

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:
оптимизация потоков в пневматических системах»**

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 32.003 Специалист по проектированию и конструированию механических конструкций, узлов и агрегатов систем летательных аппаратов.

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: совершенствование и формирование компетенций в области инженерных разработок БАС, необходимых для профессиональной деятельности в данной сфере, 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. Оформлять технические расчёты, спецификации, ведомости, инструкции и иную техническую документацию.
2. Выполнять предварительные расчёты деталей и узлов инженерных конструкций на прочность с применением типовых методик и руководящих материалов.
3. Разрабатывать макеты и модели отдельных узлов и агрегатов инженерных конструкций с целью проведения экспериментальной проверки и отработки конструкций.
4. Проводить испытания инженерных конструкций в соответствии с выданным заданием и методиками испытаний.
5. Осуществлять сбор, обработку и анализ материалов по результатам испытаний.
6. Разрабатывать мероприятия по устранению недостатков, выявленных по результатам испытаний и эксплуатации.

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 (проектирование и конструирование механических конструкций, узлов и агрегатов систем летательных аппаратов) деятельности:

Код	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
Вид деятельности 1	Проектирование и конструирование механических конструкций, узлов и агрегатов систем летательных аппаратов
Профессиональная компетенция ПК 1.1	Способен оформлять технические расчеты, спецификации, ведомости, инструкции и техническую документацию
Профессиональная компетенция ПК 1.2	Способен осуществлять предварительные расчеты деталей и узлов инженерных конструкций (в том числе в сфере БАС) на прочность по типовым методикам и руководящим материалам
Профессиональная компетенция ПК 1.3	Способен осуществлять разработку макетов и моделей отдельных узлов и агрегатов инженерных конструкций (в том числе в сфере БАС) для экспериментальной проверки и отработки конструкций
Профессиональная компетенция ПК 1.4	Способен проводить испытания инженерных конструкций (в том числе в сфере БАС) в соответствии с выданным заданием

		на испытания и методикой испытаний
Профессиональная компетенция ПК 1.5		Способен осуществлять сбор, обработку и анализ материалов по результатам испытаний
Профессиональная компетенция ПК 1.6		Способен разрабатывать мероприятия по устранению недостатков, выявленных по результатам испытаний и эксплуатации

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

1. ГОСТ, ЕСКД, стандарты оформления технической документации;
2. структура проектной и эксплуатационной документации в инженерных проектах;
3. форматы представления технической информации (включая графики, таблицы, пояснительные записки);
4. основы документирования программных моделей, включая описание входных/выходных параметров;
5. основы прочностного анализа пневмолиний, расчет на давление и потерю тепла;
6. методики расчета линейных и местных потерь давления;
7. свойства водорода и его поведение в пневмосистемах;
8. принципы построения математических моделей инженерных узлов;
9. алгоритмические подходы к моделированию: параметризация, модульность, обратная связь;
10. основы параметрического 3D-моделирования в CAD-средах;
11. правила подготовки 3D-моделей к производству (ориентация, допуски, экспорт форматов);
12. методики проведения пневмоиспытаний и измерения потерь давления;
13. протоколы получения и обработки сенсорных данных (I2C, UART, SPI);
14. базовые принципы верификации инженерных моделей;
15. методы сбора и анализа экспериментальных данных;
16. статистическая обработка результатов испытаний;
17. способы представления результатов: графики, диаграммы, отчеты;
18. методы анализа отказов и неисправностей;
19. подходы к проектированию с учетом надёжности;
20. обратная связь между конструкторским отделом и производством.

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

1. составлять и оформлять расчетные и пояснительные записки с обоснованием используемых моделей потерь;
2. готовить спецификации элементов и материалов;
3. формировать инструкции по эксплуатации и наладке;
4. строить расчетные схемы участков пневмолиний с учетом узлов и соединений;
5. выбирать методики прочностной оценки трубопроводов с учетом температур и давления;
6. осуществлять CAD-моделирование расчётных моделей пневмосистем;
7. формировать макеты на основе расчетных и проектных данных;
8. осуществлять базовый параметрический анализ конструкции в CAD-среде;
9. выполнять испытания в соответствии с утвержденной методикой;
10. сравнивать результаты моделирования с экспериментальными данными;
11. вести журнал и фиксировать параметры испытаний;
12. осуществлять предобработку данных по результатам испытаний;
13. проводить анализ материалов по результатам испытаний;
14. строить отчеты с графиками и таблицами результатов испытаний;
15. готовить выводы и рекомендации на основе данных испытаний;
16. проводить корректировку чертежей и спецификаций;
17. формировать технические предложения по доработке;
18. составлять перечень изменений с обоснованием.

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

1. оформления документации;
2. использования шаблонов и формуляров;
3. систематизации инженерной информации;
4. использования специализированное ПО для расчетов;
5. программирования расчетных модулей;
6. построения и анализа графиков распределения давления, температур и скоростей в трубе;
7. работы с CAD-инструментами для моделирования и подготовки компонентов к 3D-печати;
8. адаптации модели по результатам тестов;
9. построения сценариев испытаний и запуск вычислительных экспериментов;
10. работы с программным обеспечением для регистрации данных;
11. интерпретации результатов и выявление критических состояний;

12. использования современных программных продуктов для анализа данных;
13. подготовки визуализаций и сравнительных графиков;
14. написания аналитических отчетов по результатам;
15. оперативного проектирование улучшенных версий узлов;
16. адаптации документации под изменения;
17. командной работы с инженерами, технологами, испытателями.

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 по образцу, самостоятельно устанавливаемому 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:
оптимизация потоков в пневматических системах»

№п /п	Наименование учебных курсов, дисциплин (модулей) практик	Всего час.	В том числе			Сам. раб	Форма контроля	Формируемые компетенции
			аудит. занят.	лекции	практич. зан.			
<u>1</u>	Образовательный теоретический блок	34	34	33	1	0		ПК 1.1 – ПК 1.3
<u>2</u>	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование	
<u>3</u>	Блок практической подготовки	88	88	0	88	0		ПК 1.4 – ПК 1.6
<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 1.6
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: оптимизация потоков в пневматических системах», 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: оптимизация потоков в пневматических системах

№ 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 Архитектура и логика программных систем	2	2	2	0	0	
3.	Тема 1.2 В симуляторе: выполнение полета по заданным звездам, управление БВС	4	4	4	0	0	
4.	Тема 1.3 Работа с данными и информационными потоками	4	4	4	0	0	

5.	Тема 1.4 Аппаратные средства и сенсоры (в контексте взаимодействия с ПО)	4	4	4	0	0	
6.	Тема 1.5 Моделирование конструкции в CAD-среде	2	2	2	0	0	
7.	Тема 1.6 Расчёт прочности, устойчивости и нагрузок	2	2	2	0	0	
8.	Тема 1.7 Прототипирование и производство опытного образца	4	4	4	0	0	
9.	Тема 1.8 Инженерные решения с использованием программных методов	1	1	1	0	0	
10.	Тема 1.9 Перспективы развития и внедрения программных решений	1	1	1	0	0	
11.	Тема 1.10 Основы пневмодинамики водородных двигателей	4	4	4	0	0	
12.	Тема 1.11 Расчёт потерь давления и теплопередачи	2	2	2	0	0	
13.	Тема 1.12 Построение расчетной схемы пневмолинии	2	2	2	0	0	
14.	Тема 1.13 Реализация модели в инженерных пакетах	1	1	1	0	0	
15.	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование
16.	Блок практической подготовки	88	88	0	88	0	
17.	Тема 2.1 Физические основы пневмодинамики и свойства водорода	6	6	0	6	0	
18.	Тема 2.2 Классификация и анализ схем пневмолиний водородного двигателя	6	6	0	6	0	
19.	Тема 2.3 Изучение потерь давления в трубопроводах (методы и формулы)	8	8	0	8	0	
20.	Тема 2.4 Практика расчёта тепловых потерь в пневмолинии	8	8	0	8	0	
21.	Тема 2.5 Формализация и построение математической модели участка пневмолинии	8	8	0	8	0	
22.	Тема 2.6 Программная реализация модели (Python)	8	8	0	8	0	
23.	Тема 2.7 Моделирование влияния изменений сечения и шероховатости труб	8	8	0	8	0	
24.	Тема 2.8 Влияние внешних температур и изоляции на	6	6	0	6	0	

	потери в пневмолинии						
25.	Тема 2.9 Сравнительный анализ расчетных моделей потерь	6	6	0	6	0	
26.	Тема 2.10 Валидация модели на основе экспериментальных или табличных данных	4	4	0	4	0	
27.	Тема 2.11 Проектирование пневмолинии водородного двигателя в 3D	6	6	0	6	0	
28.	Тема 2.12 Документирование, отчётность	4	4	0	4	0	
29.	Тема 2.13 Анализ и выбор методов уплотнения и соединений в пневмолиниях	4	4	0	4	0	
30.	Тема 2.14 Презентация проекта по разработке продукта	4	4	0	4	0	
31.	Промежуточная аттестация	2	2	0	2	0	Зачет
32.	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: г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 55, корп. 31.

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 Intel Core i7-12700 / Asus PRIME H610M-R D4-SI / 2x8GB / RTX3050 8G / SSD 512Gb / HDD 1TB / Windows 11 Professional 64 bit / с монитором.
- 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. Wang Y., Yuan H., Martinez A., Hong P., Xu H., Bockmiller F.R. Polymer electrolyte membrane fuel cell and hydrogen station networks for automobiles: Status, technology, and perspectives // *Advances in Applied Energy*. – 2021. – No. 2. – Iss. 100011. – P. 22. DOI: 10.1016/j.adapen.2021.100011.

2. Козлов А.В., Порсин А.В., Добровольский Ю.А., Кашин А.М., Теренченко А.С., Горин М.А., Тихонов А.Н., Милов К.В. Оценка жизненного цикла силовых установок на

аккумуляторной батарее, водородных топливных элементах, двигателе внутреннего сгорания для городских автобусов в условиях московского региона // Журнал прикладной химии. – 2021. – Т. 94. – Вып. 6. – С. 784-804. DOI: 10.31857/S004446182106013X.

3. Ming H., Zhigang S., Baolian Y. Technological Approaches to Increasing Specific Power of Vehicular Fuel Cell Stacks // Strategic Study of CAE. – 2019. – Vol. 21.– No. 3. – P. 9. DOI: 10.15302/J-SSCAE-2019.03.002.

4. Ritzberger D., Hametner C., Jakubek S. A Real-Time Dynamic Fuel Cell System Simulation for Model-Based Diagnostics and Control: Validation on Real Driving Data // Energies. – 2020. – Vol. 13. – Issue 3148. – P. 20. DOI: 10.3390/en13123148.

5. Wurzenberger J.C., Rašić D., Tavcar G., Glatz T., Mele I., Katrasnik T. FCEV Performance Assessment – Electrochemical Fuel Cell and Battery Modelling on Vehicle Level // SAE International. – 2020. – No. 01. – Issue 0857. – P. 19. DOI: 10.4271/2020-01-0857.

Электронные образовательные ресурсы:

1. ГОСТ Р 59519-2021. «Национальный стандарт Российской Федерации. Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 27.05.2021 № 474-ст).

2. Курченко, Н.Ю., Труфляк, Е.В. Нормативно-правовая база использования беспилотных авиационных систем [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – 56 с. – URL: <https://foresight.kubsau.ru/upload/iblock/f14/f14d0f9a2725cfac93c15efd50ebd8c7.pdf> (дата обращения: 01.05.2025).

3. 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).

4. 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. Циркуляр 328-AN/190 ИКАО. Беспилотные авиационные системы (БАС) / Библиотека нормативных правовых актов | АЭРОНЕКСТ. - Режим доступа: https://aeronext.aero/UserFiles/ContentFiles/2017-11-8_13-22-30_ИКАО%20328%20циркуляр%20БАС.pdf

2. Беспилотные летательные аппараты - БПЛА. Дроны. История // Информационное агентство Avia.pro – федеральное информационное агентство, распространяющее новости России и ближайшего зарубежья от собственных корреспондентов, дочерних агентств и партнеров. - 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.	Золотарев Олег Васильевич	АНО ВО «РосНОУ», Заведующий кафедрой информационных систем в экономике и управлении ИИСиИКТ, Кандидат технических наук	16 лет
4.	Батманова Ольга Викторовна	АНО ВО «РосНОУ», Старший преподаватель	9 лет
5.	Крюковский Андрей Сергеевич	АНО ВО «РосНОУ», Заведующий кафедрой информационных технологий и естественнонаучных дисциплин, Доктор физико-математических наук	3 года

6.	Клименко Игорь Семенович	АНО ВО «РосНОУ», Профессор кафедры информационных систем в экономике и управлении ИИСиИКТ, Кандидат физико-математических наук, профессор	64 года
7.	Лабунец Леонид Витальевич	АНО ВО «РосНОУ», Профессор кафедры информационных систем в экономике и управлении ИИСиИКТ, Доктор технических наук	47 лет
8.	Растягаев Дмитрий Владимирович	АНО ВО «РосНОУ», Проректор по информационным технологиям, Кандидат физики-математических наук	29 лет
9.	Михалёва Елизавета Вячеславовна	АНО ВО «РосНОУ», Старший преподаватель	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.	Новоселов Илья Викторович	ООО "ВЕРКОНТ СЕРВИС", Старший системный аналитик, разработчик 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)

- В) Линейное выполнение кода
- С) Рекурсивные вызовы функций
- Д) Глобальные переменные

Правильный ответ: А

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

- А) Наследование классов
- В) Система подписки на события (event subscription)
- С) Рекурсивные алгоритмы
- Д) Статические переменные

Правильный ответ: В

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

- А) Компиляция кода
- В) Сбор телеметрии
- С) Шифрование данных
- Д) Архивирование логов

Правильный ответ: В

7. Какой тип данных НЕ является примером сенсорных показаний?

- А) Температура
- В) Ускорение
- С) HTML-код веб-страницы
- Д) Влажность

Правильный ответ: С

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

- А) Скользящее среднее (moving average)
- В) Хеширование
- С) Сжатие ZIP
- Д) Кодирование Base64

Правильный ответ: А

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

- А) Фильтр Калмана
- В) Медианный фильтр
- С) Быстрая сортировка (quicksort)
- Д) 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: C

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

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

Правильный ответ: B

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: C

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

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

Правильный ответ: B

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: C

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: А

21. Какое преимущество использования водородного топлива в авиационных двигателях на больших высотах связано с его пневмодинамическими свойствами?

- А) Увеличение подъемной силы.
- В) Снижение риска обледенения.
- С) Улучшение топливной эффективности.
- Д) Уменьшение аэродинамического сопротивления.

Правильный ответ: С

22. Какой газ используется в топливных ячейках для получения электроэнергии?

- А) Азот
- В) Водород
- С) Кислород
- Д) Гелий

Правильный ответ: В

23. Какое из нижеперечисленных факторов наиболее существенно влияет на увеличение линейных потерь давления в трубопроводе?

- А) Увеличение температуры транспортируемой жидкости.
- В) Увеличение длины трубопровода
- С) Увеличение наружного диаметра трубы.
- Д) Уменьшение плотности транспортируемой жидкости.

Правильный ответ: В

24. Какое из следующих изменений приведет к уменьшению гидравлического сопротивления в трубопроводе?

- А) Увеличение скорости потока.
- В) Увеличение вязкости жидкости.
- С) Увеличение шероховатости внутренней поверхности трубы.
- Д) Увеличение диаметра трубы.

Правильный ответ: Д

25. Что не входит в состав пневмолинии?

- А) Компрессор.
- В) Ресивер.
- С) Осушитель.
- Д) Компаратор.

Правильный ответ: Д

26. Какой из следующих принципов наиболее важен при размещении компонентов на пневматической схеме для обеспечения её логичности и удобочитаемости?

- A) Размещение компонентов в порядке их размера, начиная с самых маленьких
- B) Уплотнение компонентов как можно ближе друг к другу для экономии пространства
- C) Расположение компонентов в соответствии с направлением потока воздуха
- D) Размещение всех компонентов в одной плоскости

Правильный ответ: C

27. Какие из следующих граничных условий наиболее типичны для моделирования работы насосов в вычислительной гидродинамике (CFD)?

- A) Постоянная температура на всех границах
- B) Массовый расход
- C) Постоянное значение энтальпии
- D) Абсолютная жесткость материала

Правильный ответ: B

28. Что не входит в предварительные настройки проведения CFD расчета?

- A) Создание сетки МКЭ
- B) Выбор граничных условий
- C) Выбор типа задачи
- D) Выбор целей расчета

Правильный ответ: A

29. Какую форму обычно имеет график, отображающий CDF?

- A) Гистограмма
- B) Линейный график с постоянным наклоном
- C) S-образная кривая
- D) Линейная кривая, которая возрастает по экспоненте

Правильный ответ: C

30. Каково основное применение CDF анализа?

- A) Измерение медианы в наборе данных
- B) Определение вероятности, что случайная величина будет меньше или равна определенному значению

- C) Расчет стандартного отклонения
- D) Нахождение моды распределения

Правильный ответ: B

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 грани 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.