

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:
проектирование высокоэффективных двигателей для БВС»**

Объем программы: 118 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: 118 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, необходимых для выполнения инженерных задач и внедрения технологических решений в области БАС, 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 для компонентов БВС;
3. требования к расчетной и пояснительной части (включая расчёты прочности, аэродинамики, электромагнитной совместимости и др.);
4. основы сопротивления материалов;
5. методики расчета на прочность, устойчивость, жесткость;
6. геометрия статора и ротора: выбор числа полюсов и пазов;
7. технологии быстрой прототипизации (3D-печать, лазерная резка, обработка);
8. типовые материалы для макетирования;
9. принципы масштабного моделирования и имитации нагрузок;
10. материалы для статора и ротора;
11. виды механических испытаний;
12. структура программы испытаний;
13. требования к точности, калибровке и регистрации данных;
14. методы сбора и визуализации экспериментальных данных;
15. принципы статистической обработки результатов;
16. критерии оценки качества, отклонений и сбоев;
17. методы анализа отказов и неисправностей;
18. подходы к проектированию с учетом надёжности;
19. 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;
2. готовить спецификации элементов и материалов;
3. формировать инструкции по эксплуатации и наладке;
4. составлять техническое задание и концепцию на проектирование бесщёточного электродвигателя для БВС;

5. выполнять ручные и численные расчеты с использованием справочников и нормативов;
6. применять расчетные схемы для типовых элементов конструкции;
7. использовать коэффициенты запаса, нагрузки и допустимые напряжения;
8. разрабатывать 3D-модели узлов в CAD-средах;
9. проектировать сборочные единицы и сопряжения (статора, ротора, корпуса);
10. готовить модели к производству и печати с учетом технологических требований: допуски, сборка, обслуживание;
11. читать и реализовывать методику испытаний;
12. использовать измерительное оборудование;
13. проводить проверку на совместимость, влияние на летные характеристики;
14. анализировать конструкции;
15. анализировать технологические допуски;
16. сопоставлять расчетные и экспериментальные значения;
17. составлять отчет по результатам тестирования;
18. проводить корректировку чертежей и спецификаций;
19. формировать технические предложения по доработке;
20. составлять перечень изменений с обоснованием.

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

1. владение инструментами оформления документации;
2. использование шаблонов и формуляров;
3. систематизация инженерной информации;
4. расчет с применением инженерного ПО;
5. составление прочностных отчетов и формул;
6. сравнение и обоснование вариантов исполнения узлов;
7. создание полной сборки двигателя;
8. сборка и проверка макетов в лабораторных условиях;
9. оперативная модификация конструкций по результатам тестов;
10. организация и проведение стендовых испытаний;
11. проведение испытания на прочность и деформации;
12. фиксация параметров работы и отклонений;
13. документирование хода и результатов испытаний;
14. использование современных продуктов для анализа данных;
15. построение графиков, диаграмм, гистограмм отклонений;

16. разрабатывать систему технического контроля;
17. выявление причин аномалий;
18. оперативное проектирование улучшенных версий узлов;
19. адаптация документации под изменения;
20. проведение повторных испытаний и оценка улучшений.

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:
проектирование высокоэффективных двигателей для БВС»

№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	32	31	31	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	84	84	0	84	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:		118	118	31	87	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: проектирование высокоэффективных двигателей для БВС», график рассчитан на обучение 118 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: проектирование высокоэффективных двигателей для БВС

№ 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	32	32	31	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 Расчёт прочности, устойчивости и нагрузок	2	2	2	0	0	

7.	Тема 1.6 Прототипирование и производство опытного образца	2	2	2	0	0	
8.	Тема 1.7 Полевые и лабораторные испытания компонентов	2	2	2	0	0	
9.	Тема 1.8 Интеграция компонентов в конструкцию БВС	2	2	2	0	0	
10.	Тема 1.9 Принцип действия бесщёточного электродвигателя	4	4	4	0	0	
11.	Тема 1.10 Конструкция ротора и статора, выбор магнитов и обмоток	4	4	4	0	0	
12.	Тема 1.11 Тепловые режимы работы и охлаждение	1	1	1	0	0	
13.	Тема 1.12 Расчет характеристик: крутящий момент, обороты, КПД	4	4	4	0	0	
14.	Промежуточная аттестация	1	1	0	1	0	Тестирование
15.	Блок практической подготовки	84	84	0	84	0	
16.	Тема 2.1 Геометрия статора и ротора: выбор числа полюсов и пазов	12	12	0	12	0	
17.	Тема 2.2 Материалы для статора и ротора: электротехническая сталь, композиты	10	10	0	10	0	
18.	Тема 2.3 Термостойкие изоляционные материалы для обмоток	10	10	0	10	0	
19.	Тема 2.4 3D-печать компонентов двигателя: возможности и ограничения	10	10	0	10	0	
20.	Тема 2.5 Проектирование статора, ротора, корпуса	14	14	0	14	0	
21.	Тема 2.6 Учет технологических требований: допуски, сборка, обслуживание	10	10	0	10	0	
22.	Тема 2.7 Создание полной сборки двигателя	12	12	0	12	0	
23.	Тема 2.8 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

							Инженер- ной задачи
	ВСЕГО:	118	118	31	87	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. Овчинников, В. В. Производство деталей летательных аппаратов: учебник / В.В. Овчинников. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2022. — 367 с.
2. Беспилотные летательные аппараты, их электромагнитная стойкость и математические модели систем стабилизации: монография / В.А. Крамарь, А.Н. Володин, Е.В. Евтушенко [и др.]. — Москва: ИНФРА-М, 2025. — 180 с

Электронные образовательные ресурсы:

1. Проектирование и создание беспилотного летательного аппарата с применением отечественной системы автоматизированного проектирования компас 3d // Углов М.А., Акмалиев А.Н. - Вестник науки. 2023. №12 (69). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-i-sozdanie-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-s-primeneniem-otechestvennoy-sistemy-avtomatizirovannogo>.
2. Легконогих Денис Сергеевич, Крылов Анатолий Андреевич, Иванов Максим Сергеевич СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ // Военная мысль. 2019. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-silovyh-ustanovok-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov> (дата обращения: 14.05.2025).
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. 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).

2. Разработка параметризованной модели конструкции бесколлекторного двигателя-маховика на основе рационального выбора конструктивных параметров и требований ТЗ. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-parametrizovannoy-modeli-konstruktsii-beskollektornogo-dvigatelya-mahovika-na-osnove-ratsionalnogo-vybora-konstruktivnyh>.

3. Производство бесщеточных двигателей для квадрокоптеров БПЛА <https://pro-tehnologji.ru/news/45>.

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.	Гришко Владимир Анатольевич	АО "ОКБ-25", Кандидат технических наук 1994 г.	22 года

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 напряжённого 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 разъёмов
- Д) Повысить чувствительность антенны

Правильный ответ: А

21. Чем бесколлекторный двигатель отличается от коллекторного?

- А) наличием щеток в конструкции
- В) наличием жидкостного охлаждения
- С) встроенным редуктором
- Д) использованием электронного контроллера

Правильный ответ: D

22. Какой компонент BLDC-двигателя формирует вращающееся магнитное поле?

- А) подшипники
- В) обмотки статора
- С) роторный демпфер
- Д) щёточный узел

Правильный ответ: В

23. Какая характеристика определяет номинальный крутящий момент BLDC-двигателя?

- А) масса ротора
- В) сила тока в обмотках статора
- С) площадь поперечного сечения двигателя
- Д) число полюсов

Правильный ответ: В

24. При увеличении числа полюсов в BLDC-двигателе происходит

- А) падение КПД
- В) рост максимальных оборотов
- С) увеличение вибраций
- Д) снижение пульсаций момента

Правильный ответ: D

25. Какое соединение обмоток статора обеспечивает наиболее плавный крутящий момент?

- A) последовательное
- B) треугольник (Δ)
- C) звезда (Y)
- D) параллельное

Правильный ответ: C

26. Выбор формы и материала магнитов влияет на КПД двигателя через

- A) геометрию и магнитную индукцию
- B) силу тока и массу магнита
- C) жесткость и прочность магнита
- D) способ крепления

Правильный ответ: A

27. Как избежать перегрева обмоток двигателя?

- A) Увеличить напряжение в обмотках
- B) Установить радиаторы
- C) Использовать алюминиевые магниты
- D) Изменить тип аккумулятора

Правильный ответ: B

28. Какой метод охлаждения наиболее эффективен для высокомоощных бесколлекторных моторов?

- A) пассивное за счёт ребёр
- B) воздушное принудительное
- C) жидкостное
- D) термоэлектрическое

Правильный ответ: C

29. Что вычисляют через формулу $P=U \cdot I$?

- A) Крутящий момент
- B) Потребляемую мощность
- C) Скорость вращения
- D) Температуру двигателя при заданной мощности

Правильный ответ: B

30. Для оценки КПД двигателя используют отношение

- A) механической мощности на валу к потреблённой электрической
- B) напряжения в обмотках к крутящему моменту на валу

С) крутящего момента к оборотам вала

Д) потребленной электрической мощности к механической

Правильный ответ: А

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.