

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:
технологии производства антенн из композиционных материалов
с повышенными характеристиками»**

Объем программы: 114 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: 114 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 новых профессиональных компетенций в области проектирования дополнительного оборудования и применения композиционных материа-

лов для БВС, 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. Осуществлять предварительные расчёты деталей и узлов инженерных конструкций, в том числе в сфере БАС, на прочность с использованием типовых методик и нормативных материалов.
2. Оформлять технические расчёты, спецификации, ведомости, инструкции и иную техническую документацию в рамках проектирования и эксплуатации пневматических систем БАС.
3. Разрабатывать макеты и модели отдельных узлов и агрегатов инженерных конструкций для экспериментальной проверки и отработки решений в области БАС.
4. Проводить испытания инженерных конструкций в соответствии с утверждённым заданием и методиками испытаний, включая анализ результатов.
5. Собирать, обрабатывать и анализировать данные, полученные в ходе испытаний инженерных конструкций, с целью оценки их надёжности и эффективности.
6. Разрабатывать мероприятия по устранению выявленных недостатков по результатам испытаний и эксплуатации инженерных систем БАС.

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 профессиональной компетенции	Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций
Вид деятельности	Проектирование и конструирование механических конструкций, узлов и агрегатов систем летательных аппаратов
ПК 1.1	Способен оформлять технические расчеты, спецификации, ведомости, инструкции и техническую документацию
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

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
ПК 1.4	Способен проводить испытания инженерных конструкций (в том числе в сфере БАС) в соответствии с выданным заданием на испытания и методикой испытаний
ПК 1.5	Способен осуществлять сбор, обработку и анализ материалов по результатам испытаний
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. Конструктивные элементы рамы БВС и требования к полезной нагрузке.
2. Принципы работы отражающих поверхностей антенн и диаграммы направленности.
3. Стандарты оформления CAD-моделей и чертежей для 3D-печати.
4. Методы расчета размеров рефлектора под заданную частоту.
5. Физико-механические свойства углепластиков и композитов.
6. Основы аэродинамики БВС и влияние антенн на полетные характеристики.
7. Технологии 3D-печати (PETG/PLA) и формования композитов.
8. Формы рефлекторов (параболические, угловые, решетчатые).
9. Принципы компоновки антенных систем на БВС.
10. Методы измерения диэлектрической проницаемости материалов.
11. Процедуры тестирования антенн на поворотном столе.
12. Стандарты испытаний на прочность композитных конструкций.
13. Методы анализа результатов моделирования в ЕМ-редакторах.
14. Принципы интерпретации S-параметров.
15. Технологии сравнения с эталонными антеннами.
16. Сравнительные характеристики материалов (алюминий, медь, композиты).
17. Методы оптимизации аэродинамических характеристик.
18. Технологии доработки композитных конструкций.
19. Принципы повторного тестирования после доработок.

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

1. Составлять спецификации на композитные и полимерные материалы.
2. Оформлять ведомости параметров антенных рефлекторов.
3. Разрабатывать инструкции по сборке антенных систем.

4. Рассчитывать параметры антенн (усиление, КСВН, ширину луча).
5. Оценивать влияние антенны на баланс и центр давления БВС.
6. Проводить прочностные расчеты компонентов из композитных материалов.
7. Создавать 3D-модели антенных систем с учетом габаритов БВС.
8. Подготавливать модели к производству (нарезка в Cura/Prusa).
9. Разрабатывать сборки с облучателями (диполь, волновод, спираль).
10. Проводить испытания антенн в аэротрубе.
11. Анализировать диаграммы направленности.
12. Тестировать влияние вибраций на крепления.
13. Обрабатывать данные полетных испытаний.
14. Анализировать влияние антенны на дальность связи.
15. Выявлять зоны для оптимизации конструкции.
16. Разрабатывать мероприятия по улучшению характеристик.
17. Корректировать геометрию рефлектора.
18. Оптимизировать материал изготовления.
19. Проводить повторные испытания доработанных образцов.

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

1. Работы в CAD-средах (Fusion 360 и аналоги).
2. Подготовки STL-файлов для 3D-печати.
3. Параметрического моделирования в CAD.
4. Расчета S-параметров и импеданса.
5. Прототипирования в CAD-средах.
6. Оптимизации геометрии под радиочастотные характеристики.
7. Работы с измерительным оборудованием (КСВН-метры).
8. Видеофиксации потоков (дым/нить).
9. Электрических измерений (мультиметр).
10. Проверки целостности соединений.
11. Механической сборки узлов.
12. Калибровки антенных систем.

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 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: технологии производства антенн из композиционных материалов с повышенными характеристиками»

№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	30	30	29	1	0		ПК 1.1, ПК 1.2
<u>2</u>	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование	
<u>3</u>	Блок практической подготовки	82	82	0	82	0		ПК 1.3 – 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:	114	114	29	85	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: технологии производства антенн
из композиционных материалов с повышенными характеристиками»,
график рассчитан на обучение 114 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: технологии производства антенн из композиционных материалов с повышенными характеристиками

№ 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	30	30	29	1	0	
2.	Тема 1.1 Введение в проектирование компонентов БВС	2	2	2	0	0	
3.	Тема 1.2 Основы аэродинамики и механики полета БВС	2	2	2	0	0	
4.	Тема 1.3 Выбор материалов и технологии их обработки	4	4	4	0	0	
5.	Тема 1.4 Моделирование конструкции в CAD-среде	2	2	2	0	0	
6.	Тема 1.5 Прототипирование и производство опытного образца	1	1	1	0	0	
7.	Тема 1.6 Полевые и лабораторные испытания компонентов	2	2	2	0	0	
8.	Тема 1.7 Интеграция компонентов в конструкцию БВС	2	2	2	0	0	
9.	Тема 1.8 Принципы работы направленных антенн и роль рефлектора	2	2	2	0	0	
10.	Тема 1.9 Расчёт геометрии рефлектора (парабола, сектор)	4	4	4	0	0	
11.	Тема 1.10 Материалы для	4	4	4	0	0	

	радиопрозрачных и отражающих элементов						
12.	Тема 1.1.1 Электромагнитное моделирование антенны и настройка направленности	4	4	4	0	0	
13.	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование
14.	Блок практической подготовки	82	82	0	82	0	
15.	Тема 2.1 Проработка требований и условий эксплуатации	6	6	0	6	0	
16.	Тема 2.2 Конструктивная схема антенны с рефлектором	8	8	0	8	0	
17.	Тема 2.3 Расчет параметров антенны и облучателя	10	10	0	10	0	
18.	Тема 2.4 Создание 3D-модели антенны с рефлектором	10	10	0	10	0	
19.	Тема 2.5 3D-печать прототипа и сборка	12	12	0	12	0	
20.	Тема 2.6 Электрическая интеграция и пайка	10	10	0	10	0	
21.	Тема 2.7 Испытания в помещении и на стенде	10	10	0	10	0	
22.	Тема 2.8 Испытания на БВС	10	10	0	10	0	
23.	Тема 2.9 Презентация проекта по разработке продукта	4	4	0	4	0	
24.	Промежуточная аттестация	2	2	0	2	0	Зачет
25.	Итоговая аттестация	2	2	0	2	0	Защита полученного решения Инженерной задачи
	ВСЕГО:	114	114	29	85	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. Степанов Р.В. Композиционные материалы в радиотехнике. – М.: Радиотехника, 2020. – 224 с.

2. Москвичев Е. В. Исследования деформирования композитного материала с памятью формы для рефлектора космической антенны //Борисовские чтения. – 2021. – С. 262-266.

3. Проектирование антенных систем: учебное пособие / В. В. Головин, Ю. Н. Тыщук, И. Л. Афонин; Севастопольский государственный университет. — Москва: Центркаталог, 2020. — 149, [1] с.: ил., табл.: 21 см — (Вузовский учебник: серия).; ISBN 978-5-903268-429.

4. Замятин Д. А., Кольга В. В. КОНСТРУКЦИЯ МАЧТЫ РЕФЛЕКТОРА ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ //АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКИ. – 2021. – С. 87-89.

5. Журнал «Радио», 2022. № 3. Статья: «Рефлекторы из углепластика». – С. 12-18.

6. Николаев А.Г. Радиолокационные системы БПЛА. – М.: Техносфера, 2019. – 256 с.

7. Семенов Л.К. Механика композиционных материалов. – М.: Физматлит, 2020. – 320 с.

8. Волков Д.А. САД-моделирование в радиотехнике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 208 с.

Электронные образовательные 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> ал «Российское образование www.edu.ru.

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

2. Искусственный интеллект в дронах – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hashdork.com/ru/искусственный-интеллект-в-дронах/>

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

4. 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.	Тэммо Роман Геннадьевич	ООО "ГАЛВИНГ", Инженер-программист	20 лет

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 обеспечивает модульность конструкции БВС?

- А) Автоматическую балансировку по центру тяжести
- В) Быстрый доступ, ремонт и замену компонентов
- С) Снижение аэродинамического сопротивления корпуса
- Д) Упрощение проектирования конструкции

Правильный ответ: В

2. Какая задача полезной нагрузки БВС?

- А) Управление аэродинамическими поверхностями
- В) Оптимизация потребления энергии двигателями
- С) Обеспечение эксплуатации БВС в соответствии с его назначением
- Д) Обеспечение надежности эксплуатации воздушного судна

Правильный ответ: С

3. Что представляет собой подъёмная сила в контексте полёта БВС?

- А) Сила сопротивления, направленная по вектору скорости набегающего потока
- В) Аэродинамическая сила, перпендикулярная направлению движения летательного аппарата и расположенная в горизонтальной плоскости летательного аппарата

С) Аэродинамическая сила, перпендикулярная вектору скорости набегающего потока и расположенная в продольной плоскости летательного аппарата

Д) Сила, создающая давление в топливном баке

Правильный ответ: В

4. Какая величина характеризует помехи со стороны окружающей среды для горизонтального движения БВС?

А) Угол атаки

В) Момент тангажа

С) Лобовое сопротивление

Д) Размах крыла

Правильный ответ: С

5. Для оптимизации аэродинамических характеристик БВС обычно стремятся снизить значение какого коэффициента?

А) Коэффициента момента тангажа

В) Коэффициента лобового сопротивления

С) Коэффициента подъемной силы

Д) Коэффициента боковой силы

Правильный ответ: В

6. Что характеризует предел прочности материала?

А) Максимальное напряжение перед потерей устойчивости

В) Максимальное напряжение, при котором отсутствуют пластические деформации

С) Максимальное напряжение, при котором образец может выдержать любое произвольно большое число повторений переменных нагрузок

Д) Максимальное напряжение перед разрушением

Правильный ответ: Д

7. Почему композитные материалы популярны в БВС?

А) Высокое отношение прочности к массе

В) Низкая стоимость производства

С) Высокая теплопроводность

Д) Высокая ремонтопригодность

Правильный ответ: А

8. Что представляет собой эскиз в CAD-среде?

А) Набор двумерных контуров для создания 3D-геометрии

В) Готовая 3D-модель

- C) Сборка компонентов
- D) Анализ напряженного состояния

Правильный ответ: A

9. Каким инструментом CAD создаётся пологая поверхность между несколькими профильными сечениями?

- A) Copy
- B) Offset
- C) Loft
- D) Trim

Правильный ответ: C

10. Что означает создание сборки в CAD?

- A) Расчет на прочность нескольких компонентов
- B) Реализация автоматического обновления параметров при изменении геометрии
- C) Объединение нескольких компонентов в одну модель
- D) Создание чертежа для узла из нескольких деталей

Правильный ответ: C

11. Что называют жесткостью?

A) Способность тела или конструкции сопротивляться изменению положения в пространстве

- B) Способность тела или конструкции сопротивляться деформации
- C) Способность тела или конструкции сопротивляться разрушению
- D) Способность тела или конструкции сопротивляться пластической деформации

или разрушению при местном силовом воздействии

Правильный ответ: B

12. Какой параметр сечения является определяющим при расчете на изгибную прочность?

- A) Площадь сечения
- B) Статический момент сечения
- C) Момент инерции сечения
- D) Момент сопротивления сечения

Правильный ответ: D

13. Какова основная цель прототипирования БВС?

- A) Обеспечить снижение себестоимости производства
- B) Проверка конструкции и функциональности в практических условиях
- C) Разработка маркетинговой стратегии

D) Обучение персонала управлению БВС

Правильный ответ: В

14. Что важно учесть при экспорте CAD-модели для производства прототипа на 3D принтере?

A) Указание правильного материала в свойствах файла

B) Формат файла, допуски и ориентацию модели

C) Подходящий цвет текстур модели

D) Подходящую температуру печати

Правильный ответ: В

15. Для чего проводят полевые испытания компонентов БВС?

A) Оценки работы в реальных условиях эксплуатации

B) Подготовки к массовому производству БВС

C) Оптимизации кода автопилота

D) Создания маркетинговых материалов

Правильный ответ: А

16. Климатическое испытание проверяет:

A) Устойчивость летательного аппарата к порывам ветра

B) Устойчивость к магнитным бурям

C) Устойчивость к изменениям температуры и влажности

D) Устойчивость при изменении времени суток

Правильный ответ: С

17. Что включает в себя механическая сборка узлов БВС?

A) Настройку ПО

B) Закрепление несущих поверхностей и крепёжных элементов

C) Программирование контроллера

D) Анализ телеметрии

Правильный ответ: В

18. При подключении электроники требуется:

A) Проверить прошивку компонентов

B) Установить дополнительный вес

C) Использовать правильные цвета проводов

D) Соблюдать полярность и номинальные токи цепей

Правильный ответ: D

19. Что такое плата распределения питания в составе БВС?

A) Устройство для объединения, распределения и фильтрации цепей питания

- В) Датчик остаточного заряда аккумулятора
- С) Модуль беспроводной зарядки
- Д) Интерфейс для обмена телеметрией

Правильный ответ: А

20. Что важно при электрическом подключении сенсоров к БВС?

- А) Обеспечить правильное питание и сигнальные соединения
- В) Сохранить минимальную массу конструкции
- С) Минимизировать количество разъемов
- Д) Повысить чувствительность антенны

Правильный ответ: А

21. Что происходит с радиоволнами при увеличении частоты?

- А) Они проникают глубже через препятствия
- В) Они отражаются слабее от объектов
- С) Дальность распространения уменьшается
- Д) Время передачи сигнала увеличивается

Правильный ответ: С

22. Какое положение антенны обеспечивает наилучшую связь с направленной антенной?

- А) Перпендикулярное направлению полета
- В) Параллельное направлению полета и строго на цель
- С) Наклон под углом 45 градусов к цели
- Д) Развернутое вниз к земле

Правильный ответ: В

23. Какую функцию выполняет отражающая поверхность в антенне?

- А) Генерирует сигнал
- В) Поглощает сигнал для защиты оборудования
- С) Перенаправляет энергию сигнала в нужном направлении
- Д) Снижает потери в кабеле

Правильный ответ: С

24. Какая форма рефлектора обеспечивает максимально узкий и мощный луч сигнала?

- А) Плоская
- В) Параболическая
- С) Угловая
- Д) Решетчатая

Правильный ответ: В

25. Какая форма рефлектора применяется для создания широкого сектора покрытия сигнала?

- А) Плоский рефлектор
- В) Угловой рефлектор
- С) Параболический рефлектор
- Д) Кольцевой рефлектор

Правильный ответ: В

26. Что происходит при наличии поверхностного тока на отражающем элементе антенны?

- А) Происходит рассеивание сигнала
- В) Усиливается направленный отражённый сигнал
- С) Поглощение радиоволн увеличивается
- Д) Температура материала резко снижается

Правильный ответ: В

27. Почему алюминий часто используется для отражающих элементов, несмотря на более низкую электропроводность по сравнению с медью?

- А) Из-за лучшей гибкости
- В) Из-за меньшего веса и устойчивости к коррозии
- С) Из-за более высокой температуры плавления
- Д) Из-за способности поглощать сигналы

Правильный ответ: В

28. Как измеряют электропроводность материала при тестировании для радиочастотных приложений?

- А) Только по толщине покрытия
- В) Через сопротивление и плотность тока
- С) По теплопроводности материала
- Д) Через коэффициент отражения света

Правильный ответ: В

29. Что нужно обязательно задать при настройке частоты в моделировании антенны?

- А) Цвет покрытия антенны
- В) Зону работы GPS-передатчика
- С) Диапазон рабочих частот модели
- Д) Механизм разворачивания антенны

Правильный ответ: С

30. Что показывают S-параметры в моделировании антенн?

- А) Степень теплового расширения конструкции
- В) Потери и отражение энергии на различных частотах
- С) Уровень освещения окружающей среды
- Д) Количество электропитания для антенны

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 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.