МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Надежность радиоэлектронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5706

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 46 от «29» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент, к.ф-м.н. каф. РЭТЭМ _____ Захаров В. М.

Заведующий обеспечивающей каф.
РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф.
РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Эксперты:

Доцент, к.б.н. РЭТЭМ _____ Несмелова Н. Н.

Доцент, к.т.н РЭТЭМ _____ Чикин Е. В.

Согласована на портале № 5706

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение студентами теории, практики расчётов и методов обеспечения надёжности радиоэлектронных средств (РЭС).

1.2. Задачи дисциплины

– освоение студентами типовых методик расчёта надёжности РЭС;

– ознакомление студентов с методами и средствами контроля, диагностирования и прогнозирования технического состояния РЭС.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность радиоэлектронных средств» (Б1.В.ДВ.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Информатика, Математика 2, Схемо- и системотехника электронных средств, Теоретические основы технологии электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: Технология производства электронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основы теории надёжности РЭС; количественные характеристики надёжности невос-станавливаемых и восстанавливаемых устройств.

– **уметь** рассчитывать показатели безотказности и ремонтопригодности РЭС; рассчитывать надёжность резервированных систем; разрабатывать требования к надёжности узлов и элементов исходя из заданной надёжности устройства; рассчитывать продолжительность профилактических работ.

– **владеть** навыками работы по анализу и расчёту параметров надёжности РЭС; навыками использования статистических данных по отказам при составлении алгоритма поиска места отказа РЭС; методами обработки результатов испытаний с целью определения показателей надёжности и решения прикладных задач надёжности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	20	20
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	9	9
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	21
Всего (без экзамена)	108	108

Согласована на портале № 5706

Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надёжности. Сущность надёжности как способности выполнять заданные функции.	2	2	0	3	7	ОПК-7
2	Показатели надёжности.	2	4	4	11	21	ОПК-7
3	Основные статистические модели теории надёжности.	2	2	0	3	7	ОПК-7
4	Оценка надёжности РЭС при внезапных и постепенных отказах.	2	2	0	3	7	ОПК-7
5	Основы теории расчёта надёжности РЭС.	4	4	4	13	25	ОПК-7
6	Резервирование.	2	2	4	9	17	ОПК-7
7	Методы анализа опасностей, выявления отказов, анализ последствий отказов.	2	2	4	9	17	ОПК-7
8	Статистические характеристики надёжности устройств в условиях эксплуатации.	2	2	0	3	7	ОПК-7
	Итого	18	20	16	54	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о	Предмет изучения, понятие и роль дисциплины «Надежность	2	ОПК-7

Согласована на портале № 5706

надёжности. Сущность надёжности как способности выполнять заданные функции.	радиоэлектронных средств» в системе подготовки специалистов по направлению КиТЭС. Базовые понятия: техносфера, техника, техническая система, техногенные явления. Обобщённые понятия: объект, элемент, изделие, структура системы, иерархия системы. Задачи исследования РЭС с позиций их надёжности. Понятия, характеризующие состояние объекта. Понятия, характеризующие переход объекта в различные состояния. Временные характеристики объекта. Сущность надёжности: это - комплексное свойство технического объекта, заключающееся в способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определённых условиях эксплуатации.		
	Итого	2	
2 Показатели надёжности.	Формулировка показателей надёжности с использованием понятий теории вероятности. Показатели безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности. Комплексные показатели надёжности. Показатели надёжности невосстанавливаемых объектов. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов. Сложение и умножение вероятностей, совместные и несовместные события. Количественный анализ аварийности и отказов, структурно-логические функции надёжности: модель «И», модель «ИЛИ».	2	ОПК-7
	Итого	2	
3 Основные статистические модели теории надёжности.	Законы распределения случайной величины, дискретные и непрерывные величины. Функция распределения, её свойства. Плотность распределения, её свойства. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации. Экспоненциальный закон распределения наработки до отказа, пуассоновский поток. Нормальный	2	ОПК-7

Согласована на портале № 5706

	закон распределения наработки до отказа, правило трёх сигм, функция Лапласа. Усечённое нормальное распределение. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла-Гнеденко.		
	Итого	2	
4 Оценка надёжности РЭС при внезапных и постепенных отказах.	Этапы разработки и уровни надёжности. Основные причины возникновения отказов в наиболее распространённых элементах РЭС. Совместное действие внезапных и постепенных отказов, три этапа эволюции технического состояния системы. Три вида интенсивности отказов: интенсивность внезапных отказов, интенсивность постепенных отказов, интенсивность сбоев. Ориентировочный расчёт надёжности по внезапным отказам: расчёт по номинальным значениям интенсивности отказов, схемотехнические методы повышения надёжности РЭС. Уточнённый расчёт надёжности по внезапным отказам различных типов РЭС. Расчёт надёжности с учётом постепенных отказов, DN- распределение. Наработка на отказ для участков приработки и постепенных износовых отказов для законов распределения Пуассона, Рэлея и Эрланга.	2	ОПК-7
	Итого	2	
5 Основы теории расчёта надёжности РЭС.	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов: структурная схема надёжности системы, последовательное и параллельное соединение элементов системы. Учёт отказов типа «обрыв» и «короткое замыкание». Расчёт надёжности систем со структурой типа «m из n», метод прямого перебора состояний системы, комбинаторный метод анализа. Расчёт надёжности сложной структуры путём её преобразования методом разложения по базовому элементу. Расчёт надёжности в общем случае смешанных структур, приводимые и неприводимые структуры, сетевые структуры. Расчёт надёжности мостиковых схем РЭС:	4	ОПК-7

Согласована на портале № 5706

	методы прямого перебора, булевых алгебр, минимальных путей и минимальный сечений (методы свёртки). Расчёт надёжности методом преобразования с эквивалентной заменой треугольника в звезду. Расчёт надёжности комбинированных систем. Расчёт надёжности систем с ветвящейся структурой, коэффициент эффективности функционирования.		
	Итого	4	
6 Резервирование.	Основные понятия и термины, три основных пути повышения надёжности. Резервирование: принцип избыточности, виды резервирования. Структурное резервирование: классификация способов структурного резервирования, особенности расчёта различных способов структурного резервирования (нагруженное, ненагруженное, скользящее, с целой и дробной кратностью резервирования). Оптимизация структурного резервирования.	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Методы анализа опасностей, выявления отказов, анализ последствий отказов.	Качественный и количественный анализ опасностей и выявления отказов систем. Методы анализа опасностей и последствий отказа: предварительный анализ опасностей, анализ видов, последствий и критичности отказов – категории критичности, дерево событий, дерево решений, таблицы решений, дерево отказов: логические знаки и символы событий, методика построения дерева отказов. Прогнозирование ошибок человека – дерево «исходов».	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Статистические характеристики надёжности устройств в условиях эксплуатации.	Статистический ряд потока отказов. Вариационный ряд наработки. Статистический ряд по данным о наработке. Точечные оценки показателей, состоятельные, несмещённые и эффективные оценки. Доверительные вероятности и доверительные интервалы. Методы отбраковки (исключения) грубых ошибок (промахов) измерения: правило трёх сигм, критерий Ирвина. Минимальное число измерений при нормальном распределении времени	2	ОПК-7

Согласована на портале № 5706

	безотказной работы, распределение Стьюдента. Доверительные интервалы при экспоненциальном распределении и распределении Пуассона. Критерии согласия между теоретической кривой и статистическим распределением – критерий согласия Колмогорова, критерий Пирсона.		
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины									
1	Информатика	+	+	+		+	+	+	+
2	Математика 2		+	+	+	+	+	+	+
3	Схемо- и системотехника электронных средств				+	+	+	+	
4	Теоретические основы технологии электронных средств		+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1	Технология производства электронных средств		+		+	+	+	+	

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 5706

ОПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Показатели надёжности.	Расчёт показателей надёжности типовых объектов РЭС.	4	ОПК-7
	Итого	4	
5 Основы теории расчёта надёжности РЭС.	Расчёт структурной надёжности систем (параллельно-последовательные соединения).Расчёт показателей надёжности мостиковых и комбинированных схем.	4	ОПК-7
	Итого	4	
6 Резервирование.	Метод декомпозиции для расчёта показателей надёжности сложных комбинированных схем.	4	ОПК-7
	Итого	4	
7 Методы анализа опасностей, выявления отказов, анализ последствий отказов.	Анализ и расчёт надёжности системы методом «дерева неисправностей».	4	ОПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надёжности. Сущность надёжности как способности выполнять заданные функции.	Понятия, характеризующие состояние объекта. Понятия, характеризующие переход объекта в различные состояния. Временные характеристики объекта. Сущность надёжности.	2	ОПК-7

Согласована на портале № 5706

	Итого	2	
2 Показатели надёжности.	Показатели безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности. Комплексные показатели надёжности. Показатели надёжности невосстанавливаемых объектов. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов. Количественный анализ аварийности и отказов, структурно-логические функции надёжности: модель «И», модель «ИЛИ».	4	ОПК-7
	Итого	4	
3 Основные статистические модели теории надёжности.	Экспоненциальный закон распределения наработки до отказа, пуассоновский поток. Нормальный закон распределения наработки до отказа, правило трёх сигм, функция Лапласа. Усечённое нормальное распределение. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла-Гнеденко.	2	ОПК-7
	Итого	2	
4 Оценка надёжности РЭС при внезапных и постепенных отказах.	Три вида интенсивности отказов: интенсивность внезапных отказов, интенсивность постепенных отказов, интенсивность сбоев. Ориентировочный расчёт надёжности по внезапным отказам: расчёт по номинальным значениям интенсивности отказов, схемотехнические методы повышения надёжности РЭС. Уточнённый расчёт надёжности по внезапным отказам различных типов РЭС. Расчёт надёжности с учётом постепенных отказов, DN- распределение. Наработка на отказ для участков приработки и постепенных износовых отказов для законов распределения Пуассона, Рэлея и Эрланга.	2	ОПК-7
	Итого	2	
5 Основы теории расчёта надёжности РЭС.	Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов: структурная схема надёжности системы, последовательное и параллельное соединение элементов системы. Учёт отказов типа «обрыв» и «короткое замыкание». Расчёт надёжности систем со структурой типа «m из n»,	4	ОПК-7

Согласована на портале № 5706

	метод прямого перебора состояний системы, комбинаторный метод анализа.		
	Итого	4	
6 Резервирование.	Резервирование: принцип избыточности, виды резервирования. Структурное резервирование: классификация способов структурного резервирования.	2	ОПК-7
	Итого	2	
7 Методы анализа опасностей, выявления отказов, анализ последствий отказов.	Качественный и количественный анализ опасностей и выявления отказов систем. Методы анализа опасностей и последствий отказа: предварительный анализ опасностей, анализ видов, последствий и критичности отказов – категории критичности, дерево событий, дерево решений, таблицы решений.	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Статистические характеристики надёжности устройств в условиях эксплуатации.	Доверительные вероятности и доверительные интервалы. Методы отбраковки (исключения) грубых ошибок (промахов) измерения: правило трёх сигм, критерий Ирвина. Минимальное число измерений при нормальном распределении времени безотказной работы, распределение Стьюдента. Критерии согласия между теоретической кривой и статистическим распределением – критерий согласия Колмогорова, критерий Пирсона.	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 5706

надёжности. Сущность надёжности как способности выполнять заданные функции.	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Показатели надёжности.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	11		
3 Основные статистические модели теории надёжности.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
4 Оценка надёжности РЭС при внезапных и постепенных отказах.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Основы теории расчёта надёжности РЭС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ОПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	13		
6 Резервирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	9		
7 Методы анализа опасностей, выявления отказов, анализ последствий отказов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 5706

	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	9		
8 Статистические характеристики надёжности устройств в условиях эксплуатации.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

9.1. Тематика практики

1. Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов: структурная схема надёжности системы, последовательное и параллельное соединение элементов системы. Учёт отказов типа «обрыв» и «короткое замыкание».
2. Резервирование: принцип избыточности, виды резервирования. Структурное резервирование: классификация способов структурного резервирования
3. Предварительный анализ опасностей, анализ видов, последствий и критичности отказов – категории критичности, дерево событий, дерево решений, таблицы решений.
4. Методы отбраковки (исключения) грубых ошибок (промахов) измерения: правило трёх сигм, критерий Ирвина. Минимальное число измерений при нормальном распределении времени безотказной работы, распределение Стьюдента.
5. Законы распределения случайной величины, дискретные и непрерывные величины. Функция распределения, её свойства. Плотность распределения, её свойства. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.
6. Формулировка показателей надёжности с использованием понятий теории вероятности. Сложение и умножение вероятностей, совместные и несовместные события.
7. Базовые понятия: техносфера, техника, техническая система, техногенные явления. Обобщённые понятия: объект, элемент, изделие, структура системы, иерархия системы. Задачи исследования РЭС с позиций их надёжности.
8. Основные причины возникновения отказов в наиболее распространённых элементах РЭС. Совместное действие внезапных и постепенных отказов, три этапа эволюции технического состояния системы.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

9. Статистический ряд потока отказов. Вариационный ряд наработки. Статистический ряд по данным о наработке. Точечные оценки показателей, состоятельные, несмещённые и эффективные оценки. Доверительные вероятности и доверительные интервалы.
10. Качественный и количественный анализ опасностей и выявления отказов систем.
11. Расчёт надёжности систем со структурой типа «m из n», метод прямого перебора состояний системы, комбинаторный метод анализа. Расчёт надёжности сложной структуры путём её преобразования методом разложения по базовому элементу. Расчёт надёжности в общем случае смешанных структур, приводимые и неприводимые структуры, сетевые структуры.
12. Экспоненциальный закон распределения наработки до отказа, пуассоновский поток. Нормальный закон распределения наработки до отказа, правило трёх сигм, функция Лапласа.
13. Основные понятия и термины, три основных пути повышения надёжности. Оптимизация структурного резервирования.
14. Наработка на отказ для участков приработки и постепенных износовых отказов для законов распределения Пуассона, Рэлея и Эрланга.
15. Сущность надёжности: это - комплексное свойство технического объекта, заключающееся в способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные

Согласована на портале № 5706

характеристики в установленных пределах, при определённых условиях эксплуатации.

9.3. Темы лабораторных работ

16. Дерево отказов: логические знаки и символы событий, методика построения дерева отказов.

17. Количественный анализ аварийности и отказов, структурно-логические функции надёжности: модель «И», модель «ИЛИ».

18. Расчёт надёжности комбинированных систем.

19. Особенности расчёта различных способов структурного резервирования (нагруженное, ненагруженное, скользящее, с целой и дробной кратностью резервирования).

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
6 семестр				
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Расчетная работа	10	5	10	25
Итого максимум за период	35	30	35	100
Нарастающим итогом	35	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)

Согласована на портале № 5706

	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Леонов А.И, Дубровский Н.Ф. Основы технической эксплуатации бытовой РЭА. – М.: Лег-промбытиздат, 1991. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности ЭВА. – М.: Радио и связь, 1983. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)
3. Серафинович Л.П. Расчёт надёжности и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. – Томск: Изд. Томск. Ун-та, 1972. (наличие в библиотеке ТУСУР - 89 экз.)
4. Сборник задач по теории надёжности /Под ред. А.М. Половко и И.М. Маликова. – М.: Сов. Радио, 1972. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Расчёт надёжности функционального узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1047, свободный.
2. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1274, свободный.
3. Основы эргономики и дизайна радиоэлектронных средств бытового назначения: Учебное пособие / Кондаков А. К. - 2012. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1112, свободный.
4. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1716, свободный.
5. Применение системы автоматизации научно-технических расчетов MathCAD при проектировании РЭС: Методические указания к лабораторной работе по "Информатике" для студентов очного и заочного обучения специальностей 211000.62 и 162107.65 / Кобрин Ю. П. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2396, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1 Основы работы в MatLab. Тренинг по продукту. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://matlab.ru/training/MLBE .
2. 2 Wolfram Mathematica. Программное решение для технических вычислений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wo 1 fram.com/mahematica .
3. 3 Micro-CAP по-русски. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://microcap.narod.ru .

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

презентационное оборудование (компьютер, монитор).

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 5706

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Надежность радиоэлектронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:
- доцент, к.ф-м.н. каф. РЭТЭМ Захаров В. М.

Зачет: 6 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5706

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать основы теории надёжности РЭС; количественные характеристики надёжности невос-станавливаемых и восстанавливаемых устройств.; Должен уметь рассчитывать показатели безотказности и ремонтопригодности РЭС; рассчитывать надёжность резервированных систем; разрабатывать требования к надёжности узлов и элементов исходя из заданной надёжности устройства; рассчитывать продолжительность профилактических работ.; Должен владеть навыками работы по анализу и расчёту параметров надёжности РЭС; навыками использования статистических данных по отказам при составлении алгоритма поиска места отказа РЭС; методами обработки результатов испытаний с целью определения показателей надёжности и решения прикладных задач надёжности.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем

Согласована на портале № 5706

Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы теории надёжности РЭС; количественные характеристики надёжности невосстанавливаемых и восстанавливаемых устройств.	рассчитывать показатели безотказности и ремонтопригодности РЭС; рассчитывать надёжность резервированных систем; разрабатывать требования к надёжности узлов и элементов исходя из заданной надёжности устройства; рассчитывать продолжительность профилактических работ.	навыками работы по анализу и расчёту параметров надёжности РЭС; навыками использования статистических данных по отказам при составлении алгоритма поиска места отказа РЭС; методами обработки результатов испытаний с целью определения показателей надёжности и решения прикладных задач надёжности.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует

Согласована на портале № 5706

	знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	творческих решений, абстрагирования проблем;	действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Статистический ряд потока отказов. Вариационный ряд наработки. Статистический ряд по данным о наработке. Точечные оценки показателей, состоятельные, несмещённые и эффективные оценки. Доверительные вероятности и доверительные интервалы.

– Качественный и количественный анализ опасностей и выявления отказов систем.

– Расчёт надёжности систем со структурой типа «m из n», метод прямого перебора состояний системы, комбинаторный метод анализа. Расчёт надёжности сложной структуры путём её преобразования методом разложения по базовому элементу. Расчёт надёжности в общем случае смешанных структур, приводимые и неприводимые структуры, сетевые структуры.

– Экспоненциальный закон распределения наработки до отказа, пуассоновский поток. Нормальный закон распределения наработки до отказа, правило трёх сигм, функция Лапласа.

– Законы распределения случайной величины, дискретные и непрерывные величины. Функция распределения, её свойства. Плотность распределения, её свойства. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации.

– Методы отбраковки (исключения) грубых ошибок (промахов) измерения: правило трёх сигм, критерий Ирвина. Минимальное число измерений при нормальном распределении времени безотказной работы, распределение Стьюдента.

– Резервирование: принцип избыточности, виды резервирования. Структурное резервирование: классификация способов структурного резервирования

– Основные понятия и термины, три основных пути повышения надёжности. Оптимизация структурного резервирования.

– Наработка на отказ для участков приработки и постепенных износовых отказов для законов распределения Пуассона, Рэлея и Эрланга.

– Сущность надёжности: это - комплексное свойство технического объекта, заключающееся в способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определённых условиях эксплуатации.

3.2 Темы контрольных работ

– Базовые понятия: техносфера, техника, техническая система, техногенные явления. Обобщённые понятия: объект, элемент, изделие, структура системы, иерархия системы. Задачи

Согласована на портале № 5706

исследования РЭС с позиций их надёжности.

– Предварительный анализ опасностей, анализ видов, последствий и критичности отказов – категории критичности, дерево событий, дерево решений, таблицы решений.

– Основы расчёта надёжности технических систем по надёжности их элементов: структурная схема надёжности системы, последовательное и параллельное соединение элементов системы. Учёт отказов типа «обрыв» и «короткое замыкание».

– Основные причины возникновения отказов в наиболее распространённых элементах РЭС. Совместное действие внезапных и постепенных отказов, три этапа эволюции технического состояния системы.

3.3 Темы расчетных работ

– Формулировка показателей надёжности с использованием понятий теории вероятности. Сложение и умножение вероятностей, совместные и несовместные события.

– Основные причины возникновения отказов в наиболее распространённых элементах РЭС. Совместное действие внезапных и постепенных отказов, три этапа эволюции технического состояния системы.

3.4 Темы лабораторных работ

– Дерево отказов: логические знаки и символы событий, методика построения дерева отказов.

– Особенности расчёта различных способов структурного резервирования (нагруженное, ненагруженное, скользящее, с целой и дробной кратностью резервирования).

– Расчёт надёжности комбинированных систем.

– Количественный анализ аварийности и отказов, структурно-логические функции надёжности: модель «И», модель «ИЛИ».

3.5 Зачёт

– 1. Надёжность технических систем: сущность надёжности, определение надёжности, её виды, базовые понятия надёжности. 2. Основные понятия и события надёжности, характеризующие: - состояние объекта; - переход объекта в различные состояния; - временные характеристики объекта. 3. Отказы РЭС: определение отказа, причины их возникновения, внезапные и постепенные отказы, изменение интенсивности отказов. 4. Показатели надёжности: определение показателей; пять групп показателей, их характеристика, графическая интерпретация показателей, виды оценок показателей. 5. Показатели надёжности невосстанавливаемых объектов: вероятностный и статистический вид расчётных формул. 6. Показатели надёжности восстанавливаемых объектов: вероятностный и статистический вид расчётных формул. 7. Законы распределения наработки до отказа: экспоненциальный, нормальный и Вейбулла-Гнеденко; формулы и графическая интерпретация указанных распределений. 8. Надёжность РЭС при внезапных и постепенных отказах: совместное действие внезапных и постепенных отказов, варианты расчётов по внезапным отказам, учёт постепенных отказов. Использование законов распределения Пуассона, Рэлея, Эрланга для оценки наработки на отказ. 9. Структурные схемы надёжности, последовательные и параллельные соединения, отказы типа «обрыв» и «замыкание», расчёт их надёжности. 10. Расчёт надёжности систем со структурой типа «m из n»: метод прямого перебора и комбинаторный метод. 11. Расчёт надёжности системы путём её преобразования методом разложения по базовому элементу: основные допущения, смешанные приводимые схемы соединения элементов, их преобразование, формулы расчёта. 12. Мостиковая схема соединения – неприводимая схема: методы её анализа, методы минимальных путей и минимальных сечений. 13. Расчёт надёжности методом преобразования с эквивалентной заменой треугольника в звезду. Сущность метода декомпозиции для расчёта надёжности комбинированных систем. 14. Расчёт надёжности систем с ветвящейся структурой. 15. Резервирование: принцип резервирования, виды резервирования, классификация структурного резервирования. Коэффициент выигрыша надёжности при резервировании. 16. Расчёт нагруженного резервирования: общее резервирование с целой кратностью, раздельное резервирование с целой кратностью, общее резервирование с дробной кратностью. 17. Расчёт ненагруженного резервирования: общее резервирование замещением с целой кратностью, раздельное резервирование с целой кратностью. 18. Расчёт

Согласована на портале № 5706

скользящего резервирования. Оптимизация структурного резервирования. 19. Методы анализа опасностей, выявления отказов и оценка последствий отказов: матрица риска, категории критичности, построение «дерева …», логические символы. Доверительный интервал, доверительная вероятность, методы исключения промахов, критерии согласия между теоретической кривой и статистическим распределением.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Леонов А.И, Дубровский Н.Ф. Основы технической эксплуатации бытовой РЭА. – М.: Лег-промбытиздат, 1991. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
2. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надёжности ЭВА. – М.: Радио и связь, 1983. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)
3. Серафинович Л.П. Расчёт надёжности и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. – Томск: Изд. Томск. Ун-та, 1972. (наличие в библиотеке ТУСУР - 89 экз.)
4. Сборник задач по теории надёжности /Под ред. А.М. Половко и И.М. Маликова. – М.: Сов. Радио, 1972. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Расчёт надёжности функционального узла РЭС: Методическое пособие для выполнения практического занятия / Кондаков А. К. - 2012. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1047, свободный.
2. Теория надежности: Учебное пособие / Козлов В. Г. - 2012. 138 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1274, свободный.
3. Основы эргономики и дизайна радиоэлектронных средств бытового назначения: Учебное пособие / Кондаков А. К. - 2012. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1112, свободный.
4. Теория надежности для специальности 210201: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Козлов В. Г. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1716, свободный.
5. Применение системы автоматизации научно-технических расчетов MathCAD при проектировании РЭС: Методические указания к лабораторной работе по "Информатике" для студентов очного и заочного обучения специальностей 211000.62 и 162107.65 / Кобрин Ю. П. - 2012. 53 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2396, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1 Основы работы в MatLab. Тренинг по продукту. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://matlab.ru/training/MLBE .
2. 2 Wolfram Mathematica. Программное решение для технических вычислений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.wo 1 fram.com/mahematica .
3. 3 Micro-CAP по-русски. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://microcap.narod.ru .

Согласована на портале № 5706