

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана ФМАТ
 /В.И. Ряжских/
2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Монтаж и испытание бортовых авиационных систем»

Специальность 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Специализация специализация "Самолетостроение"

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024 г.

Автор программы  /Некравцев Е.Н./

Заведующий кафедрой
Самолетостроения  /Е.Н. Некравцев/

Руководитель ОПОП  /Е.Н. Некравцев /

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование знаний о технологии проведения работ по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем самолета.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение теоретических основ и выработка представления о проведении монтажных работ, испытаний и контроля бортовых систем самолета

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Монтаж и испытание бортовых авиационных систем» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Монтаж и испытание бортовых авиационных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен разрабатывать проекты изделий летательных аппаратов и их систем на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций.

ПК-5 - Способен контролировать соответствие разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать порядок разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;
	уметь проводить анализ результатов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов по критериям качества принятым на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;
	владеть методиками разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций.
ПК-5	знать критерии соответствия разрабатываемой технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;
	уметь применять стандарты, технические условия и нормативные правовые акты при разработке технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов;
	владеть методиками разработки технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов на основе соответствующих стандартов, техни-

ческих условий и нормативных правовых актов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Монтаж и испытание бортовых авиационных систем» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	72	36	36
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18	-
Лабораторные работы (ЛР)	18	-	18
Самостоятельная работа	81	36	45
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	A
Аудиторные занятия (всего)	60	16	44
В том числе:			
Лекции	26	8	18
Практические занятия (ПЗ)	16	4	12
Лабораторные работы (ЛР)	18	4	14
Самостоятельная работа	93	56	37
Часы на контроль	27	-	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	-	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Бортовые системы как объект производства	Состав бортовых систем. Понятие монтажно - испытательных работ. Классификация и основные требования, предъявляемые к монтажу, контролю и испытанию бортовых систем. Виды и содержание монтажных, контрольно-	4	2	2	10	18

		<p>испытательных и регулировочных работ.</p> <p>Обеспечение взаимозаменяемости и отработка бортовых систем по геометрическим параметрам. Плазово-эталонный метод отработки систем, способы объемной увязки элементов систем монтажная оснастка, перспективы применения расчетно-аналитических методов увязки.</p> <p>Обеспечение взаимозаменяемости, испытание и отработка бортовых систем по физическим параметрам.</p> <p>Пути и методы обеспечения взаимозаменяемости по физическим параметрам.</p>					
2	Этапы выполнения монтажных и контрольно-испытательных работ	<p>Этапы и виды монтажных работ, примеры монтажа взлетно-посадочных устройств, систем управления, силовых установок; способы регулировки механических систем. Техпроцессы монтажа, испытания и контроля трубопроводных систем.</p> <p>Этапы и виды монтажных работ; методы и средства отработки, испытаний и контроля трубопроводных систем.</p> <p>Этапы и виды монтажных работ; задачи, виды и особенности испытаний отработки и контроля электропроводных систем.</p>	8	4	4	19	35
3	Факторы, воздействующие на бортовые системы и моделирование испытаний.	<p>Испытание и отработка систем при воздействии дестабилизирующих факторов (климатических, механических, гидравлических, акустических и т.д.); принципы ускоренных испытаний, методы выбора физических параметров, подлежащих контролю на различных этапах производственного процесса.</p>	4	2	4	10	20
4	Методы испытаний элементов бортовых систем.	<p>Техпроцессы комплексных испытаний и контроля систем.</p> <p>Содержание и особенности комплексных испытаний, отработки и контроля систем в цехах окончательной сборки и в аэродромных цехах; универсальный автоматизированный контрольно-испытательный стенд</p>	8	4	2	12	26
5	Технология монтажа и испытаний бортовых систем самолета.	<p>Основы проектирования технологических процессов монтажа, испытания и контроля бортовых систем.</p> <p>Технологичность конструкций и рациональность размещения элементов систем, содержание директивных техпроцессов монтажа, испытания и контроля, принципы распределения и вынесения монтажных и контрольно-испытательных работ на этапы узловой и агрегатной сборки, основные направления механизации и автоматизации работ в серийном производстве, удовлетворение условий охраны труда и техники безопасности.</p> <p>Техпроцессы монтажа, испытания и контроля механических систем.</p>	8	4	4	22	38

		<p>Техпроцессы монтажа, испытания и контроля электропроводных систем.</p> <p>Техпроцессы изготовления и монтажа электрожгутов.</p>					
6	Основные направления развития сборочно-монтажных и контрольно-испытательных работ бортовых систем	<p>Основы управления качеством бортовых систем. Схема управления качеством, организация служб надежности на серийном заводе, технологические пути обеспечения качества.</p> <p>Основные направления развития сборочно-монтажных и контрольно-испытательных работ.</p>	4	2	2	8	16
Итого			36	18	18	81	153

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Бортовые системы как объект производства	<p>Состав бортовых систем. Понятие монтажно - испытательных работ. Классификация и основные требования, предъявляемые к монтажу, контролю и испытанию бортовых систем. Виды и содержание монтажных, контрольно-испытательных и регулировочных работ.</p> <p>Обеспечение взаимозаменяемости и отработка бортовых систем по геометрическим параметрам. Плазово-эталонный метод отработки систем, способы объемной увязки элементов систем монтажная оснастка, перспективы применения расчетно-аналитических методов увязки.</p> <p>Обеспечение взаимозаменяемости, испытание и отработка бортовых систем по физическим параметрам.</p> <p>Пути и методы обеспечения взаимозаменяемости по физическим параметрам.</p>	2	-	2	14	18
2	Этапы выполнения монтажных и контрольно-испытательных работ	<p>Этапы и виды монтажных работ, примеры монтажа взлетно-посадочных устройств, систем управления, силовых установок; способы регулировки механических систем. Техпроцессы монтажа, испытания и контроля трубопроводных систем.</p> <p>Этапы и виды монтажных работ; методы и средства отработки, испытаний и контроля трубопроводных систем.</p> <p>Этапы и виды монтажных работ; задачи, виды и особенности испытаний отработки и контроля электропроводных систем.</p>	6	4	4	21	35
3	Факторы, воздействующие на борто-	<p>Испытание и отработка систем при воздействии дестабилизирующих факторов (климатических, механических, гидравлических, акустических и т.д.); принципы ускоренных испыта-</p>	2	2	4	12	20

	вые системы и моделирование испытаний.	ний, методы выбора физических параметров, подлежащих контролю на различных этапах производственного процесса.						
4	Методы испытаний элементов бортовых систем.	Техпроцессы комплексных испытаний и контроля систем. Содержание и особенности комплексных испытаний, отработки и контроля систем в цехах окончательной сборки и в аэродромных цехах; универсальный автоматизированный контрольно-испытательный стенд	7	4	2	13	26	
5	Технология монтажа и испытаний бортовых систем самолета.	Основы проектирования технологических процессов монтажа, испытания и контроля бортовых систем. Технологичность конструкций и рациональность размещения элементов систем, содержание директивных техпроцессов монтажа, испытания и контроля, принципы распределения и вынесения монтажных и контрольно-испытательных работ на этапы узловой и агрегатной сборки, основные направления механизации и автоматизации работ в серийном производстве, удовлетворение условий охраны труда и техники безопасности. Техпроцессы монтажа, испытания и контроля механических систем. Техпроцессы монтажа, испытания и контроля электропроводных систем. Техпроцессы изготовления и монтажа электрожгутов.	7	4	4	23	38	
6	Основные направления развития сборочно-монтажных и контрольно-испытательных работ бортовых систем	Основы управления качеством бортовых систем. Схема управления качеством, организация служб надежности на серийном заводе, технологические пути обеспечения качества. Основные направления развития сборочно-монтажных и контрольно-испытательных работ.	2	2	2	10	16	
Итого			26	16	18	93	153	

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Обеспечение взаимозаменяемости и отработка бортовых систем по геометрическим и физическим параметрам. Плазово-эталонный метод отработки систем. Пути и методы обеспечения взаимозаменяемости по физическим параметрам.
2. Этапы и виды монтажных работ; методы и средства отработки, испытаний и контроля трубопроводных и электропроводных систем.
3. Испытание и отработка систем при воздействии дестабилизирующих факторов (климатических, механических, гидравлических, акустических и т.д.); прин-

ципы ускоренных испытаний,

4. Содержание и особенности комплексных испытаний, отработки и контроля систем в цехах окончательной сборки и в аэродромных цехах; универсальный автоматизированный контрольно-испытательный стенд.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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 порядок разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить анализ результатов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов по критериям качества принятым на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать критерии соответствия разрабатываемой технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять стандарты, технические условия и нормативные правовые акты при разработке технической документации по мон-	Решение стандартных	Выполнение работ в срок, предусмотрен-	Невыполнение работ в срок, преду-

	тажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов;	практических задач	ренный в рабочих программах	смотренный в рабочих программах
	владеть методиками разработки технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов на основе соответствующих стандартов, технических условий и нормативных правовых актов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Промежуточный контроль знаний проводится в 9 семестре для очной и очно - заочной форм обучения в виде зачета, с оценкой уровня подготовки по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	знать порядок разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь проводить анализ результатов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов по критериям качества принятым на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать критерии соответствия разрабатываемой технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь применять стандарты, технические условия и нормативные правовые акты при разработке технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками разработки технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов на основе соответствующих стандартов, технических условий и нормативных правовых актов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

в 10 семестре для очной и в семестре А для очно - заочной форм обучения в

виде экзамена, с оценкой уровня подготовки по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать порядок разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить анализ результатов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов по критериям качества принятым на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками разработки технологических процессов монтажа, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов на основе системного подхода к проектированию авиационных конструкций.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать критерии соответствия разрабатываемой технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов стандартам, техническим условиям и нормативным правовым актам;	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять стандарты, технические условия и нормативные правовые акты при разработке технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

владеть методиками разработки технической документации по монтажу, испытаниям и контролю бортовых систем летательных аппаратов на основе соответствующих стандартов, технических условий и нормативных правовых актов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	--	--	---	--	------------------

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. Газоаналитические методы испытаний на герметичность предусматривают:
 - а) заполнение объекта испытаний контрольным газом, истечение его в гидравлическом тракте течеискания и регистрацию.
 - б) заполнение объекта испытаний контрольным газом, истечение его в газообразном тракте течеискания и регистрацию.
 - в) заполнение объекта испытаний контрольной жидкостью, истечение ее в гидравлическом тракте течеискания и регистрацию.
2. Какой метод испытаний на герметичность относится к гидроаналитическим:
 - а) компрессионный метод.
 - б) пузырьковый метод.
 - в) люминесцентный метод.
3. В каком методе испытаний на герметичность газы, поступающие в объект испытаний, ионизируются и подвергается разложению по массам:
 - а) в галогенном методе.
 - б) в масс-спектрометрическом методе.
 - в) в радиоактивном методе.
4. Метод дисперсных масс относится к:
 - а) газогидравлическим методам.
 - б) гидроаналитическим методам.
 - в) газоаналитическим методам.
5. Назначение системы управления двигателями
 - а) смазка узлов трения двигателя;
 - б) обеспечение питания двигателя;
 - в) управление режимами работы и остановом двигателей.
6. Особые случаи, которые могут возникнуть в полете при отказе системы кондиционирования воздуха и системы автоматического регулирования давления
 - а) разгерметизация самолета;
 - б) перенаддув гермокабины;
 - в) разрушение гермокабины.
7. Основные агрегаты, входящие в состав системы подачи топлива на двигатели и вспомогательные силовые установки
 - а) насосы подкачки;
 - б) перекрывные (пожарные) краны;
 - в) краны кольцевания;

г) масляные насосы.

8. Основные агрегаты, входящие в состав системы управления уборкой и выпуском шасси

- а) краны для подачи жидкости от источника давления;
- б) гидроцилиндры для управления замками и опорами;
- в) обратные клапаны.

9. Основные элементы систем, входящие в состав управления закрылками и предкрылками?

- а) силовой привод;
- б) вал трансмиссии;
- в) винтовые подъемники;
- г) проводка управления (тяги, тросы)

10. Агрегаты гидравлической системы, относящиеся к основным?

- а) источники давления (насосы, гидроаккумуляторы);
- б) управляющие распределительные устройства (краны);
- в) предохранительные устройства (клапаны).

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. На испытание поставлены 1000 однотипных резисторов С2-54. За 10000 ч отказали — 5. Определить вероятность безотказной работы резисторов за 10 000 ч.

2. За первые 500 ч эксплуатации радиоизделия, содержащего 1 000 элементов, произошло 3 отказа, и за последующие 500 ч — еще один. Найти вероятность безотказной работы радиоизделия в течение 500, 1 000 ч и в интервале времени от 500 до 1 000 ч.

3. В процессе испытаний 1 000 электролитических конденсаторов за первые 100 ч наблюдений вышли из строя 2 конденсатора, а за последующие 200 ч — еще 5. Найти вероятность безотказной работы конденсаторов в интервале времени от 100 до 300 ч.

4. В процессе приработки изделия, содержащего 120 элементов, вышли из строя — 10. Определить вероятность исправной работы и вероятность отказа радиоизделия на начальном этапе эксплуатации.

5. Среднее время безотказной работы автоматической системы управления равно 640 ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 120 ч, частоту отказов для момента времени $t=120$ ч и интенсивность отказов.

6. Время исправной работы скоростных шарикоподшипников подчинено закону Вейбулла с параметрами $k = 2,6$; $a = 1,65 \cdot 10^{-7}$ 1/ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $P(t)$, $\lambda(t)$, $\varphi(t)$ для $t=150$ ч и среднее время безотказной работы шарикоподшипников.

7. Время безотказной работы прибора подчинено закону Релея с параметром $t_{\text{ср}} = 1860$ час. Требуется вычислить $P(t)$, $\lambda(t)$, $\varphi(t)$ для $t = 1000$ ч и среднее время безотказной работы прибора.

8. Время работы изделия подчинено нормальному закону с параметрами $T_{\text{ср}} = 8000$ ч, $\sigma t = 1000$ ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности $P(t)$, $\lambda(t)$, $\varphi(t)$ для $t=8000$ часам.

9. Вероятность безотказной работы изделия в течение $t=1000$ ч. $P(1000) = 0,9$. Время исправной работы подчинено закону Релея. Требуется определить количественные характеристики надежности $\varphi(t)$, $\lambda(t)$, $T_{\text{ср}}$.

10. Среднее время исправной работы изделия равно 1260 ч. Время исправной работы подчинено закону Релея. Необходимо найти его количественные характеристики надежности $P(t)$, $\lambda(t)$, $\varphi(t)$ для $t = 1000$ ч.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить, какое число резисторов необходимо поставить на испытания, чтобы получить не менее 30 отказов в течение 100 часов, если ожидаемая интенсивность отказов одного резистора $\lambda(t) = 3 \cdot 10^{-3}$ 1/ч.

2. Результаты статистических испытаний 1000 образцов неремонтируемой аппаратуры с

фиксированием числа отказов через каждые 100 часов работы приведены в следующей таблице

$i \cdot 10^3, \text{ ч}$	Δt	...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9	...10
$n(\Delta t_i)$		0	0	0	9	8	8	8	7	6	5

Построить зависимость интенсивности отказов аппаратуры от времени. Указать, на каком этапе жизненного цикла изделия проводились испытания.

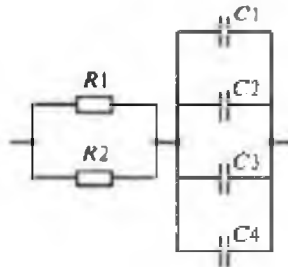
3. В интервале работы от 120 до 150 часов интенсивность отказов ЭРИ составила $\lambda(t) = 5 \cdot 10^{-4} 1/\text{ч}$, а число отказов – 5. Определить число ЭРИ, оставшихся исправными за 150 ч.

4. На испытании 300 конденсаторов число их отказов за первые 900 часов составило 3, а в последующие 100 часов – 5. Найти вероятность безотказной работы конденсаторов в интервале времени от 900 до 1000 часов.

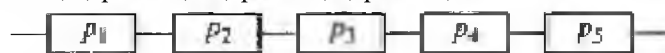
5. Построить модель надежности и определить вероятность безотказной работы схемы соединения резисторов и конденсаторов, изображенной на рисунке. Все элементы равнонадежны с вероятностью безотказной работы 0,9. Тип отказа конденсаторов – короткое замыкание, а резисторов – тепловая деструкция.



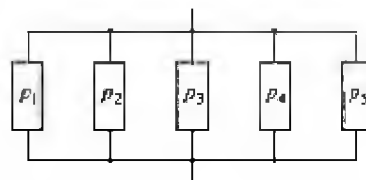
6. Построить модель надежности и определить вероятность безотказной работы схемы соединения резисторов и конденсаторов, приведенной на рисунке. Все элементы равнонадежны с вероятностью безотказной работы 0,9. Тип отказа конденсаторов – короткое замыкание, а резисторов – тепловая деструкция.



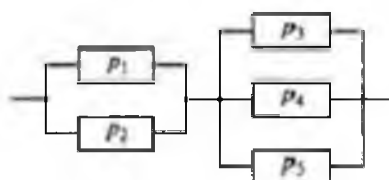
7. По структурной модели надежности, показанной на рисунке, определить вероятность безотказной работы устройства, если вероятности безотказной работы элементов схемы следующие: $p_1 = 0,95$; $p_2 = 0,9$; $p_3 = 0,92$; $p_4 = 0,9$; $p_5 = 0,8$.



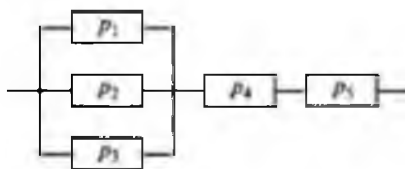
8. По структурной модели надежности, показанной на рисунке, определить вероятность безотказной работы устройства, если вероятности безотказной работы элементов схемы следующие: $p_1 = 0,95$; $p_2 = 0,9$; $p_3 = 0,92$; $p_4 = 0,9$; $p_5 = 0,8$.



9. По структурной модели надежности, показанной на рисунке, определить вероятность безотказной работы устройства, если вероятности безотказной работы элементов схемы следующие: $p_1 = 0,95$; $p_2 = 0,9$; $p_3 = 0,92$; $p_4 = 0,9$; $p_5 = 0,8$.



10. По структурной модели надежности, показанной на рисунке, определить вероятность безотказной работы устройства, если вероятности безотказной работы элементов схемы следующие: $p_1 = 0,95$; $p_2 = 0,9$; $p_3 = 0,92$; $p_4 = 0,9$; $p_5 = 0,8$.



7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету.

1. Состав бортовых систем.
2. Понятие монтажно - испытательных работ.
3. Классификация бортовых систем.
4. Основные требования, предъявляемые к монтажу бортовых систем.
5. Основные требования, предъявляемые к контролю бортовых систем.
6. Основные требования, предъявляемые к испытанию бортовых систем
7. Виды монтажных работ.
8. Виды контрольных работ.
9. Виды испытательных работ.
10. Виды регулировочных работ.
11. Состав монтажных работ.
12. Состав контрольных работ.
13. Состав испытательных работ.
14. Состав регулировочных работ.
15. Обеспечение геометрической взаимозаменяемости бортовых систем.
16. Отработка бортовых систем по геометрическим параметрам.
17. Плазово-эталонный метод отработки систем.
18. Способы объемной увязки элементов бортовых систем.
19. Монтажная оснастка.
20. Перспективы применения расчетно-аналитических методов увязки.
21. Обеспечение взаимозаменяемости бортовых систем по физическим параметрам.
22. Испытание бортовых систем по физическим параметрам.
23. Отработка бортовых систем по физическим параметрам.
24. Пути и методы обеспечения взаимозаменяемости по физическим параметрам.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену.

1. Состав бортовых систем.
2. Понятие монтажно - испытательных работ.
3. Классификация и основные требования, предъявляемые к монтажу, контролю и испытанию бортовых систем.
4. Виды и содержание монтажных, контрольно-испытательных и регулировочных работ.
5. Обеспечение взаимозаменяемости и отработка бортовых систем по геометрическим параметрам.
6. Плазово-эталонный метод отработки систем.
7. Способы объемной увязки элементов систем.
8. Монтажная оснастка.
9. Перспективы применения расчетно-аналитических методов увязки.
10. Обеспечение взаимозаменяемости, испытание и отработка бортовых систем по физическим параметрам.

11. Пути и методы обеспечения взаимозаменяемости по физическим параметрам.
12. Этапы и виды монтажных работ. Монтаж взлетно-посадочных устройств.
13. Этапы и виды монтажных работ. Монтаж систем управления.
14. Этапы и виды монтажных работ. Монтаж силовых установок.
15. Этапы и виды монтажных работ; методы и средства отработки, испытаний и контроля трубопроводных систем.
16. Этапы и виды монтажных работ; задачи, виды и особенности испытаний отработки и контроля электропроводных систем.
17. Испытание и отработка систем при воздействии дестабилизирующих факторов (климатических, механических, гидравлических, акустических и т.д.).
18. Принципы ускоренных испытаний, методы выбора физических параметров, подлежащих контролю на различных этапах производственного процесса.
19. Техпроцессы комплексных испытаний и контроля систем.
20. Содержание и особенности комплексных испытаний, отработки и контроля систем в цехах окончательной сборки и в аэродромных цехах.
21. Универсальный автоматизированный контрольно-испытательный стенд.
22. Основы проектирования технологических процессов монтажа, испытания и контроля бортовых систем.
23. Технологичность конструкций и рациональность размещения элементов систем.
24. Содержание директивных техпроцессов монтажа, испытания и контроля.
25. Принципы распределения и вынесения монтажных и контрольно-испытательных работ на этапы узловой и агрегатной сборки.
26. Основные направления механизации и автоматизации работ в серийном производстве, удовлетворение условий охраны труда и техники безопасности.
27. Техпроцессы монтажа, испытания и контроля механических систем.
28. Техпроцессы монтажа, испытания и контроля электропроводных систем.
29. Техпроцессы изготовления и монтажа электрожгутов.
30. Основы управления качеством бортовых систем.
31. Схема управления качеством, организация служб надежности на серийном заводе, технологические пути обеспечения качества.
32. Основные направления развития сборочно-монтажных и контрольно-испытательных работ.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. Каждый правильный ответ на вопрос в билете оценивается 5 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 6 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 7 до 8 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 9 до 10 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы	Код	Наименование оценочного
-------	------------------------	-----	-------------------------

	(темы) дисциплины	контролируемой компетенции	средства
1	Бортовые системы как объект производства	ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Этапы выполнения монтажных и контрольно-испытательных работ	ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Факторы, воздействующие на бортовые системы и моделирование испытаний.	ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Методы испытаний элементов бортовых систем.	ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Технология монтажа и испытаний бортовых систем самолета.	ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Основные направления развития сборочно-монтажных и контрольно-испытательных работ бортовых систем	ПК-3, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Припадчев А. Конструирование узлов летательных аппаратов: учебное пособие / А.Д. Припадчев. - Оренбург: ОГУ, 2013. - 144 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259337>.

8.1.2 Кириакиди Сергей Константинович. Проектирование самолетов [Текст] : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2019. - 114 с. : ил.: табл. - 350 экз.

8.1.3 Надежность летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учеб. пособие. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2000. - 107 с. - 20.00.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осу-

шествлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- сеть Wi-Fi.;
- плакаты <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

31/6- Учебная аудитория. Специализированное помещение для проведения занятий, оснащенное доской, учебными столами (партами), стульями, стендами, макетами, плакатами, оборудованием для демонстрации наглядного материала: 394029 Воронеж ул. Циолковского 34/6. В учебной аудитории находится оборудование, стенды и наглядные пособия:

Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер
1. Мульт. проектор	1	47475	8. Макет кат. кресло	1	59398	15. Стенд кон. сам-та	1	59403
2. Компьютер	1	59296	9. Макет об. шпангоута	1	59399	16. Стенд гидр. обр.	1	59404
3. Экран	1	59409	10. Макет шпангоута	1	59399	17. Обр. из композита 2	1	59535
4. Образец из композита	1	59408	11. Макет пиллона	1	59400	18. Сплит система	1	9288
5. Макет за-крылка	1	59397	12. Макет ру-левая кол	1	59401	19. Доска	1	---
6. Макет за-крылка	1	59398	13. Стенд Ил-86	1	59402	20. Шкаф	1	---
7. Парта	15	---	14. Стол пре-подавателя	1	---	21. Стул	1	---

14/6 - Аудитория сборочно-монтажных работ Специализированное помещение для проведения занятий, оснащенное доской, учебными столами (партами), стульями, стендами, макетами, плакатами, оборудованием для демонстрации наглядного материала. В учебной аудитории находится оборудование, стенды и наглядные пособия:

Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер	Наименование	Кол-во	Инв. номер
1. Мульт. проектор	1	41871	10. Макет крыло	1	595384	18. Стенд соединения	1	59544
2. Компьютер	1	9297	11. Макет крыло	1	59538	19. Стенд трубопровод	1	59545
3. Экран	1	47473	12. Макет двигатель	1	59519	20. Стенд тех. проц. изг.	1	59546
4. Образец из композита	1	59535	13. Макет форм. блока	1	59540	21. Сплит система	1	---

5. Макет за- конц. крыла	1	59536	14. Стенд баз. деталей	1	59542	22. Доска	1	---
6. Макет гор. опере- ние	1	59537	15. Стенд ор- ганопласты	1	5954	23. Шкаф	1	---
7. Парта	21	---	16. Стол пре- подавателя	1	---	24. Стул	1	---
8. Стенд свар соедин.	1	59548	17. Стенд за- клёп. оед.	1	59549	25. Стенд электро- пр- дки	1	59550
9. Макет обт. воздух.	1	59551						

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВО- ЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Монтаж и испытание бортовых авиационных систем» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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 вероятности отказов бортовых систем самолетов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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.
Практическое занятие	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;

	<ul style="list-style-type: none">- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесе- ния измене- ний	Подпись заведую- щего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП