ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____И.А. Сизько
«25» мая 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.40 Основы теории надёжности**
(*шифр и название дисциплины*)

Направление подготовки: 25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

Квалификация (степень): Бакалавр

Профиль подготовки: Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

Кафедра: Авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов

Курс обучения: 2, 3

Форма обучения: заочная

Общий объём учебных часов на дисциплину	72 *часа*	2 *з.е.*
Семестр	4, 5	
Объём аудиторной нагрузки	12	*часов*
Лекции	4	*часа*
Практические занятия		
Лабораторные работы	8	*часов*
Курсовая работа		
Контрольная работа	5	*семестр*
Зачёт		
Дифференцированный зачёт		
Экзамен	5	*семестр*
Объём самостоятельной работы студента	60	*часов*

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель освоения дисциплины.Формирование знаний у студентов общих принципов построения и расчета систем автоматического управления в авиационной технике, основ анализа и синтеза этих систем, принципов действия и особенностей конструкции элементов автоматики.

Задачи изучения дисциплины. Приобретение общепрофессиональных компетенций, направленных на *эксплуатационно-технологическую* и о*рганизационно-управленческую* профессиональную деятельность, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата.Приобретение профессиональных компетенций, направленных на экспериментально-исследовательскую, расчетно-проектную, организационно-управленческую и производственно-технологическую профессиональную деятельность, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата. Основные задачи в теории автоматического управления; основные принципы построения систем автоматического управления; математические модели систем автоматического управления.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения.

универсальные:

УК-1-Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Результаты обучения:

знать:

УК-1.1.1 - методики поиска, сбора и обработки информации;

УК-1.1.2- актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;

уметь:

УК-1.2.1 - применять методики поиска, сбора и обработки информации;

УК-1.2.2- осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;

владеть:

УК-1.3.1 - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации;

общепрофессиональные:

ОПК-3 - Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования.

ИД-4$_{\text{опк-3}}$оценивать показатели надежности АЭСиПНК по данным эксплуатационных наблюдений.

Результаты обучения:

знать:

ОПК-3.1.17- основные свойства и показатели надежности;

ОПК-3.1.18 - количественные характеристики надежности восстанавливаемых изделий;

ОПК-3.1.19 - количественные характеристики надежности невосстанавливаемых изделий.

уметь:

ОПК-3.2.10 -оценивать показатели безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий, долговечности, ремонтопригодности, сохраняемости;

ОПК-3.2.11 - формировать планы испытаний и эксплуатационных наблюдений.

владеть:

ОПК-3.3.6- навыками сбора и обработки информации по надежности и анализа причин отказов и повреждений авиационной техники;

ОПК-3.3.7 - навыками оценки показателей надежности по данным эксплуатационных наблюдений.

ИД-19$_{\text{опк-3}}$ рассчитывать показатели надежности АЭСиПНК.

Результаты обучения:

знать:

ОПК-3.1.68- содержание и значение проблемы обеспечения надежности АЭСиПНК;

ОПК-3.1.69- взаимосвязь надежности АЭСиПНК с качеством авиационной техники, эффективностью процессов технической эксплуатации, безопасностью полетов;

уметь:

ОПК-3.2.60 -выполнять анализ показателей надежности АЭСиПНК с использованием непараметрических и параметрических методов;

ОПК-3.2.61 - выполнять анализ надежности АЭСиПНК методом структурных схем.

владеть:

ОПК-3.3.26- навыками применения непараметрических и параметрических методов оценки показателей надёжности АЭСиПНК.

ИД-20$_{\text{опк-3}}$анализировать показатели надежности и показателей эффективности технической эксплуатации АЭСиПНК.

Результаты обучения:

знать:

ОПК-3.1.70 - непараметрические и параметрические методы оценки показателей надёжности АЭСиПНК;

ОПК-3.1.71 - методы обеспечения и анализа надёжности АЭС и ПНК;

уметь:

ОПК-3.2.62 -выполнять анализ надежности АЭСиПНК методом логических схем.

владеть:

ОПК-3.3.27- навыками анализа надежности АЭСиПНК методами структурных и логических схем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина ***Основы теории надёжности***относится к учебным дисциплинам обязательной части учебного плана образовательной программы направления подготовки 25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов, квалификация (степень) – бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинам:

Б1.ОД.10 Высшая математика;

Б1.ОД.38 Введение в профессию.

в частности:

знать:

– основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности;

– основные этапы развития гражданской авиации;

– общие сведения о полёте самолёта и его этапах;

– простейшие принципы работы систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования;

– общие сведения о видах технического обслуживания АЭСиПНК и системе технической эксплуатации;

– основные понятия о системе ТОиР ВС;

уметь:

– применять методы высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач;

– ориентироваться в сложном комплексе авиационной техники на борту воздушного судна;

– использовать знания основ работы и устройства самолета в процессе изучения специальных дисциплин;

– различать основные элементы системы ТЭ АЭСиПНК, и их назначение;

– разбираться в эксплуатационно-технической документации по АЭС и ПНК;

владеть:

– понятийным аппаратом АЭСиПНК и система ТОиР АЭСиПНК;

Освоение дисциплины ***Основы теории надёжности*** необходимо для последующих дисциплин:

Б1.ОД.31 Основы технической диагностики;

Б1.ОД.34 Пилотажно-навигационные комплексы;

Б1.ОД.41Основы теории технической эксплуатации АЭС и ПНК.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет ___2__ зачетные единицы, _72__ часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1	**РАЗДЕЛ 1. Авиационное оборудование как объект оценки и обеспечения надежности**	**4**	**2**	**-**	**-**	**2**	
2	Тема 1.1. Основные понятия, термины и определения надежности в технике. Факторы, определяющие надежность авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов		2	-	-	2	
3	**РАЗДЕЛ 2. Надежность невосстанавливаемых изделий**	**4**	**2**	**-**	**-**	**18**	
4	Тема 2.1. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий		2	-	-	10	
5	Тема 2.2. Законы распределения, используемые в исследованиях и расчетах надежности		-	-	-	8	
6	**РАЗДЕЛ 3. Надежность восстанавливаемых изделий**	**5**	**-**	**-**	**4**	**12**	
7	Тема 3.1. Восстановление бортового оборудования в процессе эксплуатации. Среднее число отказов восстанавливаемых изделий. Параметр потока отказов восстанавливаемых изделий		-	-	4	12	Защита отчета по лабораторной работе №1
8	**РАЗДЕЛ 4 Структурные схемы и**	**5**	**-**	**-**	**-**	**16**	

	расчеты надежности						
9	Тема 4.1. Расчет надежности методом структурных схем		-	-	-	4	
10	Тема 4.2. Расчет надежности методом логических схем и схемно-функциональным методом		-	-	-	4	
11	Тема 4.3.Виды и способы резервирования. Расчет надежности при общем постоянном резервировании. Расчет надежности при раздельном постоянном резервировании		-	-	-	4	
12	Тема 4.4.Расчет надежности при общем и раздельном резервировании замещением		-	-	-	4	
13	**РАЗДЕЛ 5. Эксплуатационная надежность авиационного оборудования**	**5**	**-**	**-**	**4**	**12**	
14	Тема 5.1.Показатели долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Комплексные показатели надежности		-	-	-	4	
15	Тема 5.2.Точность и достоверность статистических оценок показателей надежности. Сбор и обработка статистики по надежности. Оптимизация требований к надежности систем		-	-	4	8	Защита отчета по лабораторной работе №2 Контрольная работа
16	**Форма промежуточной аттестации**– ***экзамен***	**5**					
17	**ИТОГО:**		**4**	**-**	**8**	**60**	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Колич. часов*	*Компетенции (знания, умения, навыки)*																					
		УК-1.1.1	УК-1.1.2	УК-1.2.1	УК-1.2.2	УК-1.3.1	ОПК-3.1.17	ОПК-3.1.18	ОПК-3.1.19	ОПК-3.2.10	ОПК-3.2.11	ОПК-3.3.6	ОПК-3.3.7	ОПК-3.1.68	ОПК-3.2.60	ОПК-3.2.61	ОПК-3.3.26	ОПК-3.1.69	ОПК-3.1.70	ОПК-3.1.71	ОПК-3.2.62	ОПК-3.3.27	*Σ общее количество компетенций*
РАЗДЕЛ 1. Авиационное оборудование как объект оценки и обеспечения надежности	**4**	+	+	+	+	+	+																2
Тема 1.1. Основные понятия, термины и определения надежности в технике. Факторы, определяющие надежность авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов	4	+	+	+	+	+	+																2
РАЗДЕЛ 2. Надежность невосстанавливаемых изделий	**20**	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+			2
Тема 2.1. Показатели безотказности	12	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+			2

невосстанавливаемых изделий																							
Тема 2.2. Законы распределения, используемые в исследованиях и расчетах надежности	8	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+		+		+	+	+	+			2
РАЗДЕЛ 3. Надежность восстанавливаемых изделий	**16**	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+		+	+	+	+			2
Тема 3.1. Восстановление бортового оборудования в процессе эксплуатации. Среднее число отказов восстанавливаемых изделий. Параметр потока отказов восстанавливаемых изделий	16	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+		+	+	+	+			2
РАЗДЕЛ 4Структурные схемы и расчеты надежности	**16**	+	+	+	+	+	+									+					+	+	2
Тема 4.1. Расчет надежности методом структурных схем	4	+	+	+	+	+	+									+						+	2
Тема 4.2. Расчет надежности методом	4	+	+	+	+	+	+														+	+	2

логических схем и схемно-функциональным методом																							
Тема 4.3.Виды и способы резервирования. Расчет надежности при общем постоянном резервировании. Расчет надежности при раздельном постоянном резервировании	4	+	+	+	+	+	+									+					+	+	2
Тема 4.4.Расчет надежности при общем и раздельном резервировании замещением	4	+	+	+	+	+	+									+					+	+	2
РАЗДЕЛ 5. Эксплуатационная надежность авиационного оборудования	**16**	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+									2
Тема 5.1.Показатели долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Комплексные показатели надежности	4	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+									2
Тема 5.2.Точность и	12	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+									2

достоверность статистических оценок показателей надежности. Сбор и обработка статистики по надежности. Оптимизация требований к надежности систем																							
Итого:	**72**																						**2**

4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ. 1. АВИАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАК ОБЪЕКТ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ(4ч)

Лекция 1 (2 ч).

Тема 1.1.Основные понятия, термины и определения надежности в технике. Факторы, определяющие надежность авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов.

Теория надежности как область знаний, охватывающая математический аппарат, методы и средства исследований, оценки и обеспечения надежности технических устройств. Развитие научных исследований в области надежности. Проблемы практической реализации надежности на стадиях жизненного цикла изделий авиационной техники. Требования ИКАО и авиационных властей государств к разработчикам и эксплуатантам авиационной техники по безопасности полетов и надежности воздушных судов. Отражение вопросов надежности авиационной техники в Воздушном кодексе РФ и Нормах летной годности воздушных судов.Изделие и составные части изделия как объекты надежности. Система и элементы системы. Надежность и готовность изделия. Определение понятий безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость изделий. Возможные состояния изделий в процессе эксплуатации (работоспособное, неработоспособное, исправное, неисправное). Виды неработоспособных и неисправных состояний. Понятия: дефект, повреждение, отказ. Виды отказов. Понятия: техническое обслуживание, восстановление, ремонт. Восстанавливаемое и невосстанавливаемое изделие. Ремонтируемое и неремонтируемое изделие.Классификационные признаки, разделяющие факторы, определяющие надежность изделий, на три группы. Характеристики конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов. Влияние условий эксплуатации и внешней среды на надежность изделий. Климатические условия, механические, электромагнитные и биологические воздействия, а также меры и способы снижения их негативного влияния на надежность изделий. Организация подразделений и служб надежности в конструкторских бюро, на заводах и в эксплуатационных предприятиях.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (2ч).Проработка теоретического материала лекции.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

РАЗДЕЛ. 2. НАДЕЖНОСТЬ НЕВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ(20ч)

Лекция 2 (2 ч).

Тема 2.1.Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.

Модель наработки совокупности однотипных невосстанавливаемых изделий. Понятие наработки до отказа как непрерывной случайной величины. Причины, обуславливающие случайный характер наработки до отказа. Показатели безотказности и требования к ним, устанавливаемые при проектировании изделий исходя из требований по безопасности полетов. Вероятность безотказной работы изделия. Условная вероятность безотказной работы. Вероятность отказа изделия как функция распределения наработки до отказа. Плотность распределения наработки до отказа. Интенсивность отказов. Графики изменения плотности распределения наработки до отказа и интенсивности отказов с увеличением наработки изделия. Характеристика периодов «приработки», «нормальной эксплуатации» и «деградации».Средняя наработка до отказа, как математическое ожидание наработки до отказа. Связь средней наработки до отказа с вероятностью безотказной работы изделия. Средняя наработка на отказ. Усредненная наработка на отказ и средняя наработка на одно изделие в произвольный момент наработки изделия. Основное интегральное уравнение надежности. Соотношения между показателями безотказности.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (2ч).Проработка теоретического материала лекции.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

Самостоятельная работа студента (8ч).Выполнение контрольной работы.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 2].

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 2.2.Законы распределения, используемые в исследованиях и расчетах надежности.

Экспоненциальное распределение. Плотность распределения наработки до отказа при экспоненциальном распределении. Выводы выражений для определения показателей безотказности изделий при экспоненциальном распределении. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при экспоненциальном распределении. Нормальное распределение. Плотность распределения наработки до отказа при нормальном распределении. Усеченное и не усеченное нормальное распределение. Выводы выражений для определения коэффициента усечения, вероятности безотказной работы, интенсивности отказов и средней наработки до отказа при нормальном распределении. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при нормальном распределении. Особенности логарифмического нормального распределения. Применение экспоненциального и нормального распределений в задачах надежности.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (4 ч).Распределения Вейбулла и Релея. Плотности распределения наработки до отказа при распределениях Вейбулла и Релея. Вывод выражений для определения показателей безотказности изделий при распределениях Вейбулла и Релея. Взаимосвязь распределений Вейбулла и Релея. Условия, при которых распределение Вейбулла вырождается в экспоненциальное распределение или в распределение Релея. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при распределениях Вейбулла и Релея. Общая характеристика биноминального распределения, распределения Пуассона, гамма-распределения и равномерной плотности распределения и их применение в задачах надежности.

Литература: [осн: 1].

РАЗДЕЛ. 3. НАДЕЖНОСТЬ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ(16ч)

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 3.1.Восстановление бортового оборудования в процессе эксплуатации.Среднее число отказов восстанавливаемых изделий. Параметр потока отказов восстанавливаемых изделий.

Бортовое оборудование воздушного судна как сложная система с иерархической структурой. Построение иерархической структуры типовой функциональной системы бортового оборудования. Функциональная система как совокупность конструктивно съемных блоков (КСБ). КСБ как совокупность конструктивно сменных модулей (КСМ). КСМ как совокупность конструктивно заменяемых элементов (КЗЭ). Определение ситуаций и условий эксплуатации, при которых функциональная система, КСБ и КСМ представляют собой восстанавливаемые изделия. Модели наработки отдельного восстанавливаемого изделия. Обоснование допущения о мгновенном и полном восстановлении изделия после отказа. Модель наработки совокупности однотипных восстанавливаемых изделий. Наработка изделия между отказами. Наработка изделия, в течение которой происходит « n » отказов. Случайный характер этих величин и плотности их распределения.Число отказов изделия из совокупности однотипных изделий при заданной наработке как случайная дискретная величина. Представление потока отказов восстанавливаемого изделия в виде стационарного пуассоновского потока. Определение среднего числа отказов изделия при экспоненциальном распределении наработки между отказами. Определение среднего числа отказов изделия при нормальном распределении наработки между отказами. Определение статистического значения среднего числа отказов изделия.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (4 ч).Определение параметра потока отказов. Связь параметра потока отказов и среднего числа отказов восстанавливаемого изделия. Три формы представления параметра потока отказов. Вывод выражений для определения параметра потока отказов при трех формах его представления.

Связь среднего параметра потока отказов (третья форма) с показателями безотказности невосстанавливаемых изделий. Расчет интенсивности отказов по значениям параметра потока отказов.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (2 ч). Подготовка к лабораторной работе.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

Лабораторная работа 1 (4 ч).Исследование характеристик надежности невосстанавливаемых изделий.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

Самостоятельная работа студента (2 ч). Проработка теоретического материала лабораторной работы, подготовка к защите отчёта по лабораторной работе 1.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

РАЗДЕЛ. 4. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ И РАСЧЕТЫ НАДЕЖНОСТИ(16ч)

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 4.1.Расчет надежности методом структурных схем.

Условия и ограничения применения метода. Минимальная функциональная структура системы. Структурная схема надежности системы. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов. Определение показателей безотказности системы путем преобразования ее структурной схемы надежности.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 4.2.Расчет надежности методом логических схем и схемно-функциональным методом.

Условия и ограничения применения метода логических схем. Определение логических условий работоспособности систем. Построение логических схем работоспособности. Составление логических уравнений событий. Определение выражений для расчета вероятности безотказной работы систем. Условия и ограничения применения схемно-функционального метода. Составление таблиц расчетных состояний многофункциональных систем. Использование таблиц расчетных состояний для расчета вероятностей безотказной работы многофункциональных систем по отдельным функциям и систем в целом.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 4.3.Виды и способы резервирования. Расчет надежности при общем постоянном резервировании. Расчет надежности при раздельном постоянном резервировании.

Повышение надежности с применением резервирования. Структурное, информационное, функциональное и нагрузочное резервирование. Обобщенная структурная схема надежности системы при общем постоянном резервировании. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, плотности распределения наработки до отказа, интенсивности отказа и средней наработки до отказа. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки при различной кратности резервирования. Эффективность общего постоянного резервирования.Обобщенная структурная схема надежности системы при раздельном постоянном резервировании. Выделение последовательных групп элементов в структурной схеме надежности. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы групп элементов. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, плотности распределения наработки до отказа, интенсивности отказов и средней наработки до отказа. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки при различной кратности резервирования. Сравнение эффективностей общего и раздельного постоянного резервирования.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 4.4.Расчет надежности при общем и раздельном резервировании замещением.

Обобщенная структурная схема надежности системы при общем резервировании замещением. Определение условий работоспособности резервированной системы. Представление сложного события безотказной работы резервированной системы в виде логической суммы двух событий, характеризующих работу основной системы на заданном участке наработки. Определение выражения для расчета вероятности безотказной работы системы как сложного события при различной кратности резервирования. Определение выражения для расчета средней наработки системы до отказа при различной кратности резервирования. Обобщенная структурная схема надежности системы при раздельном резервировании замещением. Выделение последовательных групп элементов в структурной схеме надежности. Определение вероятностей безотказной работы групп элементов. Определение вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, средней наработки до отказа системы. Сравнение эффективностей общего и раздельного резервирования замещением.

Литература: [осн: 1].

РАЗДЕЛ. 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ АВИАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ(16ч)

Самостоятельная работа студента (4 ч).

Тема 5.1.Показатели долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Комплексные показатели надежности.

Разделение показателей долговечности на две группы в зависимости от исчисления момента наступления предельного состояния (по наработке и по календарной продолжительности эксплуатации). Понятие «ресурса». Виды ресурса (средний, назначенный, гамма-процентный, остаточный). Понятие «срок службы». Виды сроков службы (средний, назначенный, гамма-процентный, остаточный). Определение выражений для расчета ресурсов и сроков службы. Связь ремонтопригодности изделия с процедурами поддержания и восстановления его исправного состояния. Среднее и гамма-процентное время восстановления. Интенсивность восстановления. Вероятность восстановления за заданное время. Определение выражений для расчета показателей ремонтопригодности. Сохраняемость изделия в течение и после хранения и (или) транспортирования. Средний и гамма-процентный сроки сохраняемости. Определение выражений для расчета показателей сохраняемости.Понятие «коэффициент готовности». Мгновенный, средний, оперативный, стационарный и эксплуатационный коэффициенты готовности. Коэффициент технического использования. Коэффициент планируемого применения. Критерии экономической функциональной и технической эффективности. Коэффициент сохранения эффективности.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (4ч).

Тема 5.2.Точность и достоверность статистических оценок показателей надежности.Сбор и обработка статистики по надежности. Оптимизация требований к надежности систем.

Понятия «доверительный интервал» и «доверительная вероятность». Расчет доверительных интервалов оценки показателей надежности при Пуассоновском потоке отказов изделий. Оценка границ доверительного интервала наработки изделия до заданной вероятности безотказной работы. Расчет доверительных границ для различных распределений. Расчет доверительного интервала для математического ожидания наработки до отказа. Расчет доверительного интервала для дисперсии.Система сбора и обработки данных об отказах и неисправностях авиационной техники в России. Содержание карточек учета неисправностей. Типовая методика анализа и оценки надежности авиатехники эксплуатационных предприятий гражданской авиации. Доработка изделий авиационной техники на основании анализа ее надежности. Зарубежные системы информационного взаимодействия разработчиков, производителей и эксплуатантов авиационной техники по вопросам надежности воздушных судов.Задачи, возникающие при разработке требований к надежности изделий. Оценка требований к надежности проектируемого бортового комплекса. Оптимизация распределения надежности между функциональными системами комплекса при заданном значении времени безотказной работы комплекса. Оптимизация требований к надежности системы при заданных массах системы и ее элементов и вероятностях отказов элементов. Оптимизация стоимости системы при заданных надежности и функциональной связи надежности со стоимостью ее

элементов. Оптимизация стоимости систем при заданной надежности системы и стоимости ее элементов.

Литература: [осн: 1].

Самостоятельная работа студента (2 ч).Подготовка к лабораторной работе.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

Лабораторная работа 2 (4 ч).Исследование характеристик надежности восстанавливаемых изделий.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

Самостоятельная работа студента (2 ч). Проработка теоретического материала лабораторной работы, подготовка к защите отчёта по лабораторной работе 2.

Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине ***Основы теории надёжности***представлено учебником, учебно-методическими пособиями: Литература: [осн: 1, доп: 1, учебно-методическая: 1].

Самостоятельная работа студентов по дисциплине***Основы теории надёжности***способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, ориентирует студента на умение применять полученные теоретические знания на практике и проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала;
- выполнение контрольной работы;
- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовка к экзамену.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
Защита отчета по	1. Что такое	Оценка «Защищено»

лабораторной работе №1. Исследование характеристик надежности невосстанавливаемых изделий	невосстанавливаемое изделие? 2. Какими характеристиками надежности обладает невосстанавливаемое изделие? 3. Как рассчитать характеристики надежности невосстанавливаемого изделия? 4. Методика расчета времени безотказной работы? 5. Методика расчета вероятности безотказной работы?	ставится студенту при выполнении лабораторной работы, если он: - владеет теоретическими знаниями по теме лабораторной работы; - в полном объеме выполнил экспериментальную часть работы; - проведена расчетная часть по итогам проведения эксперимента; - даны исчерпывающие ответы на вопросы при защите лабораторной работы. Оценка «Не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты.
Защита отчета по лабораторной работе №2. Исследование характеристик надежности восстанавливаемых изделий	1. Какие вы знаете законы распределения характеристик надежности? 2. Как провести исследование характеристик надежности восстанавливаемых изделий при заданных законах распределения? 3. Методика расчета времени наработки на отказ? 4. Методика расчета вероятности безотказной работы? 5. Каковы результаты исследования характеристик надежности восстанавливаемых изделий при заданных законах распределения?	
Контрольная работа	1. Для заданной структурной модели надёжности вывести выражение для определения вероятности безотказной работы. 2. Определить для заданной наработки значение плотности вероятности отказов. 3. Рассчитать значения показателей надежности	Оценка «Зачтено» ставится студенту при правильном выполнении всех заданий контрольной работы. Оценка «Не зачтено» ставится, при наличии ошибок хотя бы в

	системы для моментов времени от 0 до 3000 часов с дискретностью 300 часов. 4. Построить графики зависимостей показателей надежности от наработки на заданном интервале наработки. 5. Определить условную вероятность безотказной работы системы в момент наработки t5 при условии, что в момент наработки t4 отказа не произошло.	одном задании или при неполном выполнении контрольной работы. При этом работа возвращается студенту для устранения ошибок и замечаний.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль осуществляется в форме учета выполненных лабораторных работ, защиты отчетов по лабораторным работам и выполненной контрольной работы.

Учет выполнения и защит лабораторных работ реализуется в ходе лабораторных занятий по расписанию и фиксируется в Журнале лабораторных работ.

Повторная сдача лабораторных работ также проводится во время, выделяемое для консультаций.

Тематика контрольной работы посвящена расчёту показателей надёжности системы, заданной структурной моделью надёжности. Все требования к контрольной работе и порядок её выполнения изложены в учебно-методической литературе [2].

При отрицательных результатах текущего контроля обучающийся не допускается к промежуточной аттестации.

Оценка социальных характеристик студента рассматривается как неотъемлемый элемент учебно-воспитательного процесса. В число необходимых для включения в оценку параметров входят:

- посещаемость занятий;
- активность на занятиях;
- соблюдение Устава МГТУ ГА;
- уважительное и корректное отношение к преподавателям.

Ответственный текущий контроль проводится при индивидуальном собеседовании со студентами.

Выполнение заданий на лабораторных является необходимым для формирования ряда навыков и умений практически всех компетенций данной дисциплины.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Типовые контрольные задания (вопросы)	**Критерии оценивания**
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. **Типовые контрольные задания** 1. Каковы актуальные российские источники информации в сфере вашей профессии специалиста по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники? 2. Каковы актуальные зарубежные источники информации в сфере вашей профессии специалиста по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники? 3. Как осуществлять критический анализ информации, полученной из разных источников в сфере вашей профессии специалиста по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники? 4. Как осуществлять критический синтез информации, полученной из разных источников в сфере вашей профессии специалиста по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники? 5. Как осуществлять поиск информации в сфере вашей профессии специалиста по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники?	*Отлично*: устно отвечает правильно на вопросы билета и на все дополнительные вопросы; *Хорошо*: устно отвечает в основном правильно на вопросы билета и почти на все дополнительные вопросы; *Удовлетворительно*: устно отвечает в основном правильно на вопросы билета и ошибается при ответе на часть дополнительных вопросов; *Неудовлетворительно*: неправильно отвечает на один из вопросов билета, не отвечает на дополнительные вопросы.
ОПК-3 - Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем	

управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования. **Типовые контрольные задания** 1. Теория надежности как область знаний, охватывающая математический аппарат, методы и средства исследований, оценки и обеспечения надежности технических устройств. Развитие научных исследований в области надежности. Проблемы практической реализации надежности на стадиях жизненного цикла изделий авиационной техники. Требования ИКАО и авиационных властей государств к разработчикам и эксплуатантам авиационной техники по безопасности полетов и надежности воздушных судов. Отражение вопросов надежности авиационной техники в Воздушном кодексе РФ и Нормах летной годности воздушных судов. 2. Изделие и составные части изделия как объекты надежности. Система и элементы системы. Надежность и готовность изделия. Определение понятий безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость изделий. 3. Возможные состояния изделий в процессе эксплуатации (работоспособное, неработоспособное, исправное, неисправное). Виды неработоспособных и неисправных состояний. Понятия: дефект, повреждение, отказ. Виды отказов. 4. Понятия: техническое обслуживание, восстановление, ремонт. Восстанавливаемое и невосстанавливаемое изделие. Ремонтируемое и неремонтируемое изделие. Классификационные признаки, разделяющие факторы, определяющие надежность изделий, на три группы. Характеристики конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов. 5. Влияние условий эксплуатации и внешней среды на надежность изделий. Климатические условия, механические,	

электромагнитные и биологические воздействия, а также меры и способы снижения их негативного влияния на надежность изделий.	

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена по ***билетам***, состоящим из 3-х устных вопросов, отражающих компетенции. Первый и второй вопросы экзаменационного билета оценивают компетенцию ОПК-3. Третий вопрос экзаменационного билета оценивает компетенцию УК-1.

Непосредственная подготовка обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену) происходит в течение выделенных по расписанию дней в период экзаменационной сессии на базе заранее выданных вопросов программы, основной и дополнительной литературы.

При этом должна быть оценена каждая формируемая компетенция отдельно, с выставлением оценки. При получении оценки*Неудовлетворительно* по одному из вопросов, итоговая оценка может быть только *Неудовлетворительно*.

Порядок проведения промежуточной аттестации

Сдача экзамена происходит в аудитории кафедры. Одновременно в аудитории может находиться 5-6 студентов. После получения билета студент имеет 1-1,5 часа на подготовку к ответу. Пользоваться конспектами, учебной литературой, ноутбуками и гаджетами не разрешается. Для подготовки к ответу можно пользоваться плакатами и наглядными пособиями, размещенными в аудитории.

Студент отвечает на вопросы билета устно. В зависимости от качества ответа на каждый из вопросов, а также после ответов на дополнительные вопросы преподаватель оценивает знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций студента на соответствующую оценку.

Неявка студента приравнивается к академической задолженности.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Воробьев В.Г., Константинов В.Д. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования: учебник.- М.: МГТУГА, 2010.- 448 с.

б)дополнительная литература:

1. БарзиловичЕ. Ю., МезенцевВ. Г., СавенковМ. В.Надежность авиационных систем. - М.: Транспорт, 1982. - 182 с.

в) учебно-методическая литература для выполнения лабораторных работ:

1 ДемченкоА.Г., КузнецовС.В. Основы теории надёжности: Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ - М.: МГТУ ГА, 2018,- 24 с.

2 ВоробьёвВ.Г., КонстантиновВ Д. Надёжность авиационной техники: Пособие по выполнению контрольной работы - М.: МГТУ ГА, 2010,- 13 с.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

http://www.favt.ru/ - официальный сайт ФС ВТ
http://www.mstuca.ru/ - официальный сайт МГТУ ГА;
http://www.mstuca.ru/about/structure/kafedral/department.php?IBLOCK_ID=75 - официальный сайт кафедры ТЭ АЭС и ПНК;
http://www.aviapages.ru/aircrafts/ - авиационный справочник;
http://www.aviaport.ru/directory/aviation/ - авиационный справочник;
http://www.lingvoda.ru/forum/actualthread.aspx?tid=5337 – авиационные словари;
http://www.aviaizdat.ru/ - авиационная документация;
http://aviadoc.narod.ru/ - авиационная документация;
http://www.aviadocs.net/ - авиационная документация.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине ***Основы теории надёжности***проводится в соответствии с учебной программой и учебным планом и состоит из:

- лекций;
- лабораторных занятий;
- контрольной работы;
- экзамена.

Преподаватель на лекции старается подать такой материал, который вряд ли можно будет найти в сети. Обычно рассматриваются наиболее сложные или спорные моменты. Но иногда происходит и просто подача информации, которую можно и без проблем почитать самостоятельно. Однако даже в этом случае лекции пропускать не стоит. Уже хотя бы потому, что на них часто происходит контроль посещаемости. И, если все лекции студент пропустил, могут возникнуть проблемы со сдачей экзамена, зачёта. Находясь на лекции, учащийся сам решает, какой материал можно просто послушать, а какой не мешало бы и законспектировать. Со временем некоторые моменты могут просто забыться, а

конспект поможет их вспомнить. Поэтому на лекции нужно стараться сделать хотя бы ключевые заметки, которые впоследствии могут пригодиться при подготовке к зачёту или экзамену. Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Лекция в высшей школе - это не простой пересказ учебника или других литературных источников, это личное научно-педагогическое творчество преподавателя в определенной области знания.

Подготовка к лабораторным работам.

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к лабораторным работам, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

При изучении **раздела 1** следует особое внимание уделить таким понятиям как:
Теория надежности как область знаний, охватывающая математический аппарат, методы и средства исследований, оценки и обеспечения надежности технических устройств. Развитие научных исследований в области надежности. Проблемы практической реализации надежности на стадиях жизненного цикла изделий авиационной техники. Требования ИКАО и авиационных властей государств к разработчикам и эксплуатантам авиационной техники по безопасности полетов и надежности воздушных судов. Отражение вопросов надежности авиационной техники в Воздушном кодексе РФ и Нормах летной годности воздушных судов.Изделие и составные части изделия как объекты надежности. Система и элементы системы. Надежность и готовность изделия. Определение понятий безотказность, долговечность, ремонтопригодность и сохраняемость изделий. Возможные состояния изделий в процессе эксплуатации (работоспособное, неработоспособное, исправное, неисправное). Виды неработоспособных и неисправных состояний. Понятия: дефект, повреждение, отказ. Виды отказов. Понятия: техническое обслуживание, восстановление, ремонт. Восстанавливаемое

и невосстанавливаемое изделие. Ремонтируемое и неремонтируемое изделие.Классификационные признаки, разделяющие факторы, определяющие надежность изделий, на три группы. Характеристики конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов. Влияние условий эксплуатации и внешней среды на надежность изделий. Климатические условия, механические, электромагнитные и биологические воздействия, а также меры и способы снижения их негативного влияния на надежность изделий. Организация подразделений и служб надежности в конструкторских бюро, на заводах и в эксплуатационных предприятиях.

При изучении **раздела 2**следует особое внимание уделить таким понятиям как:
Модель наработки совокупности однотипных невосстанавливаемых изделий. Понятие наработки до отказа как непрерывной случайной величины. Причины, обуславливающие случайный характер наработки до отказа. Показатели безотказности и требования к ним, устанавливаемые при проектировании изделий исходя из требований по безопасности полетов. Вероятность безотказной работы изделия. Условная вероятность безотказной работы. Вероятность отказа изделия как функция распределения наработки до отказа. Плотность распределения наработки до отказа. Интенсивность отказов. Графики изменения плотности распределения наработки до отказа и интенсивности отказов с увеличением наработки изделия. Характеристика периодов «приработки», «нормальной эксплуатации» и «деградации».Средняя наработка до отказа, как математическое ожидание наработки до отказа. Связь средней наработки до отказа с вероятностью безотказной работы изделия. Средняя наработка на отказ. Усредненная наработка на отказ и средняя наработка на одно изделие в произвольный момент наработки изделия. Основное интегральное уравнение надежности. Соотношения между показателями безотказности.Экспоненциальное распределение. Плотность распределения наработки до отказа при экспоненциальном распределении. Выводы выражений для определения показателей безотказности изделий при экспоненциальном распределении. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при экспоненциальном распределении. Нормальное распределение. Плотность распределения наработки до отказа при нормальном распределении. Усеченное и не усеченное нормальное распределение. Выводы выражений для определения коэффициента усечения, вероятности безотказной работы, интенсивности отказов и средней наработки до отказа при нормальном распределении. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при нормальном распределении. Особенности логарифмического нормального распределения. Применение экспоненциального и нормального распределений в задачах надежности.Распределения Вейбулла и Релея. Плотности распределения наработки до отказа при распределениях Вейбулла и Релея. Вывод выражений для определения показателей безотказности изделий при распределениях Вейбулла и Релея. Взаимосвязь распределений Вейбулла и Релея. Условия, при которых распределение Вейбулла вырождается в экспоненциальное распределение или в

распределение Релея. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки изделия при распределениях Вейбулла и Релея. Общая характеристика биноминального распределения, распределения Пуассона, гамма-распределения и равномерной плотности распределения и их применение в задачах надежности.

При изучении **раздела 3**следует особое внимание уделить таким понятиям как: Бортовое оборудование воздушного судна как сложная система с иерархической структурой. Построение иерархической структуры типовой функциональной системы бортового оборудования. Функциональная система как совокупность конструктивно съемных блоков (КСБ). КСБ как совокупность конструктивно сменных модулей (КСМ). КСМ как совокупность конструктивно заменяемых элементов (КЗЭ). Определение ситуаций и условий эксплуатации, при которых функциональная система, КСБ и КСМ представляют собой восстанавливаемые изделия. Модели наработки отдельного восстанавливаемого изделия. Обоснование допущения о мгновенном и полном восстановлении изделия после отказа. Модель наработки совокупности однотипных восстанавливаемых изделий. Наработка изделия между отказами. Наработка изделия, в течение которой происходит « n » отказов. Случайный характер этих величин и плотности их распределения.Число отказов изделия из совокупности однотипных изделий при заданной наработке как случайная дискретная величина. Представление потока отказов восстанавливаемого изделия в виде стационарного пуассоновского потока. Определение среднего числа отказов изделия при экспоненциальном распределении наработки между отказами. Определение среднего числа отказов изделия при нормальном распределении наработки между отказами. Определение статистического значения среднего числа отказов изделия.Определение параметра потока отказов. Связь параметра потока отказов и среднего числа отказов восстанавливаемого изделия. Три формы представления параметра потока отказов. Вывод выражений для определения параметра потока отказов при трех формах его представления. Связь среднего параметра потока отказов (третья форма) с показателями безотказности невосстанавливаемых изделий. Расчет интенсивности отказов по значениям параметра потока отказов.

При изучении **раздела 4**следует особое внимание уделить таким понятиям как: Условия и ограничения применения метода. Минимальная функциональная структура системы. Структурная схема надежности системы. Последовательное, параллельное и смешанное соединение элементов. Определение показателей безотказности системы путем преобразования ее структурной схемы надежности.Условия и ограничения применения метода логических схем. Определение логических условий работоспособности систем. Построение логических схем работоспособности. Составление логических уравнений событий. Определение выражений для расчета вероятности безотказной работы систем. Условия и ограничения применения схемно-функционального метода. Составление таблиц расчетных состояний многофункциональных систем. Использование таблиц расчетных состояний для расчета вероятностей

безотказной работы многофункциональных систем по отдельным функциям и систем в целом.Повышение надежности с применением резервирования. Структурное, информационное, функциональное и нагрузочное резервирование. Обобщенная структурная схема надежности системы при общем постоянном резервировании. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, плотности распределения наработки до отказа, интенсивности отказа и средней наработки до отказа. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки при различной кратности резервирования. Эффективность общего постоянного резервирования.Обобщенная структурная схема надежности системы при раздельном постоянном резервировании. Выделение последовательных групп элементов в структурной схеме надежности. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы групп элементов. Определение выражений для расчета вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, плотности распределения наработки до отказа, интенсивности отказов и средней наработки до отказа. Графики зависимостей показателей безотказности от наработки при различной кратности резервирования. Сравнение эффективностей общего и раздельного постоянного резервирования.Обобщенная структурная схема надежности системы при общем резервировании замещением. Определение условий работоспособности резервированной системы. Представление сложного события безотказной работы резервированной системы в виде логической суммы двух событий, характеризующих работу основной системы на заданном участке наработки. Определение выражения для расчета вероятности безотказной работы системы как сложного события при различной кратности резервирования. Определение выражения для расчета средней наработки системы до отказа при различной кратности резервирования. Обобщенная структурная схема надежности системы при раздельном резервировании замещением. Выделение последовательных групп элементов в структурной схеме надежности. Определение вероятностей безотказной работы групп элементов. Определение вероятностей безотказной работы и отказа резервированной системы, средней наработки до отказа системы. Сравнение эффективностей общего и раздельного резервирования замещением.

При изучении **раздела 5**следует особое внимание уделить таким понятиям как:
Разделение показателей долговечности на две группы в зависимости от исчисления момента наступления предельного состояния (по наработке и по календарной продолжительности эксплуатации). Понятие «ресурса». Виды ресурса (средний, назначенный, гамма-процентный, остаточный). Понятие «срок службы». Виды сроков службы (средний, назначенный, гамма-процентный, остаточный). Определение выражений для расчета ресурсов и сроков службы. Связь ремонтопригодности изделия с процедурами поддержания и восстановления его исправного состояния. Среднее и гамма-процентное время восстановления. Интенсивность восстановления. Вероятность восстановления за заданное время. Определение выражений для расчета показателей

ремонтопригодности. Сохраняемость изделия в течение и после хранения и (или) транспортирования. Средний и гамма-процентный сроки сохраняемости. Определение выражений для расчета показателей сохраняемости.Понятие «коэффициент готовности». Мгновенный, средний, оперативный, стационарный и эксплуатационный коэффициенты готовности. Коэффициент технического использования. Коэффициент планируемого применения. Критерии экономической функциональной и технической эффективности. Коэффициент сохранения эффективности.Понятия «доверительный интервал» и «доверительная вероятность». Расчет доверительных интервалов оценки показателей надежности при Пуассоновском потоке отказов изделий. Оценка границ доверительного интервала наработки изделия до заданной вероятности безотказной работы. Расчет доверительных границ для различных распределений. Расчет доверительного интервала для математического ожидания наработки до отказа. Расчет доверительного интервала для дисперсии.Система сбора и обработки данных об отказах и неисправностях авиационной техники в России. Содержание карточек учета неисправностей. Типовая методика анализа и оценки надежности авиатехники эксплуатационных предприятий гражданской авиации. Доработка изделий авиационной техники на основании анализа ее надежности. Зарубежные системы информационного взаимодействия разработчиков, производителей и эксплуатантов авиационной техники по вопросам надежности воздушных судов.Задачи, возникающие при разработке требований к надежности изделий. Оценка требований к надежности проектируемого бортового комплекса. Оптимизация распределения надежности между функциональными системами комплекса при заданном значении времени безотказной работы комплекса. Оптимизация требований к надежности системы при заданных массах системы и ее элементов и вероятностях отказов элементов. Оптимизация стоимости системы при заданных надежности и функциональной связи надежности со стоимостью ее элементов. Оптимизация стоимости систем при заданной надежности системы и стоимости ее элементов.Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых изделий при постоянной и линейной зависимости интенсивности отказов от наработки. Расчет характеристик надежности невосстанавливаемых изделий при нормальном законе и законах распределения Вейбулла и Релея. Расчет характеристик надежности восстанавливаемых изделий. Расчет надежности систем при общем резервировании. Расчет надежности систем при раздельном резервировании. Расчет надежности систем при смешанном соединении элементов. Расчет надежности методом логических схем и схемно-функциональным методом. Расчет точности и достоверности статистических оценок надежности. Расчет единичных и комплексных показателей эксплуатационной надежности. Определение оптимальных требований к надежности систем.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

В процессе преподавания дисциплины ***Основы теории надёжности*** используются как классические формы и методы обучения (лекции и лабораторные работы), так и активные методы обучения (интерактивная работа с моделирующими и тестовыми компьютерными программами, тренинги). Применение любой формы обучения предполагает также использование новейших IT-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине ***Основы теории надёжности*** преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения Ростовского филиала МГТУ ГА, при необходимости — с привлечением Интернет-ресурсов, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Лабораторные работы по курсу ***Основы теории надёжности*** выполняются с элементами компьютерного моделирования в программе MS Excel.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

комплект специализированной мебели,
мультимедийный проектор – 1 шт.;
персональный компьютер – 1 шт.;
экран; наборы демонстрационного оборудование, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе; учебно-наглядное пособие, соответствующее рабочей учебной программе.

Рекомендуемые программные средства, а также имеются установки для лабораторных работ и компьютерный класс *(10 шт. ЭВМ)* с возможностью демонстрации аудио- и видеоматериалов.