МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И НАДЕЖНОСТИ РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Цифровые технологии электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	26	26	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	76	76	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83280

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение основных положений теории надежности радиоэлектронной аппаратуры и методами обеспечения надежности.

2. Научить применять теоретические знания в области обеспечения надёжности радиоэлектронных средств (РЭС) при современных технологиях производства и жёстких условиях эксплуатации РЭС.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение теоретических основ анализа и синтеза РЭС.
2. Изучение основ теории надежности технических систем.
3. Овладение методами и современными инструментальными средствами исследования и оценки надежности РЭС.
4. Изучение методов повышения эффективности РЭС.
5. Использование информационных технологий при проектировании РЭС с требуемыми характеристиками надежности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.03.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83280

ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1. Знает способы создания простейших физических и математических моделей схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знать математические модели надежности исследуемых объектов.
	ПК-1.2. Умеет строить физические и математические модели электронных устройств	Уметь эффективно применять типовые программные средства, ориентированные на решение задач расчета надежности и статистической обработки результатов испытаний.
	ПК-1.3. Владеет навыками компьютерного моделирования	Владеть навыками практического освоения инструментальных средств информационных технологий, как основы CALS-технологий в области надежностно- ориентированного проектирования.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	68	68
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	76
Подготовка к зачету с оценкой	9	9
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	10	10
Подготовка к защите отчета по практическому занятию	9	9
Написание конспекта самоподготовки	9	9
Подготовка к письменному опросу	12	12
Подготовка к тестированию	12	12
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	3
Написание отчета по лабораторной работе	4	4

Согласована на портале № 83280

Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Введение. Основные понятия и определения теории надежности	2	-	-	8	10	ПК-1
2 Количественные характеристики надежности	2	6	-	8	16	ПК-1
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС	2	4	-	8	14	ПК-1
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	4	6	-	8	18	ПК-1
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС	2	10	-	8	20	ПК-1
6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	4	-	-	8	12	ПК-1
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС	2	-	8	9	19	ПК-1
8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС «АСОНИКА»	4	-	-	8	12	ПК-1
9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке	4	-	8	11	23	ПК-1
Итого за семестр	26	26	16	76	144	
Итого	26	26	16	76	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 83280

1 Введение. Основные понятия и определения теории надежности	Понятие надёжности. Системы и элементы систем. Отказы и неисправности РЭС. Математические основы надёжности. Графическое изображение событий. Основные показатели надёжности. Жизненный цикл РЭС и обеспечение надёжности на каждой стадии его жизни	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Количественные характеристики надежности	Количественные показатели безотказности РЭС. Вероятность безотказной работы. Средняя наработка до отказа (среднее время безотказной работы) и средняя наработка на отказ. Плотность вероятности отказа (частота отказов). Гамма-процентная наработка до отказа. Интенсивность отказов. Параметр потока отказов. Единичные показатели ремонтопригодности. Комплексные показатели надёжности РЭС. Рекомендации по выбору показателей надёжности для различных электронных средств.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС	Поток событий. Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС. Биномиальный закон распределения. Распределение Пуассона. Экспоненциальное распределение. Нормальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Гамма-распределение.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	Введение. Последовательная модель надёжности. Параллельная модель надёжности. Метод преобразования сложной логической структуры по базовому элементу. Методы резервирования. Резервирование замещением. Постоянное резервирование. Общее резервирование. Поэлементное резервирование. Раздельное резервирование. Смешанное резервирование. Рекомендации по выбору способа резервирования.	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 83280

5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС	Основные положения. Задачи, решаемые при расчёте надёжности. Классификация методов расчёта. Прикидочный расчёт надёжности. Расчёт по усреднённой интенсивности отказов. Расчёт по показателю надёжности. Ориентировочный расчёт надёжности. Окончательный расчёт надёжности. Коэффициенты степени жёсткости условий эксплуатации. Соотношения для расчёта коэффициентов нагрузки типовых ЭРЭ. Коэффициенты электрической нагрузки элементов. Очерёдность проведения расчётов надежности РЭС.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	Понятие задач оптимизации. Общий порядок решения задач оптимизации. Способы построения целевой функции. Краткая характеристика математических методов решения задач оптимизации. Метод динамического программирования. Алгоритм оптимизации методом случайного поиска. Примеры решения задач оптимизации.	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС	Понятие о моделировании и моделях надёжности. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Планирование ПФЭ и его выполнение. Статистическая обработка результатов ПФЭ. Последовательность выполнения статистической обработки и проверки пригодности для практики построенной модели.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 83280

8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС «АСОНИКА»	Реализация комплексного моделирования надёжности и качества РЭС в САПР "АСОНИКА". Подсистема концептуального комплексного макромоделирования АСОНИКА-П. Подсистема планирования и управления проектами АСОНИКА-У. Подсистема теплового моделирования АСОНИКА-Т. Подсистема аэродинамического моделирования АСОНИКА-А. Подсистема механического моделирования АСОНИКА-М. Подсистема тепломеханического моделирования АСОНИКА-ТМ. Подсистема расчёта надёжности АСОНИКА-К. Подсистема диагностического моделирования АСОНИКА-Д.	4	ПК-1
	Итого	4	
9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке	Организационные аспекты. Схемотехнические аспекты (Надежность схемотехнических решений. Надежность элементной базы). Конструкционные аспекты. (Надежность конструкционных решений. Надежность элементной базы). Программные проблемы (Надежность программного обеспечения). Проблемы дизайна. (Надежность пользовате ля). Задачи тестирования (Надежность технологических процессов сборки. Надежность пользователя). Оформление конструкторской и пользовательской документации. (Надежность пользователя).	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 83280

2 Количественные характеристики надежности	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов.	2	ПК-1
	Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ	2	ПК-1
	Параметр потока отказов	2	ПК-1
	Итого	6	
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС	Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	Методы расчета надежности резервированных систем	6	ПК-1
	Итого	6	
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС	Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий	2	ПК-1
	Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени	2	ПК-1
	Определение интенсивностей отказов элементов	2	ПК-1
	Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов	4	ПК-1
	Итого	10	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло в программном комплексе MathCAD	4	ПК-1
	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло в программном комплексе MicroCAP	4	ПК-1
	Итого	8	

Согласована на портале № 83280

9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем в программном комплексе MathCAD	4	ПК-1
	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем в программном комплексе MicroCAP	4	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Введение. Основные понятия и определения теории надежности	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	2	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 83280

2 Количественные характеристики надежности	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	1	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	8		
3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	1	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	8		

Согласована на портале № 83280

4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	1	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	8		
5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	1	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПК-1	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	8		

Согласована на портале № 83280

6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	2	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	1	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	9		

Согласована на портале № 83280

8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС «АСОНИКА»	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	2	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		
9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к защите отчета по практическому занятию	1	ПК-1	Защита отчета по практическому занятию
	Написание конспекта самоподготовки	1	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Подготовка к письменному опросу	1	ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	11		
Итого за семестр		76		
Итого		76		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 83280

ПК-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Защита отчета по лабораторной работе, Защита отчета по практическому занятию, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Письменный опрос, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	20	20
Защита отчета по лабораторной работе	2	2	4	8
Защита отчета по практическому занятию	2	2	4	8
Конспект самоподготовки	2	2	4	8
Письменный опрос	2	2	4	8
Лабораторная работа	2	2	4	8
Тестирование	2	2	4	8
Отчет по лабораторной работе	2	2	4	8
Отчет по практическому занятию (семинару)	8	8	8	24
Итого максимум за период	22	22	56	100
Нарастающим итогом	22	44	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 83280

5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.).

2. Зеленский В. А., Сухачёв К. И. Основы конструирования, технологии и надёжности радиоэлектронных средств. Самара, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва, 2020. - 146 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/188958.

7.2. Дополнительная литература

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.).

2. Серафинович, Лев Платонович. Расчет надежности и конструирования радиоэлектронной аппаратуры : Справочное руководство / Л. П. Серафинович. - Томск : Издательство Томского университета, 1972. - 210 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 79 экз.).

3. Яншин, Аркадий Алексеевич. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА : учебное пособие для вузов / А. А. Яншин. - М. : Радио и связь, 1983. - 311 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 44 экз.).

4. Грачев Н. Н., Черноверская В. В. Конструктивные методы обеспечения помехозащищенности при проектировании и монтаже радиоэлектронных устройств: Учебное пособие. - М.: МИРЭА - Российский технологический университет, 2021. - 119 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/182533.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств: Методические указания по практическим занятиям для студентов направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств / Д. В. Озеркин - 2022. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9855.

2. Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств: Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств», для направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств / Д. В. Озеркин - 2022. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9854.

3. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 83280

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория ГПО / Лаборатория автоматизированного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Acrobat Reader;
- Microsoft Office;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория ГПО / Лаборатория автоматизированного проектирования: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 403 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Мультимедийный проектор TOSHIBA;
- Телевизор-монитор SAMSUNG;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 83280

Программное обеспечение:
- Acrobat Reader;
- MicroCAP;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 83280

1 Введение. Основные понятия и определения теории надежности	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Количественные характеристики надежности	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 83280

3 Законы распределения случайных величин при анализе надёжности РЭС	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Анализ структурных схем надёжности РЭС. Резервирование радиоэлектронных средств.	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 83280

5 Методы расчёта надёжности РЭС. Надежность восстанавливаемых и невосстанавливаемых РЭС	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
6 Задачи оптимизации в конструировании и технологии РЭС	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 83280

7 Математические модели РЭС и технологических процессов. Вероятностное описание параметров РЭС	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Автоматизированная система обеспечения надёжности и качества РЭС «АСОНИКА»	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 83280

9 Обеспечение надежности РЭС при их разработке	ПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по практическому занятию	Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Согласована на портале № 83280

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо, невозможно или нецелесообразно называется ...
   a) Работоспособным;
   b) Не работоспособным;
   c) Исправным;
   d) Предельным.

2. Свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки называется ...
   а) Безотказностью;
   б) Работоспособностью;
   c) Исправностью;
   d) Долговечностью.

3. Работоспособность объекта - это ...
   a) Состояние объекта, при котором значения всех параметров технического состояния соответствуют требованиям нормативно-техническая документация (НТД).
   b) Состояние объекта, при котором значения параметров, характеризующих способность выполнять функции, соответствуют требованиям НТД.
   c) Свойство объекта, сохранять значения параметров, характеризующих способность выполнять функции, в соответствии с требованиями НТД;
   d) Свойство объекта, сохранять значения всех параметров технического состояния в пределах, установленных НТД.

4. К комплексным показателям надежности относятся:
   a) безотказность;
   b) ремонтопригодность;
   c) коэффициент готовности;

Согласована на портале № 83280

d) долговечность.

5. Вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух последовательно соединенных элементов, если безотказность работы первого элемента P1(t)=0,8, а второго P2(t)=0,5, равна ...
   a). 0,4;
   b). 0,6;
   c). 0,8;
   d). 0,9.

6. При испытании 100 изделий в течение наработки T, 30 изделий отказали. Вероятность безотказной работы изделий за наработку T равна ...
   a) 0,3;
   b) 0,42;
   c) 0,7;
   d) 0,77.

7. Свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность его выполнять требуемые функции в течение и после хранения и транспортировки, называется ...
   a) Безотказностью;
   b) Долговечностью;
   c) Ремонтопригодностью;
   d) Сохраняемостью.

8. Отказ, возникающий в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления или ремонта объекта, называется ...
   a) Конструктивным;
   b) Производственным;
   c) Эксплуатационным;
   d) Ресурсным.

9. Укажите вид отказа, если в результате экспертизы выяснилось, что он произошел из-за неправильного назначения материала детали.
   a) Конструктивный отказ;
   b) Производственный отказ;
   c) Эксплуатационный отказ;
   d) Ресурсный отказ.

10. Постепенный отказ характеризуется …
    a) Скачкообразным изменением параметра технического состояния до предельного значения;
    b) Минимальной трудоемкостью устранения;
    c) Медленным изменением параметра технического состояния от номинального до предельного значения;
    d) Постепенным возрастанием трудоемкости его устранения.

11. Что произойдет с доверительным интервалом, если доверительную вероятность изменить с 0.8 до 0.95?
    a) Доверительный интервал увеличится;
    b) Доверительный интервал уменьшится;
    c) Доверительный интервал не изменится;
    d) Доверительный интервал вначале будет уменьшаться, а после достижения доверительной вероятности 0.9 произойдет его резкое увеличение.

12. Гамма процентная наработка до отказа представляет собой ...
    a) Наработку, в течение которой отказ объекта не возникает с вероятностью "гамма",

Согласована на портале № 83280

выраженной в процентах;
b) Наработку, в течение которой отказ объекта возникнет с вероятностью "гамма", выраженной в процентах;
c) Верхнюю доверительную границу рассеивания наработки до отказа, соответствующую вероятности "гамма", выраженной в процентах;
d) Наработку, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с вероятностью "гамма", выраженной в процентах.

13. Какое определение наиболее точно характеризует коэффициент готовности объекта?
a) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривают;
b) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в момент определения его технического состояния;
c) вероятность того, что объект окажется в исправном состоянии в произвольный момент времени, кроме периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривают;
d) вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в заданный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривают.

14. Интенсивность отказов представляет собой ...
a) Условную плотность вероятности возникновения отказа объекта, определяемую при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал;
b) Условную плотность возникновения отказа объекта, определяемую при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал;
c) Условную вероятность возникновения отказа объекта, определяемую при условии, что до рассматриваемого момента времени отказ не возникал;
d) Плотность вероятности возникновения отказа объекта.

15. Что выражает формула $Q(t) = 1 – P(t)$?
a) вероятность безотказной работы;
b) вероятность отказа;
c) долговечность;
d) интенсивность отказа.

16. Как называют способ резервирования, при котором любой отказавший элемент или узел не влияет на выходные сигналы и прямого обнаружения не производят?
a) скользящее резервирование;
b) постоянное резервирование;
c) резервирование замещением;
d) кратное резервирование.

17. Введение структурной надёжности - это способ повышения надёжности на этапе ...
a) проектирования;
b) изготовления;
c) эксплуатации;
d) технологии.

18. Соединение, при котором отказ любого элемента не приводит к отказу системы, пока не откажут все соединенные элементы:
a) смешанное;
b) последовательное;
c) параллельное;
d) по базовому элементу.

19. Вероятность того, что за определенный рассматриваемый период времени работы в

Согласована на портале № 83280

заданных условиях эксплуатации устройство не откажет:
a) вероятность безотказной работы;
b) плотность вероятности;
c) вероятность отказа;
d) интенсивность отказов.

20. Свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, к восстановлению и поддержанию работоспособности путем проведения технического обслуживания и ремонта:
a) сохраняемость;
b) долговечность;
c) безотказность;
d) ремонтопригодность.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Основные понятия и определения теории и практики надёжности РЭС.
2. Понятие и определение надёжности РЭС, виды надёжности.
3. Понятие отказа. Классификация отказов. Причины возникновения отказов РЭС, внезапные и постепенные отказы, изменение интенсивности отказов.
4. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа.
5. Интенсивность отказов элементов и устройств.
6. Типичная лямбда-характеристика электронных устройств.
7. Характеристика показателей надёжности.
8. Показатели надёжности невосстанавливаемых объектов.
9. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов.
10. Законы распределения наработки до отказа экспоненциальный, нормальный и Вейбулла, их математическая и графическая характеристика.
11. Надёжность РЭС при внезапных и постепенных отказах. Использование законов распределения Пуассона, Рэлея и Эрланга для оценки наработки на отказ.
12. Характеристика экспоненциальной модели.
13. Характеристика модели Вейбулла.
14. Характеристика некоторых других моделей отказов.
15. Гамма-процентная наработка до отказа.
16. Принципы резервирования, виды резервирования, классификация структурного резервирования.
17. Расчёт нагруженного резервирования: общее резервирование с целой кратностью, раздельное резервирование с целой кратностью, общее резервирование с дробной кратностью.
18. Расчёт ненагруженного резервирования: общее резервирование замещением с целой кратностью, раздельное резервирование с целой кратностью.
19. Доверительный интервал, доверительная вероятность, методы исключения промахов, критерии согласия между теоретической кривой и статистическим распределением.
20. Единичные и комплексные показатели качества РЭС.
21. Точность и стабильность параметров. Виды допусков в конструировании и производстве РЭС. Характеристики, используемые для задания допуска.
22. Оценка производственного разброса выходного параметра, исходя из наихудшего случая рассеивания первичных параметров.
23. Анализ точности выходного параметра с учётом вероятностного рассеивания первичных параметров. Выбор критериев оценки точности. Расчётные соотношения, используемые для оценки точности выходного параметра.
24. Установление производственного допуска на выходной параметр.
25. Уравнение относительной погрешности выходного параметра с учётом действия эксплуатационных факторов.
26. Классификация технических систем с точки зрения надёжности и эффективности функционирования.
27. Схемы соединения элементов в устройстве с точки зрения надёжности.

Согласована на портале № 83280

28. Среднее время безотказной работы. Наработка на отказ (средняя наработка на отказ). Минимальная наработка до отказа (на отказ).
29. Параметр потока отказов электронных устройств.
30. Показатели ремонтопригодности электронных устройств. Среднее время восстановления и вероятность восстановления.
31. Гамма-процентное время восстановления и трудоёмкость восстановления.
32. Показатели долговечности элементов и электронных устройств.
33. Комплексные показатели надёжности электронных устройств.
34. Интенсивность отказов как основная характеристика надёжности элементов.
35. Коэффициенты электрической нагрузки элементов. Определение коэффициента электрической нагрузки типовых элементов.
36. Учёт влияния на надёжность элементов электрического режима и условий работы (модели расчёта эксплуатационной надёжности элементов).
37. Оценка показателей надёжности проектируемого электронного устройства.
38. Характеристика метода расчёта надёжности электронного устройства.
39. Ориентировочный (приближённый) расчёт показателей надёжности проектируемого электронного устройства.
40. Уточнённый (окончательный) расчёт показателей надёжности электронных устройств.
41. Эксплуатационная надёжность электронных устройств.
42. Общая характеристика методов повышения надёжности электронных устройств.
43. Схемотехнические методы повышения надёжности электронных устройств.
44. Резервирование как метод повышения надёжности электронных устройств. Виды резервирования.
45. Оценка показателей безотказности электронного устройства при наличии постоянного резервирования.
46. Характеристика резервирования замещением.
47. Оценка безотказности электронного устройства при наличии резервирования замещением.
48. Ограничение электрической нагрузки элементов как способ повышения надёжности электронных устройств.
49. Характеристика метода Монте-Карло как метода вероятностного моделирования объектов (устройств, процессов).

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. В чем заключается основное различие метода статистического анализа на ЭВМ и экспериментального статистического метода?
2. Каковы недостатки аналитического вероятностного метода исследования?
3. Почему возрастает объем исходной информации в случае статистического анализа интегральных схем РЭА?
4. Какие процедуры включает в себя схема вычислений при использовании метода Монте-Карло?
5. Что такое тяжелый режим работы ЭРЭ?
6. Какие задачи необходимо решить, прежде чем приступить к проведению факторного эксперимента?
7. Что такое критерий (или параметр) оптимизации?
8. Каким требованиям должен удовлетворять параметр оптимизации?
9. Какие требования предъявляются к факторам, которые оказывают воздействия на объект исследования во время эксперимента?
10. Каким образом кодируются верхний и нижний уровни факторов в факторном эксперименте?

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты практических занятий

1. Расчёт показателей надёжности невосстанавливаемых изделий.
2. Расчёт показателей надёжности восстанавливаемых изделий и комплексных показателей безотказности.
3. Ориентировочный расчёт надёжности изделий.
4. Окончательный расчёт надёжности невосстанавливаемых изделий.

Согласована на портале № 83280

5. Расчет надёжности резервированных РЭС.
6. Расчет надёжности при выборочных испытаниях.

9.1.5. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность.
2. Основные сведения о расчете надежности.
3. Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.
4. Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.
5. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.
6. Задание требований по надежности.
7. Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в зависимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.
8. Классификация резервирования по способам включения, по методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем.
9. Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.
10. Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы.

9.1.6. Примерный перечень вопросов для письменного опроса

1. Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость.
2. Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, обслуживаемые и необслуживаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.
3. Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.
4. Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах.
5. Выбор номенклатуры показателей надежности.
6. Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ.
7. Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды резервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы.
8. Виды и планы испытаний на надежность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий.
9. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы однократной выборки.
10. Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при определении статистических характеристик надежности.

9.1.7. Темы практических занятий

1. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов.
2. Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ
3. Параметр потока отказов
4. Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин
5. Методы расчета надежности резервированных систем
6. Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий
7. Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени
8. Определение интенсивностей отказов элементов
9. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов

Согласована на портале № 83280

работы элементов

9.1.8. Темы лабораторных работ

1. Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло в программном комплексе MathCAD
2. Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭС по методу Монте-Карло в программном комплексе MicroCAP
3. Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем в программном комплексе MathCAD
4. Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем в программном комплексе MicroCAP

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 83280

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 83280

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 45 от «20» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Согласовано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РЭТЭМ	Д.В. Озеркин	Разработано, 2c764cd5-9737-412c-b180-2174966c2e34

Согласована на портале № 83280