы конфигурирования.
31. Согласовывать реалистичные сроки выполнения работ.
32. Декомпозировать задачи управления траекториями.

В результате освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации слушатель должен **иметь практический опыт (владеть):**

1. Навыками работы со средами разработки для создания ПО автопилота.
2. Методами преобразования и фильтрации данных о маршрутах.
3. Инструментами разработки ПО для автопилота.
4. Методами модульного проектирования систем управления маршрутами.
5. Средствами визуализации маршрутов для анализа.
6. Навыками анализа устойчивости и надежности программных модулей.
7. Методами проектирования систем управления маршрутами.
8. Технологиями интеграции модулей автопилота.
9. Методами тестирования интерфейсов планирования.
10. Технологиями интеграции с системами автопилота.
11. Инструментами сборки ПО автопилота.
12. Методами интеграции компонентов маршрутизации.
13. Методами диагностики проблем взаимодействия.
14. Технологиями защиты данных о маршрутах.
15. Методами планирования разработки ПО.

16. Навыками оценки трудозатрат на реализацию функций.

3. Формы аттестации

Формами аттестации слушателей по программе профессиональной являются: промежуточная и итоговая аттестация.

В образовательном теоретическом блоке промежуточная аттестация проводится в форме тестирования, в блоке практической подготовки – в форме зачета по промежуточной экспертизе презентации концепции решения Инженерной задачи, разработанной Участниками молодежных инженерных команд, с обязательным привлечением Эксперта от компании БАС, предоставившей Инженерную задачу. Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения блока. Оценивание результатов формирования компетенций в рамках блока у слушателей осуществляется по промежуточной аттестации.

Итоговая аттестация слушателей по программе повышения квалификации проходит в форме защиты полученного решения Инженерной задачи.

4. Документ об обучении (образовании)

Лицам, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаётся удостоверение о повышении квалификации образца, самостоятельно установленному образовательной организацией.

При освоении дополнительной профессиональной программы параллельно с получением среднего профессионального образования или высшего образования, удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.

5. Учебный план

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

профессиональной программы повышения квалификации

«Инженерно-техническая разработка в сфере БАС:

разработка программного обеспечения маршрутизации автопилота»

№п /п	Наименование учебных курсов, дисциплин (модулей) практик	Всего час.	В том числе	Сам. раб	Форма контроля	Формируемые компетенции
----------	--	------------	-------------	----------	----------------	-------------------------

			аудит. занят.	лек- ции	практич. зан.			
<u>1</u>	Образовательный теоретический блок	34	34	33	1	0		ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.4, ПК 1.6
<u>2</u>	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование	
<u>3</u>	Блок практической подготовки	88	88	0	88	0		ПК 1.3, ПК 1.5, ПК 1.7, ПК 1.8
<u>4</u>	Промежуточная аттестация	2	2	0	2	0	Зачет	
<u>5</u>	Итоговая аттестация	2	2	0	2	0	Защита полученного решения Инженерной задачи	ПК 1.1 – ПК 1.8
	ВСЕГО:	124	124	33	91	0		

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Промежуточный контроль проходит на последнем занятии контактной работы с преподавателем.

6. Календарный учебный график

Календарный учебный график – локальный документ, регламентирующий организацию образовательного процесса при реализации программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации.

Календарный учебный график разрабатывается и утверждается на каждую учебную группу.

Образовательный период в данной группе начинается по мере ее комплектования.

Первым днем, первой недели обучения, считать день зачисления слушателей на обучение по данной образовательной программе. Количество учебных дней в неделю не

может превышать 5 дней. Количество учебных часов в день не может превышать 4 часов. Завершение учебного процесса согласно календарному учебному графику.

Календарный учебный график

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Инженерно-техническая разработка в сфере БАС: разработка программного обеспечения маршрутизации автопилота», график рассчитан на обучение 124 ак.ч.

Недели	1	2	3	4	5	6	7	8
Образовательный теоретический блок	А	АТ						
Блок практической подготовки			А	А	А	А	А	АЗ
Итоговая аттестация								ИА

Условные обозначения:

А – Аудиторное занятие (лекция, практическое занятие, самостоятельная работа)

Т - тестирование

З - Зачет

ИА - Итоговая аттестация

7. Содержание программ дисциплин (рабочие программы учебных курсов, дисциплин (модулей) практик)

Рабочие программы учебных курсов, дисциплин (модулей) практик представлены по каждому учебному курсу, дисциплине (модулю) практике в форме учебно-тематического плана, в котором обозначено содержание данной учебной дисциплины.

Учебно-тематический план по курсу: Инженерно-техническая разработка в сфере БАС: разработка программного обеспечения маршрутизации автопилота

№ п/п	Наименование раздела (темы) по учебной дисциплине	Всего час.	В том числе			Сам. раб.	Форма контроля
			аудит. занят.	лекции	практич. зан.		
1.	Образовательный теоретический блок	34	34	33	1	0	
2.	Тема 1.1 Основы алгоритмизации и программирования	2	2	2	0	0	
3.	Тема 1.2 Архитектура и логика программных систем	2	2	2	0	0	
4.	Тема 1.3 Операционные системы (RTOS, Linux) и полётные контроллеры (PX4, ArduPilot)	1	1	1	0	0	
5.	Тема 1.4 Среды разработки и языки программирования (C++, Python)	1	1	1	0	0	

6.	Тема 1.5 Работа с микроконтроллерами и одноплатными ПК (STM32, Jetson Nano)	1	1	1	0	0	
7.	Тема 1.6 Работа с данными и информационными потоками	2	2	2	0	0	
8.	Тема 1.7 Аппаратные средства и сенсоры (в контексте взаимодействия с ПО)	4	4	4	0	0	
9.	Тема 1.8 Программные инструменты и среды разработки	4	4	4	0	0	
10.	Тема 1.9 Отладка, тестирование и верификация программных решений	1	1	1	0	0	
11.	Тема 1.10 Практика и прикладные кейсы	2	2	2	0	0	
12.	Тема 1.11 Перспективы развития и внедрения программных решений	1	1	1	0	0	
13.	Тема 1.12 Построение пользовательского интерфейса маршрутизации	4	4	4	0	0	
14.	Тема 1.13 Алгоритмы построения траекторий	4	4	4	0	0	
15.	Тема 1.14 Использование JSON и формат обмена миссиями	2	2	2	0	0	
16.	Тема 1.15 Импорт/экспорт маршрутов в автопилот	2	2	2	0	0	
17.	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование
18.	Блок практической подготовки	88	88	0	88	0	
19.	Тема 2.1 Библиотека SFML. Отрисовка графических объектов и окон	5	5	0	5	0	
20.	Тема 2.2 Библиотека ImGui. Создание графического пользовательского интерфейса	5	5	0	5	0	
21.	Тема 2.3 Создание приложения с использованием ImGui и SFML	8	8	0	8	0	
22.	Тема 2.4 Сохранение и загрузка данных в файлах	2	2	0	2	0	
23.	Тема 2.5 Понятие JSON. Создания структуры миссий	3	3	0	3	0	
24.	Тема 2.6 Использование библиотек (RapidJSON и	10	10	0	10	0	

	пр.) для создания JSON документов. Сериализация и десериализация объектов						
25.	Тема 2.7 Интеграция JSON в приложения. Хранение структурированной информации в JSON	10	10	0	10	0	
26.	Тема 2.8 Теория графов	11	11	0	11	0	
27.	Тема 2.9 Алгоритм Дейкстры	6	6	0	6	0	
28.	Тема 2.10 Алгоритм A*	4	4	0	4	0	
29.	Тема 2.11 Другие алгоритмы поиска пути. Алгоритм муравьиной колонии	4	4	0	4	0	
30.	Тема 2.12 Проектирование собственного GUI	14	14	0	14	0	
31.	Тема 2.13 Презентация проекта по разработке продукта	4	4	0	4	0	
32.	Промежуточная аттестация	2	2	0	2	0	Зачет
33.	Итоговая аттестация	2	2	0	2	0	Защита полученного решения Инженерной задачи
	ВСЕГО:	124	124	33	91	0	

8. Организационно – педагогические условия программы

8.1. Материально – технические условия реализации программы

Реализация профессиональной программы повышения квалификации осуществляется на материально-технической базе АНО ВО «Российский новый университет», обеспечивающей проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом.

Учебный процесс обеспечен учебной аудиторией, соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы, хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещение укомплектовано мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Аудитория соответствует нормам освещенности, оснащена системой кондиционирования воздуха.

В учебном помещении имеется необходимая для процесса обучения компьютерная техника, учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие содержанию программы.

Помещение подключено к сети «Интернет», также в нем обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. Рабочее место преподавателя оснащено web-камерой с микрофоном и гарнитурой, необходимой для работы в MS Skype.

Реализация блока практической подготовки: Краснодарский край, г. Новороссийск, ул. Шевченко, д. 55.

Образовательный практический блок реализуется очно (офлайн). Для проведения занятий предусмотрена компьютерная аудитория, оборудованная необходимой мебелью и широкополосным доступом к интернету. В рамках занятий осуществляется работа с современным аппаратным и программным обеспечением, предназначенным для БАС, инженерной и программной разработки.

Оборудование и инструменты:

- Компьютер i5, 8ГБ RAM.
- Паяльные станции, фены, держатели и коврики.
- Наборы микроконтроллеров (STM32, Arduino и др.), отладочные платы, модули и базовые компоненты.
- Станки с ЧПУ и 3D-принтеры для изготовления прототипов.
- Полётные контроллеры и модули управления БВС.
- Лабораторные блоки питания, мультиметры, наборы инструментов для точечных работ.
- Аппаратура для настройки, отладки и тестирования всех компонентов систем управления и связи.

Программное обеспечение, установленное на компьютерах:

- САПР FreeCAD – для 3D-моделирования конструктивных элементов.
- Blender – для визуализации и моделирования.
- Scilab – для выполнения инженерных и научных расчётов.
- QGIS – для работы с картографическими данными.
- Mission Planner и QGroundControl – для планирования полётных заданий и настройки полётных контроллеров.
- Betaflight Configurator – для прошивки и конфигурации БВС.
- VS Code с установленными расширениями для Python, JavaScript/TypeScript, а также PlatformIO – для разработки встроенного ПО.
- Arduino IDE – для работы с микроконтроллерами и прототипирования.

- Android Studio – для создания мобильных приложений, связанных с управлением или телеметрией БАС.
- LibreOffice – офисный пакет, обеспечивающий документационное сопровождение инженерных проектов.
- Симулятор полётов и виртуальная мастерская «IT МИР» (входит в Реестр отечественного ПО).

8.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Слушателям предоставляется бесплатный доступ к ресурсам электронной информационно-образовательной среды на сайте Университета. Каждый слушатель во время самостоятельной подготовки обеспечивается рабочим местом в компьютерном классе или через выход в Интернет получает доступ к использованию электронных изданий, в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Каждый слушатель на время занятий обеспечивается комплектом учебно-методических материалов, содержащим электронные и печатные информационные разработки, учебные видеофильмы (тиражируются по требованию).

Методические разработки:

- Планы лекционных занятий.
- Лекционный материал.
- Планы практических занятий.
- Пояснения к выполнению практических заданий.

Материалы:

- Опорные конспекты лекций.
- Презентационные материалы к теме.
- Тестовые вопросы для проверки знаний.
- Мультимедиа материалы (презентации и/или видео).
- Практические задания.

Учебная литература / Ресурсы сети Интернет:

1. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование: учебное пособие / М.А. Ковалёв, Д.Н. Овакимян. – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 96 с.

2. Интеллектуальные технологии управления в авиации и авиастроении: эффективность, требования, механизмы внедрения Е.В. Варюхина, В.В. Клочков/Доклад. XIV Всероссийское совещание по проблемам управления, ВСПУ- 2024, Москва

3. Разработка технологий искусственного интеллекта для автоматического управления бортовыми системами в авиации. Текст научной статьи по специальности «Электротехника, электронная техника, информационные технологии». А.С. Силенко, О.А. Соколов

4. Алгоритм планирования маршрута БПЛА в условиях недостатка визуальных ориентиров. К.Д. Коновалов// Системы анализа и обработки данных. – № 2 (94). – 2024. – С. 37-54. – DOI: 10.17212/2782-2001-2024-2-37-54.

5. Общая структура системы визуальной навигации БПЛА по видеоданным Коновалов К.Д., Кулешов С. В. // Экстремальная робототехника. Труды 34-й Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника», 23-24 ноября 2023 г. – Санкт-Петербург: ЦНИИ РТК – 2023. – С. 456-460.

6. Алгоритм планирования маршрута БПЛА в условиях применения видеонавигации по естественным ориентирам Коновалов К.Д., Кулешов С. В. // Перспективные системы и задачи управления: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции и XV молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах». – Таганрог: ДиректСайнс (ИП Шкуркин Д.В.) – 2024. – С. 438-441.

7. Hybrid Machine Learning and Reinforcement Learning Framework for Adaptive UAV Obstacle Avoidance https://www.researchgate.net/publication/385210211_Hybrid_Machine_Learning_and_Reinforcement_Learning_Framework_for_Adaptive_UAV_Obstacle_Avoidance

Электронные образовательные ресурсы:

1. Как работают дроны – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russiandrone.ru/publications/kak-rabotayut-drony-i-chto-predstavlyaet-iz-sebya-tekhnologiya-dronov/>

2. Дрон для любителя: устройство и принципы программирования [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/companies/leader-id/articles/491770/>

3. Лекториум//Дроны: Автономные беспилотные воздушные системы// бесплатный онлайн-курс- Режим доступа к сайту: <https://www.lektorium.tv/drones>

4. 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).

5. Симулятор полетов, сборочных и ремонтных процессов, эксплуатации дронов квадрокоптерного и самолетного типа при разных погодных условиях (входит в реестр российского ПО: порядковый номер реестровой записи: 21688, дата решения о включении сведений о программном обеспечении в соответствующий реестр: 07.03.2024).

Электронные информационные ресурсы:

1. Российские беспилотники // Сайт-портал для консолидации представителей беспилотного сообщества на одном ресурсе, с целью более плотного взаимодействия внутри отрасли и формирования единого информационного поля. - Режим доступа к сайту: <https://russiandrone.ru/publications/bespilotnye-letatelnye-apparaty/>

2. Беспилотные летательные аппараты - БПЛА. Дроны. История. // профессиональное интернет сообщество, справочный портал по БПЛА. - Режим доступа к сайту: <http://avia.pro/blog/bespilotnye-letatelnye-apparaty-drony-istoriya>

3. При реализации образовательной программы используются электронные информационные ресурсы собственного производства (записанные образовательные видеоматериалы).

8.3. Кадровое обеспечение образовательного процесса

К реализации программы привлечены представители образовательных организаций высшего образования, научных организаций и представители компаний со стажем работы в профильной организации. Представители образовательной организации высшего образования и научной организации имеют высшее образование, ученую степень кандидата наук, стаж научно-педагогической работы более трех лет. Члены преподавательского состава имеют за последние 3 года научные публикации, соответствующие направлению данной программы.

№ п/п	Фамилия, имя, отчество (при наличии)	Место основной работы и должность, ученая степень и ученое звание (при наличии)	Стаж работы по специальности
1.	Таратонов Илья Александрович	АНО ВО «РосНОУ», Заместитель исполнительного директора ИИСиИКТ	7 лет
2.	Самсонов Илья Владимирович	АНО ВО «РосНОУ», Старший преподаватель кафедры беспилотной робототехники и эргономики ИИСиИКТ	13 лет
3.	Шельпова Екатерина Юрьевна	АНО ВО «РосНОУ», Старший преподаватель кафедры беспилотной робототехники и эргономики ИИСиИКТ	7 лет
4.	Золотарев Олег Васильевич	АНО ВО «РосНОУ», Заведующий кафедрой информационных систем в экономике и управлении ИИСиИКТ, Кандидат технических наук	16 лет

5.	Лабунец Леонид Витальевич	АНО ВО «РосНОУ», Профессор кафедры информационных систем в экономике и управлении ИИСиИКТ, Доктор технических наук	47 лет
6.	Хакимова Аида Хатифовна	АНО ВО «РосНОУ», Ведущий научный сотрудник ИИСиИКТ, Кандидат биологических наук	23 года
7.	Растягаев Дмитрий Владимирович	АНО ВО «РосНОУ», Проректор по информационным технологиям, Кандидат физики-математических наук	29 лет
8.	Смолина Светлана Георгиевна	АНО ВО «РосНОУ», Доцент кафедры «Информатика в управлении и экономике», Кандидат педагогических наук	7 лет
9.	Белотелов Николай Вадимович	АНО ВО «РосНОУ», Доцент, Кандидат физико-математических наук	6 лет
10.	Зернов Владимир Алексеевич	АНО ВО «РосНОУ», Ректор, доктор технических наук, профессор	34 года
11.	Палкин Евгений Алексеевич	АНО ВО «РосНОУ», Проректор по научно-инновационной работе, Кандидат физико-математических наук, профессор	22 года
12.	Демьянов Геннадий Геннадьевич	ООО "ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ "СИДЕРА", Инженер по БАС	-

9. Контроль и оценка результатов освоения программы

9.1. Формы аттестации

Реализация профессиональной программы повышения квалификации включает в себя промежуточную и итоговую аттестацию.

Промежуточная аттестация проводится по итогам освоения блока в форме тестирования и зачета.

Завершается освоение профессиональной программы повышения квалификации итоговой аттестацией обучающихся в форме защиты полученного решения Инженерной задачи.

9.2. Оценочные средства

Образовательный теоретический блок

Форма контроля – тестирование. Диагностический инструмент – тест.

Система оценивания: зачет/незачет. Тест состоит из 30 вопросов. Задание с выбором одного правильного ответа, за каждый правильный ответ – 1 балл. Тестирование зачтено, если за выполненный тест набрано не менее 60% от максимального количества баллов.

Шкала оценивания

За каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный – 0 баллов. Максимально возможное число баллов – 30.

Критерии оценивания:

- 1) зачет – более 60% правильных ответов;
- 2) незачет – менее 60% правильных ответов.

Примерные вопросы теста:

1. Что является главной целью алгоритмического мышления?

- A) Написание кода без ошибок
- B) Разработка пошагового решения задачи
- C) Использование сложных математических формул
- D) Запоминание синтаксиса языков программирования

Правильный ответ: B

2. Какая конструкция позволяет программе выполнять разные действия в зависимости от условия?

- A) Последовательность
- B) Ветвление (if-else)
- C) Цикл (for)
- D) Функция (def)

Правильный ответ: B

3. Как называется архитектурный стиль, где данные последовательно обрабатываются через цепочку модулей?

- A) Событийно-ориентированная архитектура
- B) Конвейер (pipeline)
- C) Монолитная архитектура
- D) Peer-to-peer

Правильный ответ: B

4. Какой механизм является стандартным способом обработки событий в современных программных системах?

- A) Обратные вызовы (callbacks)
- B) Линейное выполнение кода
- C) Рекурсивные вызовы функций
- D) Глобальные переменные

Правильный ответ: A

5. Какой механизм является ОСНОВНЫМ для реализации событийно-ориентированного подхода?

- A) Наследование классов
- B) Система подписки на события (event subscription)
- C) Рекурсивные алгоритмы
- D) Статические переменные

Правильный ответ: B

6. Какой процесс позволяет получать данные с датчиков в реальном времени?

- A) Компиляция кода
- B) Сбор телеметрии
- C) Шифрование данных
- D) Архивирование логов

Правильный ответ: B

7. Какой тип данных НЕ является примером сенсорных показаний?

- A) Температура
- B) Ускорение
- C) HTML-код веб-страницы
- D) Влажность

Правильный ответ: C

8. Как называется метод удаления случайных выбросов из данных датчиков?

- A) Скользящее среднее (moving average)
- B) Хеширование
- C) Сжатие ZIP
- D) Кодирование Base64

Правильный ответ: A

9. Какой алгоритм НЕ используется для фильтрации шумов в сенсорных данных?

- A) Фильтр Калмана
- B) Медианный фильтр
- C) Быстрая сортировка (quicksort)
- D) Экспоненциальное сглаживание

Правильный ответ: С

10. Какой формат использует структуру "ключ-значение" и часто применяется в API?

- A) XML
- B) TXT
- C) JSON
- D) SQL

Правильный ответ: С

11. Какой символ разделяет значения в CSV-файле по умолчанию?

- A) Точка с запятой (;)
- B) Запятая (,)
- C) Вертикальная черта (|)
- D) Двоеточие (:)

Правильный ответ: В

12. Какой метод НЕ используется для чтения данных из файла в Python?

- A) open() + read()
- B) pandas.read_csv()
- C) os.delete()
- D) json.load()

Правильный ответ: С

13. Какой протокол чаще всего применяется для загрузки данных с веб-сервера?

- A) FTP
- B) HTTP/HTTPS
- C) SMTP
- D) UDP

Правильный ответ: В

14. Какой тип сигнала необходим для управления углом поворота сервопривода?

- A) Аналоговый сигнал 0-5В
- B) Цифровой сигнал 3.3В
- C) ШИМ сигнал
- D) Переменный ток

Правильный ответ: С

15. Какой интерфейс использует только один провод для передачи данных (кроме земли)?

- A) I2C

- B) SPI
- C) 1-Wire
- D) UART

Правильный ответ: C

16. Какой компонент IMU измеряет линейное ускорение?

- A) Гироскоп
- B) Акселерометр
- C) Магнитометр
- D) Барометр

Правильный ответ: B

17. Какой инструмент используется для развертывания моделей машинного обучения?

- A) TensorFlow Serving
- B) Git
- C) Jupyter Notebook
- D) Pandas

Правильный ответ: A

18. Какой алгоритм машинного обучения используется для классификации изображений?

- A) Линейная регрессия
- B) Сверточная нейронная сеть (CNN)
- C) Метод опорных векторов (SVM)
- D) Алгоритм k-ближайших соседей (k-NN)

Правильный ответ: B

19. Какой алгоритм использует разницу между текущим и желаемым состоянием системы?

- A) ПИД-регулятор (PID)
- B) Случайный поиск
- C) Жадный алгоритм
- D) Алгоритм Дейкстры

Правильный ответ: A

20. Какой инструмент профилирования используется в Python?

- A) cProfile
- B) MySQL
- C) TensorFlow

D) Matplotlib

Правильный ответ: A

21. Какой из перечисленных функционалов библиотеки SFML наиболее подходит для разработки 2D-проектов?

A) Работа с сетевыми протоколами для многопользовательских проектов

B) Отрисовка спрайтов, управление текстурами и работа с анимацией через `sf::Sprite` и `sf::Texture`

C) Воспроизведение звуковых эффектов через `sf::Sound` и `sf::Music`

D) Работа с оконными событиями через `sf::Event` для обработки ввода пользователя

Правильный ответ: B

22. Какое преимущество делает встраиваемую библиотеку ImGui наиболее подходящей для создания графического интерфейса в реальном времени?

A) Поддержка сложных анимаций и переходов между окнами

B) Простота реализации динамических интерфейсов, которые обновляются в реальном времени

C) Возможность создания высококачественных визуальных эффектов, таких как тени и прозрачность

D) Автоматическое сохранение состояния всех элементов интерфейса между кадрами

Правильный ответ: B

23. Какую роль играет формат данных JSON в разработке и использовании симуляторов беспилотных летательных аппаратов?

A) JSON используется для хранения и передачи текстур и графических ресурсов моделирования

B) JSON служит для описания конфигураций полета, параметров БВС и сценариев миссий

C) JSON применяется для написания исходного кода симулятора

D) JSON используется для прямого управления БПЛА в реальном времени

Правильный ответ: B

24. Какой формат данных наиболее подходит для описания полётной миссии БПЛА, включающей набор точек маршрута и метаданные (например, имя создателя миссии и его контактные данные), чтобы обеспечить удобство хранения, передачи и обработки?

A) Простой текстовый файл с разделителями (например, CSV)

B) Формат JSON (JavaScript Object Notation)

C) Бинарный формат (например, Protobuf)

D) XML-файл

Правильный ответ: B

25. Какой подход наиболее эффективен для интеграции данных с карт OpenStreetMap и спутниковых изображений в систему управления беспилотным летательным аппаратом, чтобы обеспечить точное позиционирование и планирование маршрутов?

A) Использование только спутниковых изображений без привязки к географическим координатам

B) Комбинирование данных OpenStreetMap для построения маршрутов и спутниковых изображений для визуального контроля

C) Полная зависимость от OpenStreetMap без использования спутниковых данных

D) Использование только спутниковых данных с автоматической генерацией маршрутов на основе анализа изображений

Правильный ответ: B

26. Какой метод наиболее эффективен для реализации автоматической маршрутизации беспилотного летательного аппарата по высотной карте (цифровой модели рельефа местности), чтобы обеспечить безопасное перемещение с учетом высотных препятствий?

A) Использование фиксированной высоты полета без анализа рельефа

B) Ручная корректировка маршрута оператором на основе визуального анализа высотной карты

C) Использование ПВП с применением маневра с целью обхода препятствий в реальном времени

D) Применение алгоритма построения пути с учетом данных высотной карты

Правильный ответ: D

27. Какой из перечисленных интерфейсов связи наиболее подходит для интеграции пользовательского приложения с автопилотом беспилотного летательного аппарата в случае, если требуется легковесный протокол для передачи телеметрии и команд в реальном времени?

A) Прямое использование API автопилота через HTTP-запросы

B) Использование MAVLink

C) Использование SDK автопилота

D) Разработка собственного протокола связи

Правильный ответ: B

28. Какой подход наиболее эффективен для реализации функционала добавления, редактирования и удаления точек маршрута в интерфейсе управления беспилотным летательным аппаратом, чтобы обеспечить удобство работы оператора и минимизировать ошибки при планировании полетов?

А) Ручной ввод координат каждой точки маршрута через текстовые поля
В) Использование графического интерфейса с возможностью перетаскивания точек на карте

С) Генерация точек маршрута автоматически без возможности редактирования

Д) Использование командной строки для добавления и редактирования точек

Правильный ответ: В

29. Какой метод наиболее эффективен для импорта и экспорта маршрутов в автопилот беспилотного воздушного судна, чтобы обеспечить совместимость с различными системами планирования полетов и минимизировать риски потери данных?

А) Ручной перенос координат точек маршрута через текстовые файлы

В) Использование форматов обмена данными, таких как KML или GeoJSON

С) Сохранение маршрутов в проприетарном формате производителя автопилота БВС

Д) Передача маршрутов через скриншоты карт с отмеченными точками

Правильный ответ: В

30. Какой метод оптимизации маршрутов наиболее эффективен для достижения максимальной эффективности и безопасности полетов беспилотного летательного аппарата в условиях наличия запретных зон?

А) Ручное планирование маршрута оператором без использования алгоритмов оптимизации

В) Применение алгоритма А с учетом высотной карты и данных о запретных зонах

С) Использование генетических алгоритмов для поиска оптимального маршрута

Д) Случайный выбор маршрута с последующей корректировкой в реальном времени

Правильный ответ: В

Блок практической подготовки

Форма контроля – зачет по промежуточной экспертизе презентации концепции решения Инженерной задачи, разработанной Участниками молодежных инженерных команд, с обязательным привлечением Эксперта от компании БАС, предоставившей Инженерную задачу.

Диагностические инструменты:

- Презентация концепции решения инженерной задачи.
- Процедура и результаты промежуточной экспертизы концепции решения инженерной задачи, разработанного участниками молодежных инженерных команд;
- Протокол промежуточной аттестации, отзыв эксперта Компании БАС на концепцию решения инженерной задачи, видеозапись процедуры проведения промежуточной аттестации.

Описание кейса:

По итогам разработки концепции решения инженерной задачи молодежная инженерная команда готовит презентацию концепции. Презентация должна включать, в том числе, следующие сведения:

- результаты исследования существующих аналогов решения задачи;
- эскиз (макет) предлагаемого решения задачи;
- дорожная карта по решению задачи.

Презентация также должна соответствовать требованиям, предъявляемым со стороны Университета 2035, компании БАС, предоставившей инженерную задачу (при наличии таких требований).

Осуществляется экспертиза презентации концепции решения инженерной задачи с обязательным привлечением эксперта от компании БАС, предоставившей инженерную задачу.

Критерии и показатели промежуточной экспертизы:

1) Критерий «Соответствие представленного в концепции эскиза решения требованиям ТЗ»:

- показатель «Соответствие представленного в концепции эскиза решения количественным характеристикам, указанным в ТЗ»;
- показатель «Соответствие представленного в концепции эскиза решения качественным характеристикам, указанным в ТЗ».

2) Критерий «Степень проработанности дорожной карты по решению инженерной задачи»:

- показатель «Соответствие дорожной карты по решению инженерной задачи установленным заказчиком срокам»;
- показатель «Оптимальность предложенного состава и последовательности действий по разработке решения инженерной задачи, указанным в дорожной карте».

3) Критерий «Степень проработанности концепции в части учета существующих аналогов решения инженерной задачи»:

- показатель «Полнота исследования существующих аналогов решения инженерной задачи»;
- показатель «Учет в предлагаемом решении существующих аналогов».

Шкала оценивания

Каждый показатель предусматривает оценку по шкале от 0 до 5 баллов. Каждый критерий – от 0 до 10 баллов. Максимальный балл по промежуточной экспертизе составляет 30 баллов.

На основании полученного суммарного балла определяется результат промежуточной экспертизы на основании следующих градаций:

- 0-10 баллов – концепция требует существенной переработки и повторной экспертизы;
- 11-19 баллов – концепция требует небольших доработок и повторной экспертизы;
- 20-30 баллов – концепция согласована, при наличии несущественных замечаний рекомендовано их устранение в процессе реализации.

В случае получения командой оценки от 0 до 19 баллов проводится повторная промежуточная экспертиза в порядке, согласованном с заказчиком решения.

Итоговая аттестация

Форма контроля – защита полученного решения Инженерной задачи с обязательной проверкой соответствия технических характеристик разработанного решения Инженерной задачи исходным техническим требованиям, предоставленным Компанией БАС для решения Инженерной задачи, с фиксацией результатов в протоколе испытаний решения Инженерной задачи.

Диагностический инструменты:

- Процедура защиты полученного решения Инженерной задачи.
- Протокол испытаний решения инженерной задачи, подтверждающий соответствие техническим требованиям, предоставленным Компанией БАС.

Показатели и критерии итогового оценивания:

1. Критерий «Функциональность решения»

Показатель: полнота выполнения всех функций, указанных в ТЗ.

2. Критерий «Соответствие техническим характеристикам»

Показатель: соответствие количественных и качественных характеристик продукта указанным в ТЗ.

3. Критерий «Соответствие требованиям к внешнему виду и массогабаритным характеристикам инженерного решения» / «Соответствие требованиям к пользовательскому интерфейсу или документированному интерфейсу командной строки» (для программного обеспечения)

Показатель: эстетичный внешний вид, простота конструкции, возможность масштабирования и т.д. в зависимости от требований, указанных в техническом задании / Удобство пользовательского графического интерфейса или документированного интерфейса командной строки (для программного обеспечения).

4. Критерий «Соответствие условиям эксплуатации»

Показатель: готовность продукта к функционированию в заданных условиях в соответствии с требованиями ТЗ.

5. Критерий «Документация и отчетность»

Показатель: полнота и ясность конструкторской документации. Наличие отчета о процессе разработки и тестирования.

Шкала оценивания:

1. Критерий «Функциональность решения»

Показатель: полнота выполнения всех функций, указанных в ТЗ.

Оценка:

- 11-14 баллов: Продукт полностью выполняет все функции, которые работают без сбоев и соответствуют заявленным характеристикам.

- 6-10 баллов: Продукт выполняет большинство функций, но есть некоторые недоработки или ограничения. Некоторые функции могут работать с незначительными сбоями или недостатками.

- 0-5 баллов: Продукт не выполняет ключевые функции, указанные в ТЗ. Многие функции отсутствуют или работают некорректно.

2. Критерий «Соответствие техническим характеристикам»

Показатель: соответствие количественных и качественных характеристик продукта указанным в ТЗ.

Оценка:

- 11-14 баллов: Продукт полностью соответствует всем техническим характеристикам, указанным в ТЗ. Все параметры находятся в пределах заявленных значений. Не выявлено никаких отклонений от спецификаций.

- 6-10 баллов: Продукт соответствует большинству технических характеристик, но есть некоторые незначительные отклонения. Некоторые параметры могут быть на

границ допустимого значения или незначительно ниже/выше заявленных. В целом, продукт функционирует в соответствии с ожиданиями, но требует доработки в отдельных аспектах.

- 0-5 баллов: Продукт не соответствует ключевым техническим характеристикам. Значительные отклонения от заявленных параметров, которые могут негативно повлиять на функциональность или безопасность. Некоторые характеристики отсутствуют или выполнены крайне неудовлетворительно.

3. Критерий «Соответствие требованиям к внешнему виду и массогабаритным характеристикам инженерного решения» / «Соответствие требованиям к пользовательскому интерфейсу или документированному интерфейсу командной строки» (для программного обеспечения)

Показатель: эстетичный внешний вид, простота конструкции, возможность масштабирования и т.д. в зависимости от требований, указанных в техническом задании / Удобство пользовательского графического интерфейса или документированного интерфейса командной строки (для программного обеспечения).

Оценка:

- 11-14 баллов: Продукт имеет эстетически привлекательный внешний вид, отвечает всем заявленным требованиям согласно ТЗ. Готовый продукт легко масштабируется и адаптируется под новые задачи / Продукт имеет удобный пользовательский графический интерфейс или документированный интерфейс командной строки (для программного обеспечения).

- 6-10 баллов: продукт имеет приемлемый внешний вид, но есть некоторые недочеты в дизайне. Прочность конструкции удовлетворительная, но могут быть замечены незначительные недостатки. Готовый продукт является сложным в обслуживании, и возможности масштабирования ограничены / Приемлемое удобство пользовательского графического интерфейса или документированного интерфейса командной строки, но могут быть замечены незначительные недостатки. Продукт является сложным с точки зрения работы с интерфейсом (для программного обеспечения).

- 0-5 баллов: Продукт имеет непривлекательный внешний вид и не соответствует большинству требований согласно ТЗ. Готовый продукт является ненадежным, сложным для обслуживания и не имеет возможности масштабирования или адаптации под новые требования / Продукт имеет неудобный пользовательский графический интерфейс или документированный интерфейс командной строки. Имеются значительные недостатки. Продукт очень сложный с точки зрения работы с интерфейсом (для программного обеспечения).

4. Критерий «Соответствие условиям эксплуатации»

Показатель: готовность продукта к функционированию в заданных условиях в соответствии с требованиями ТЗ.

Оценка:

- 11-14 баллов: Продукт полностью соответствует всем заявленным условиям эксплуатации. Все критические параметры находятся в допустимых пределах. Проведены необходимые испытания, подтверждающие надежность и долговечность в заданных условиях.

- 6-10 баллов: Продукт частично соответствует условиям эксплуатации, но есть некоторые ограничения. Некоторые параметры находятся на границе допустимых значений или требуют дополнительных условий для нормальной работы. Испытания проводились, но могут быть недостаточными для полной уверенности в надежности.

- 0-5 баллов: Продукт не соответствует заявленным условиям эксплуатации. Критические параметры значительно превышают допустимые значения или отсутствуют испытания. Рекомендуется доработка или полная переработка продукта для соответствия условиям эксплуатации.

5. Критерий «Документация и отчетность»

Показатель: полнота и ясность конструкторской документации. Наличие отчета о процессе разработки и тестирования.

Оценка:

- 11-14 баллов: Документация полностью и четко оформлена, включает все необходимые элементы и разделы. Наличие подробного отчета о процессе разработки и тестирования, который включает результаты тестов, использованные методологии и рекомендации по улучшению.

- 6-10 баллов: Документация содержит большинство необходимых элементов, но может отсутствовать некоторая информация или быть недостаточно подробной. Отчет о процессе разработки и тестирования присутствует, но может быть неполным или не содержать всех необходимых деталей.

- 0-5 баллов: Документация неполная или отсутствует, что затрудняет понимание работы продукта. Нет отчета о процессе разработки и тестирования или он крайне недостаточен, не позволяет оценить качество работы над продуктом.

Для получения итоговой оценки необходимо суммировать баллы по всем критериям. Максимально возможное количество баллов – 70. В зависимости от полученного результата установлены следующие уровни оценки:

- Отлично (56-70 баллов): продукт полностью соответствует всем требованиям ТЗ и демонстрирует высокое качество.

- Хорошо (30-55 баллов): продукт соответствует основным требованиям, но требует доработки.

- Удовлетворительно (0-29 баллов): продукт не соответствует большинству требований ТЗ.