

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


_____ В.А. Небольсин
« 16» декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
**«Методы испытаний и контроля технического состояния беспилотных
авиационных систем»**

Направление подготовки (специальность) 11.04.03 Конструирование и
технология электронных средств

код и наименование направления подготовки/специальности

Профиль (специализация) "Автоматизированное проектирование
радиоэлектронных модулей беспилотных авиационных систем"

название профиля/программы

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 год

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор(ы) программы 
_____ И.С.Бобылкин
подпись

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры 
_____ А.В. Башкиров
наименование кафедры, реализующей дисциплину подпись

Руководитель ОПОП 
_____ А.В. Башкиров
подпись

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Дисциплина имеет целью изучение основных методов испытания и контроля технического состояния беспилотных летательных аппаратов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоить эффективность применения методов технической диагностики, проверки технического состояния, ремонтпригодность беспилотных летательных аппаратов. Применение практических навыков освоенных компетенций данной дисциплины.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Методы испытаний и контроля технического состояния беспилотных авиационных систем» относится к дисциплинам обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

(ненужное удалить)

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы испытаний и контроля технического состояния беспилотных авиационных систем» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-3 - Способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства и комплексы электронных средств беспилотных авиационных систем с учетом заданных требований. ПК-4 - Способен обеспечивать технологичность электронных средств беспилотных авиационных систем и процессов их изготовления.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать систему качества в организации авиационной отрасли
	уметь применять методику испытаний авиационных систем
	владеть методами разработки системы качества и контроля технического состояния авиационных систем
ПК-4	Знать технологию проведение испытаний БПЛА
	Уметь работать с электронными системами

	беспилотных летательных аппаратов
	Владеть навыками проведения испытаний радиоэлектронными средствами беспилотных летательных аппаратов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Методы испытаний и контроля технического состояния беспилотных авиационных систем» составляет 5 зачетных(е) единиц(ы).

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
Аудиторные занятия (всего)	180	180			
В том числе:					
Лекции	36	36			
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>) ¹	18	18			
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	36	36			
Самостоятельная работа	63	63			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)					
Контрольная работа (есть, нет)					
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	Экзамен 27	Экзамен 27			
Общая трудоемкость	час	180	180		
	зач. ед.	5	5		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

¹ Здесь и далее уточнение «в том числе в форме практической подготовки» пишется при наличии данного вида работ в учебном плане. Если дисциплина без практической подготовки, то данное уточнение надо удалить

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	-область применение; -стандартизация; - нормативные ссылки;	4	2	4	4	14
2	Полет	– общие положения; – объект испытаний; – цель испытаний; – объем испытаний;	4	4	8	12	28
3	Прочность	–условия и порядок проведения испытаний; – материально-техническое обеспечение испытаний; –метрологическое обеспечение испытаний; –обеспечение сохранения государственных секретов; – отчетность; – приложение	8	4	8	15	35
4	Проектирование и конструкция	– заводские (предварительные) испытания опытного образца; – государственные испытания опытного образца; – контрольные серийные испытания первого серийного образца опытной серии; – эксплуатационные испытания опытной серии ЛА; – контрольно-серийные испытания лидерных образцов в серии; – специальные испытания	8	2	8	9	27
5	Безотказность авиационной техники	Классификация отказов, показатели безотказности	4	2	4	10	20
6	Долговечность и живучесть летательных аппаратов	Показатели долговечности; Методы определения и увеличения ресурса	6	2	4	8	20
7	Основные методы достижения эксплуатационной технологичности	Удобство доступа к агрегатам, узлам, деталям; Унификация и стандартизация элементов летательного аппарата; Преемственность эксплуатационного оборудования летательных аппаратов	2	2	2	5	11
Итого			36	18	36	63	180

5.2 Перечень лабораторных работ

- Лабораторная работа №1
- Лабораторная работа №2
- Лабораторная работа №3
- Лабораторная работа №4
- Лабораторная работа №5

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) в 2 семестре.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать систему качества в организации авиационной отрасли	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять методику испытаний авиационных систем	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами разработки системы качества и контроля технического состояния авиационных систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	Знать технологию проведение испытаний БПЛА	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь работать с электронными системами беспилотных летательных аппаратов	Решение стандартных практических задач.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проведения испытаний радиоэлектронными средств беспилотных летательных аппаратов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по дисциплине	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;
«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-3	знать систему качества в организации авиационной отрасли	экзамен	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 90-100%	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 80-90%	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 70-80%	Ответ на вопросы экзаменационного билета менее 70% правильных ответов
	уметь применять методику испытаний авиационных систем	экзамен	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 90-100%	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 80-90%	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 70-80%	Ответ на вопросы экзаменационного билета менее 70% правильных ответов
	владеть методами разработки системы качества и контроля технического состояния авиационных систем	экзамен	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 90-100%	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 80-90%	Ответ на вопросы экзаменационного билета на 70-80%	Ответ на вопросы экзаменационного билета менее 70% правильных ответов
ПК-4	Знать технологию проведение испытаний БПЛА	экзамен	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%
	Уметь работать с электронными системами беспилотных летательных аппаратов	экзамен	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%
	Владеть навыками проведения испытаний радиоэлектронными средств беспилотных летательных аппаратов	экзамен	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Ремонтпригодность – это:

а) свойство БПЛА, заключающееся в приспособленности к восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта;

б) свойство БПЛА, заключающееся в приспособленности к

предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и поддержанию, и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонта.

2. Надёжность – это:

а) свойство БПЛА непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение времени выполнения полетного задания;

б) свойство БПЛА сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять полётные задания в расчетных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

3. Сохраняемость – это:

а) свойство БПЛА сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования;

б) свойство БПЛА сохранять работоспособное состояние при воздействии поражающих средств и нерасчетных нагрузок, а также при наличии накопившихся повреждений.

4. Эффективность БПЛА определяют:

а) надёжность, безопасность и живучесть;

б) надёжность, ремонтпригодность;

в) надежность и безотказность.

5. Долговечность – это:

а) свойство БПЛА сохранять работоспособное состояние до наступления отказа;

б) свойство БПЛА сохранять работоспособное состояния до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

6. Состояние, при котором дальнейшее применение БПЛА по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно, называется:

а) предельным состоянием;

б) неработоспособным состоянием.

7. Эксплуатационная технологичность характеризует:

а) экономическую целесообразность эксплуатации БПЛА до предельного налёта и календарного срока;

б) приспособленность БПЛА к выполнению всех видов работ по

оперативному обслуживанию, не связанному с отказами и повреждениями.

8. Свойства в понятии «надежность»:

а) безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость;

б) безотказность, безопасность, живучесть и ремонтпригодность.

9. Повреждение (неисправность) – это:

а) событие, заключающееся в нарушении исправного состояния системы БПЛА при сохранении работоспособного состояния;

б) событие, заключающееся в изменении состояния системы БПЛА.

10. Безотказность – это:

а) свойство БПЛА непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение времени выполнения полётного задания;

б) свойство БПЛА непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение времени его эксплуатации, хранения и транспортирования.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Требования к летной годности БПЛА?
2. Полет БПЛА ?
3. Безопасность полетов БПЛА?
4. Что такое объект испытаний ?
5. Какие проводят испытания для БПЛА?
6. Виды конструкций для БПЛА?
7. Надежность БПЛА?
8. Методика испытаний БПЛА?
9. Вероятность отказов БПЛА?
10. Показатели долговечности БПЛА?

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Расчет надежности конструкции БПЛА?
2. Расчет летных характеристик БПЛА?
3. Расчет грузоподъемности конструкции БПЛА?
4. Конструктивные мероприятия по повышению надежности БПЛА?
5. Расчет вероятности безотказной работы БПЛА?
6. Определение взлетно-посадочных характеристик для БЛА, выполняющих взлет и посадку по самолетному?

7. Расчет максимальной скоростью горизонтального полета?
8. Определение вертикальной скорости?
9. Определение статическим потолком;
10. Расчет дальность действия радиоканала;
11. Расчет продолжительности полета?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету
 Не предусмотрен учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Назовите ГОСТ требование к летной годности ?
2. Что такое полезная нагрузка в БПЛА?
3. Какого типа бывают БПЛА?
4. Каким методом запускают БПЛА?
5. Какие факторы влияют на летные характеристики БПЛА?
6. Назовите факторы надежности БПЛА?
7. Назовите область применение БПЛА?
8. Что такое стандартизация БПЛА?
9. Цели испытаний БПЛА?
10. Какой объем испытаний проводят для БПЛА?
11. Какие условия и порядок проведение испытаний на БПЛА?
12. Какие метрологические мероприятия проводят с БПЛА?
13. Контроль надежности при проектирование БПЛА?
14. Классификация отказов ?
15. Показатели безотказности ?
16. Какие методы определение и увеличение ресурса БПЛА?
17. Ремонтпригодность агрегатов, узлов, деталей БПЛА?

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (темы)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен
2	Полет	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен

3	Прочность	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен
4	Проектирование и конструкция	ПК-3, ПК-4.	Тест, устный опрос, экзамен
5	Безотказность авиационной техники	ПК-3, ПК-4.	Тест, устный опрос, экзамен
6	Долговечность и живучесть	ПК-3, ПК-4.	Тест, устный опрос, экзамен
7	летательных аппаратов	ПК-3, ПК-4.	Тест, устный опрос, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. СТБ В 15.211-2007. Система разработки и постановки на производство оборонной продукции. Военная техника. Порядок разработки программ и методик испытаний опытных образцов изделий. Основные

положения. — Минск: Госстандарт. — 18 с.

2. ГОСТ 20058-80. Динамика летательных аппаратов в атмосфере. Термины, определения и обозначения. — М.:

Издательство стандартов, 1981. — 52 с.

3. Летные испытания самолетов и обработка результатов испытаний / И.М. Пашковский [и др.]. — М.:

Машиностроение, 1985. — 410 с.

4. Снешко, Ю.И. Устойчивость и управляемость самолета в эксплуатационной области полета / Ю.И. Снешко. — М.: Машиностроение, 1987. — 136 с.

5. Исследование динамических характеристик летательных аппаратов по информации бортовых устройств регистрации: отчет о НИР, шифр «Беркут». — Минск: ВА РБ, 2000. — 65 с.

6. Разработка алгоритмов оценки динамических характеристик летательных аппаратов по материалам систем объективного контроля: отчет о НИР, шифр «Беркут-2». — Минск: «ВА РБ», 2005. — 75 с

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://window.edu.ru/> - Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" ;<https://www.rsl.ru/> – Российская государственная библиотека; <https://elibrary.ru/> - Электронная библиотека ;<http://www.avia.ru> - Информационный портал о гражданской авиации ;<http://www.favt.ru> - Официальный сайт «Росавиации»; Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;

- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы испытаний и контроля технического состояния беспилотных авиационных систем» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета инженерных систем теплогазоснабжения, подбора основного и вспомогательного оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Вид учебных занятий	Деятельность студента <i>(особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)</i>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к дифференцированному зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях*.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП

