КИПР

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е.Троян**
«7» 07 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
Направление подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»
Профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» (КИПР)

Форма обучения очная
Факультет радиоконструкторский
Профилирующая кафедра КИПР (Конструирования и производства радиоаппаратуры)
Курс 3 **Семестр** 5

Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции					36				36	часов
2.	Лабораторные работы					36				36	часов
3.	Практические занятия					36				36	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)					---				---	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)					108				108	часов
6.	Из них в интерактивной форме					---				---	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					108				108	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)					216				216	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена										часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)					216				216	часов
	(в зачетных единицах)					6				6	ЗЕТ

Зачет с оценкой - 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7129

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4/2016 от « 1 » 7 2016 г.

2

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», утвержденного 12.11.2015 №1333, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 1 » июня 2016 г., протокол № 4/2016.

Разработчики: зав. кафедрой КИПР _____ Озеркин Д.В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей кафедрой направления подготовки.

Декан _____ Озеркин Д.В.

Зав. профилирующей кафедрой КИПР _____ Озеркин Д.В.

Эксперт:

Кафедра КИПР, профессор, д.т.н. _____ Масалов Е.В.

2

Согласована на портале № 7129

1. Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными положениями теории надежности радиоэлектронной аппаратуры и методами обеспечения надежности.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина по выбору «Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к вариативной части дисциплин рабочего учебного плана подготовки бакалавров «Конструирование и технология электронных средств».

Дисциплина «Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств» базируется на ранее изученных дисциплинах:

- Физика (Б1.Б.6);
- Основы радиоэлектроники и связи (Б1.В.ОД.7);
- Теоретические основы электроники (Б1.В.ОД.6).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат **(ОПК-2).**

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства;
- некоторые методы исследований, проектирования и проведения экспериментальных работ для объектов профессиональной деятельности с точки зрения теории надежности.

Уметь:

Согласована на портале № 7129

- проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг.

Владеть:

- навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.

Содержание дисциплины: основные понятия и определения теории надежности; виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов; количественные характеристики надежности; некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин; выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности; расчет надежности по внезапным отказам; надежность резервированных систем; испытания на надежность; статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:	---	---
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные занятия (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа (всего)	108	108
В том числе:	---	---
Изучение материалов лекций	26	26
Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий	26	26
Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	26	26
Самостоятельное изучение отдельных тем	30	30
Вид промежуточной аттестации (экзамен)		
Общая трудоемкость, часов	216	216
зач. ед. трудоемкости	6	6

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час., СРС,	Лаб. работы, час.,	Практические заня-	СРС, час.	Всего часов (без экза-	Формируемые компе-

Согласована на портале № 7129

		час.	СРС, час	тия, час., СРС, час.		мена)	тенции (ОК, ПК)
1.	Основные понятия и определения теории надежности	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
2.	Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
3.	Количественные характеристики надежности	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
4.	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
5.	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
6.	Расчет надежности по внезапным отказам	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
7.	Надежность резервированных систем	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
8.	Испытания на надежность	4 6	4 2	4 2	10	22	ОПК-2
9.	Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	4 8	4 10	4 10	28	40	ОПК-2
	Всего **Всего (СРС)**	36 56	36 26	36 26	108	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Основные понятия и определения теории надежности	Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость.	4	ОПК-2
		Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. Основные сведения о расчете надежности.	СРС – 6	ОПК-2
2.	Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов	Понятия восстановления, технического обслуживания и ремонта. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, обслуживаемые и необслуживаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.	4	ОПК-2
		Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.	СРС – 6	ОПК-2
3.	Количественные характеристики надежности	Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.	4	ОПК-2
		Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.	СРС – 6	ОПК-2
4.	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах.	4	ОПК-2
		Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.	СРС – 6	ОПК-2
5.	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	Выбор номенклатуры показателей надежности.	4	ОПК-2
		Задание требований по надежности.	СРС – 6	ОПК-2
6.	Расчет надежности по внезапным отказам	Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ.	4	ОПК-2
		Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в за-	СРС – 6	ОПК-2

Согласована на портале № 7129

		висимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.		
7.	Надежность резервированных систем	Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды резервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы.	4	ОПК-2
		Классификация резервирования по способам включения, по методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем.	СРС – 6	ОПК-2
8.	Испытания на надежность	Виды и планы испытаний на надежность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий. Контрольные выборочные испытания на надежность по методы однократной выборки.	4	ОПК-2
		Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.	СРС – 6	ОПК-2
9.	Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	Доверительные вероятности, доверительные интервалы и методы исключения грубых ошибок измерения при определении статистических характеристик надежности.	4	ОПК-2
		Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы.	СРС – 8	ОПК-2
ИТОГО			**36**	
ИТОГО			**СРС – 56**	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов данной дисциплины из табл. 5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1.	Физика (Б1.Б.6)	+	+	+	+					
2.	Основы радиоэлектроники и связи (Б1.В.ОД.7)	+	+							
3.	Теоретические основы электроники (Б1.В.ОД.6)					+	+	+		
Последующие дисциплины										
1.	Основы конструирования электронных средств (Б1.В.ОД.9)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Управление качеством электронных средств (Б1.В.ОД.13)						+	+	+	+
3.	Интегральные устройства радиоэлектроники (Б1.В.ОД.8)				+	+	+			

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

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля по всем видам занятий
	Л	Лаб	Пр	СРС	

Согласована на портале № 7129

ОПК-2	+	+	+	+	Проверка конспекта самоподготовки, проверка домашнего задания, отчет по лабораторной работе, контрольная работа

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студентов

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы \ Формы	Лекции (час.)	Практические занятия (час.)	Лабораторные занятия (час.)	Всего (час.)
IT-методы	2	2	4	8
Поисковый метод	2	2	4	8
Решение ситуационных задач	2	2	4	8
Итого интерактивных занятий	**6**	**6**	**12**	**24**

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	9	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 1 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MathCAD	4	ОПК-2
2.	9	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 2 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP	4	ОПК-2
3.	8	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап	4	ОПК-2
4.	8	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента	4	ОПК-2
5.	9	Обработка статистических данных. Часть 1 – Вариационный ряд	4	ОПК-2
6.	9	Обработка статистических данных. Часть 2 – Проверка гипотез	4	ОПК-2
7.	3	Исследование влияния технологической подготовки поверхностей на износостойкость и показатели надежности деталей	4	ОПК-2
8.	5	Исследование надежности технологической системы по параметрам качества изготовляемой продукции	4	ОПК-2
9.	8	Оценивание приемлемости измерительного процесса	4	ОПК-2

8. Практические занятия

№	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-	Компетен-

Согласована на портале № 7129

п/п	из табл. 5.1		емкость (час.)	ции ОК, ПК
1.	3	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов	4	ОПК-2
2.	3	Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ	4	ОПК-2
3.	6	Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий	4	ОПК-2
4.	6	Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени	4	ОПК-2
5.	4	Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин	4	ОПК-2
6.	3	Параметр потока отказов	4	ОПК-2
7.	6	Определение интенсивностей отказов элементов РЭА в зависимости от условий работы	4	ОПК-2
8.	6	Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов	4	ОПК-2
9.	7	Методы расчета надежности резервированных систем	4	ОПК-2

9. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, СРС, час	Лаб. работы, СРС, час	Практические занятия, СРС, час	Всего СРС, час	Контроль выполнения работы	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и определения теории надежности	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ОПК-2
2	Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ОПК-2
3	Количественные характеристики надежности	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ОПК-2
4	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ОПК-2
5	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ОПК-2
6	Расчет надежности по внезапным отказам	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабо-	ОПК-2

Согласована на портале № 7129

						раторной работе	
7	Надежность резервированных систем	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ОПК-2
8	Испытания на надежность	6	2	2	10	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ОПК-2
9	Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	8	10	10	28	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ОПК-2
Всего СРС		56	26	26	108		

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Балльные оценки для элементов контроля в пятом семестре, заканчивающимся зачетом с оценкой.

Элементы учебной деятельности	Макс. балл на КТ-1 с начала семестра	Макс. балл за период между КТ-1 и КТ-2	Макс. балл за период между КТ-2 и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	3	3	10
Выполнение индивидуальных заданий	3	6	3	10
Выполнение лабораторных заданий	0	0	0	0
Контрольные работы на практических занятиях	5	5	10	20
Компонент своевременности	3	3	2	9
Итого максимум за период	**25**	**35**	**40**	**100**
Нарастающим итогом	**25**	**60**	**100**	**100**

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	**Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен**	**Оценка (ECTS)**
5 (отлично)	**90 – 100**	A (отлично)
4 (хорошо)	**85 – 89**	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)

Согласована на портале № 7129

3 (удовлетворительно)	**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. Козлов В.Г. Теория надежности / Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 138 с. Электронный ресурс http://edu.tusur.ru/training/publications/1274.

2. Государственный экзамен по специальности 210201 – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». Методические материалы для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / В.Г.Козлов, Д.В.Озеркин, А.С.Шостак и др.; Под редакцией Д.В.Озеркина. – Томск: ТУСУР, 2012. – 194 с. Электронный ресурс http://edu.tusur.ru/training/publications/1225.

12.2 Дополнительная литература:

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с. Всего 20.

2. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с. Всего 30.

3. Сборник задач по теории надежности / А.М.Половко и др. – М.: Советское радио, 1972. – 406 с. Всего 12.

4. Серафинович Л.П. Расчет надежности и конструирование радиоэлектронной аппаратуры: Справочное руководство. – Томск: изд-во Томского университета, 1972. – 210 с.

5. Серафинович Л.П. Статистическая обработка опытных данных / Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 1999. – 66 с. Всего 93.

6. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА / Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 311 с. Всего 61.

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Козлов В.Г. Теория надежности для специальности 210201 / Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. – Томск: ТУСУР, 2012. – 20 с. Электронный ресурс http://edu.tusur.ru/training/publications/1716.

Согласована на портале № 7129

2. Озеркин Д.В. Теория надежности / Компьютерный лабораторный практикум для студентов специальности 210201. – Томск: ТУСУР, 2012. – 127 с. Электронный ресурс http://edu.tusur.ru/training/publications/1356.

3. Козлов В.Г. Обработка статистических данных, полученных при испытаниях на надежность или при эксплуатации радиоэлектронных средств. – Томск: ТУСУР, 2012. – 15 с. Электронный ресурс http://edu.tusur.ru/training/publications/1273.

4. Козлов В.Г. Методические указания для проведения практических занятий. – Томск: ТУСУР, 2012. – 5 с. Электронный ресурс http://edu.tusur.ru/training/publications/1272.

5. Программа схемотехнического моделирования MicroCAP 10.

6. Программный комплекс MathCAD 15.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения практических занятий необходимы справочные данные (в том числе в упомянутых учебно-методических пособиях).

Лабораторные работы проводятся на современной вычислительной технике и сетевом оборудовании.

14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1 В преподавании используются учебные пособия [1 - 2] из списка основной литературы. Пособия содержат дополнительный теоретический материал, необходимый для самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов проводится в соответствие с методическим пособием (см. п. 12.3.1).

14.2 На лабораторных работах используются лабораторные практикумы (см. п. 12.3.2, 12.3.3). В указанных практикумах имеются: краткие теоретические сведения, предваряющие выполнение лабораторной работы; методические примеры для выполнения лабораторных заданий; варианты заданий; а также некоторые справочные данные. Деление на подгруппы не предусмотрено. Основными средствами для выполнения лабораторных работ выступают программные комплексы MathCAD и MicroCAP. Отчеты по лабораторным работам представляются в виде твердой копии (рукописной или печатной) и оцениваются преподавателем. Каждый студент представляет индивидуальный отчет по лабораторной работе.

Согласована на портале № 7129

14.3 Для ведения практических занятий используются методические указания (см. 12.3.1, 12.3.4). Индивидуальные задания представляют собой задачи в количестве 20 вариантов на определенную тему. Специальных требований к оформлению индивидуальных заданий не предъявляется. Основное требование к выполнению индивидуальных заданий – подробный ход решения с максимальным количеством пояснений.

14.4 Для стимулирования планомерности работы студента в семестре в раскладку баллов по элементам контроля введен компонент своевременности, который применяется только для студентов без опозданий отчитывающихся по предусмотренным элементам контроля.

14.5 На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается в баллах нарастающим итогом.

14.6 Независимо от набранной в семестре текущей суммы баллов обязательным условием является выполнение студентом необходимых по рабочей программе видов занятий: выполнение и защита результатов лабораторных работ, выполнение контрольных работ.

Согласована на портале № 7129

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой КИПР
_____ **Д.В.Озеркин**
«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**
(бакалавриат, магистратура, специалитет)
Направление(я) подготовки (специальность) **11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**
(полное наименование направления подготовки (специальности))
Профиль(и) «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» (КИПР)
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))
Форма обучения **очная**
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)
Факультет **РК (радиоконструкторский факультет)**
(сокращенное и полное наименование факультета)
Кафедра **КИПР (конструирования и производства радиоэлектронной аппаратуры)**
(сокращенное и полное наименование кафедры)
Курс **3** **Семестр** **5**

Учебный план набора 2013 года

Зачет с оценкой - 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7129

1. Введение

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

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

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-2	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Должен знать современные естественнонаучные проблем стоящие перед разработчиками радиоэлектронной аппаратур Должен уметь выявлять технические противоречия, возни ющие при проектировании радиоэлектронной аппаратуры. Должен владеть физико-математическим аппаратом для ре ния задач обеспечения надежности технических систем.

2. Реализация компетенций

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов, содержание которых детализировано в таблице 2.

ОПК-2: Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- фундаментальные *естественнонаучные проблемы* в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма; - основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства;	- применять *физико-математический аппарат*, физические и химические законы для решения практических задач; - проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг.	- навыками практического применения законов физики; - навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.

Согласована на портале № 7129

	- некоторые методы расчета и проектирования деталей, узлов и модулей для объектов *профессиональной деятельности* с точки зрения теории надежности.		
Виды занятий	- лекции; - практические занятия; - групповые консультации	- лабораторные работы; - выполнение домашнего задания; - самостоятельная работа студентов	- лабораторные работы; - выполнение творческого задания
Используемые средства оценивания	- тест; - контрольная работа; - выполнение индивидуального домашнего задания; - экзамен	- оформление и защита лабораторных работ; - оформление и сдача домашнего задания; - конспект самостоятельной работы	- защита лабораторных работ; - презентация результатов творческого задания; - экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3– Показатели и характеристики критериев оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическим и теоретическим знанием 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
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для вы-	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 7129

		полнения простых задач	

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	- знает теоретические основы детерминированного и вероятностного описания внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС; - знает теорию защиты РЭС от внешних и внутренних дестабилизирующих факторов (воздействий температуры, вибраций, ударов, линейных ускорений и акустических шумов); - знает принципы диагностики РЭС и теоретически обосновывает классические положения тепломассообмена, механики и надёжности; - знает теорию оптимизации процессов конструирования и технологии производства РЭС с учетом взаимосвязанных эксплуатационных воздействий; - знает методы математического моделирования электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в конструкциях РЭС	- умеет грамотно обосновывать выбор схемно-конструктивных решений РЭС, удовлетворяющих требованиям исходных технических заданий и условиям технологии производства; - умеет выполнять теоретические расчеты, основанные на классических положениях тепломассообмена и механики с применением электротеплового и электромеханического моделирования на ЭВМ; - анализирует результаты моделирования и теоретических расчётов с целью принятия мер по практическому повышению надёжности РЭС с учётом взаимосвязанных внешних и внутренних электрических, механических и тепловых воздействий; - умеет строить диаграммы диагностики схем и конструкций РЭС, а также на их основе рассчитывает системы тепло- и виброзащиты	- владеет набором схемно-конструктивны решений для нахождения путей повышения надёжнос РЭС в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации изделий - владеет методами математического моделирования на ЭВ тепловых и механических режимо электрорадиоэлемент и материалов несущих конструкций РЭС; - владеет методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС с применением теории вероятностей и статистики.

Согласована на портале № 7129

Хорошо (базовый уровень)	- разбирается в теории детерминированного и вероятностного описания внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС; - знает предпосылки для защиты РЭС от внутренних дестабилизирующих факторов; - разбирается в диагностике РЭС; - знает некоторые процессы конструирования и технологии производства РЭС с учетом взаимосвязанных эксплуатационных воздействий; - разбирается в методах математического моделирования электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в конструкциях РЭС	- умеет выбирать схемно-конструктивных решения РЭС, удовлетворяющие требованиям исходных технических заданий; - умеет выполнять теоретические расчеты, основанные на классических положениях тепломассообмена и механики; - умеет моделировать и теоретически рассчитывать конструкции РЭС с целью принятия мер по практическому повышению их надёжности; - умеет строить диаграммы диагностики схем и конструкций РЭС	- владеет несколькими типовыми решениями для нахождения путей повышения надёжност РЭС в процессе конструирования изделий; - владеет несколькими методами математического моделирования на ЭВ тепловых и механических режимо электрорадиоэлементо РЭС; - владеет несколькими методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС
Удовлетворительно (пороговый уровень)	- знает различия между детерминированным и вероятностным описанием внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС; - знает основные определения внешних и внутренних дестабилизирующих факторов: воздействие температуры, вибрации, удары, линейные ускорения, акустических шумы; - знает о взаимосвязи	- умеет выбирать схемно-конструктивные решения РЭС; - умеет выполнять отдельные теоретические расчеты надежности РЭС; - умеет моделировать конструкции РЭС с учётом электрических воздействий; - умеет строить диаграммы диагностики схем	- владеет наиболее простым способом повышения надёжност РЭС в процессе конструирования; - владеет простейшим навыком математического моделирования на ЭВ тепловых режимов электрорадиоэлементо РЭС; - владеет навыком назначения случайных параметров для конструкций РЭС

Согласована на портале № 7129

	эксплуатационных воздействий РЭС; - знает электрические, тепловые и механические процессы, протекающие в конструкциях РЭС		

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 составе:

1. Тест.
2. Контрольная работа.
3. Выполнение домашнего задания.
4. Темы лабораторных работ.
5. Темы для самостоятельной работы.
6. Примерные вопросы на зачет с оценкой.

3.1 Тест

1. Каждое отдельное несоответствие изделия или его элемента установленным требованиям это:

а) дефект;
б) повреждение;
в) отказ.

2. Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации это:

а) исправное состояние (исправность);
б) работоспособное состояние (работоспособность);
в) предельное состояние;
г) неисправное состояние (неисправность);
д) неработоспособное состояние (неработоспособность).

3. Отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния это:

а) ресурсный отказ;
б) внезапный отказ;
в) постепенный отказ;
г) скрытый отказ;
д) явный отказ.

4. Сочетанием каких свойств характеризуется надежность?

5. Какие бывают виды объектов?

6. Каким требованиям нормативно-технической и конструкторской документации должен отвечать радиоэлектронный аппарат в работоспособном состоянии?

Согласована на портале № 7129

7. Какими свойствами характеризуется ремонтопригодность радиоэлектронной аппаратуры?

8. Какими отказами характеризуется этап приработки радиоэлектронной аппаратуры?

3.2 Контрольная работа

Контрольная работа №1. Путем обработки по формуле

$$r_{x,z} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - m_x)(z_i - m_z)}{(n-1)\sigma_x \sigma_z},$$

результатов измерений пар параметров h_{11e} и β шестидесяти транзисторов типа КТ315Б получена точечная оценка коэффициента парной корреляции этих параметров $r^* = 0.56$. Требуется дать ответ на вопрос о статистической значимости коэффициента корреляции при значении доверительной вероятности $\gamma = 0.95$.

Контрольная работа №2. Исследовалось 12 экземпляров транзисторов типа КТ603, и была определена точечная оценка коэффициента линейной корреляции между параметрами $I_{к0}$ и временем отказа транзистора t_0. Эта оценка приняла значение $r^* = -0.66$. Требуется выяснить, правомерно ли в дальнейших расчетах пользоваться этой оценкой.

3.3 Выполнение домашнего задания

Домашнее задание №1. На испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 часов отказало 80 ламп. За интервал времени 3000 – 4000 часов отказало еще 50 ламп. Найти вероятность безотказной работы и вероятность отказа электронных ламп за время 4000 часов.

Домашнее задание №2. На испытании находилось 1000 однотипных ламп. Число отказавших ламп учитывалось через каждые 1000 часов работы. Данные об отказах ламп сведены в таблице. Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивности отказов в функции времени, построить графики этих функций. Необходимо также найти среднюю наработку до первого отказа.

Δt_i, час	$n(\Delta t_i)$
0-1000	20
1000-2000	25
2000-3000	35
3000-4000	50
4000-5000	30
5000-6000	50
6000-7000	40
7000-8000	40
8000-9000	50
9000-10000	30
10000-11000	40
11000-12000	40
12000-13000	50
13000-14000	40
14000-15000	50

Согласована на портале № 7129

15000-16000	40
16000-17000	50
17000-18000	40
18000-19000	50
19000-20000	35
20000-21000	35
21000-22000	50
22000-23000	35
23000-24000	25
24000-25000	30
25000-26000	20

Домашнее задание №3. В течение некоторого времени проводилось наблюдение за работой 3 экземпляров восстанавливаемых изделий. Первый образец проработал 300 часов и имел 1 отказ. Второй образец проработал 600 часов и имел 3 отказа. Третий образец проработал 400 часов и имел 2 отказа. Требуется определить наработку на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий.

Домашнее задание №4. Интенсивность отказов изделия $\lambda = 0.82 \cdot 10^{-3}$ час$^{-1}$ = const. Необходимо найти вероятность безотказной работы в течение 6 часов полета самолета $P(6)$, частоту отказов $a(100)$ при $t = 100$ часов и среднюю наработку до первого отказа $T_{СР}$.

Домашнее задание №5. Система состоит из 5 приборов, имеющих разную надежность. Известно, что каждый из приборов, проработав вне системы 256, 540, 780, 250 и 900 часов, имел 6, 8, 10, 4 и 12 отказов, соответственно. Для каждого из приборов справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти наработку на отказ всей системы.

Домашнее задание №6. Аппаратура связи состоит из 2000 элементов, средняя интенсивность отказов которых $0.33 \cdot 10^{-5}$ час$^{-1}$. Необходимо определить вероятность безотказной работы аппаратуры в течение 200 часов и среднюю наработку до первого отказа.

Домашнее задание №7. Система состоит из 20 приборов. Надежность приборов характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени t, которая равна: $p_1(t) = 0.98$; $p_2(t) = 0.94$; $p_3(t) = 0.99$; $p_{4,5,6}(t) = 0.997$; $p_{7,8,9}(t) = 0.965$; $p_{10}(t) = 0.95$; $p_{11}(t) = 0.997$; $p_{12}(t) = 0.975$; $p_{13}(t) = 0.985$; $p_{14}(t) = 0.97$; $p_{15,16,17}(t) = 0.96$; $p_{18,19}(t) = 0.995$; $p_{20}(t) = 0.945$. Необходимо определить вероятность безотказной работы системы двумя способами.

Домашнее задание №8. Изделие состоит из 3 групп приборов. Отказы приборов первой группы подчинены экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda = 1 \cdot 10^{-4}$ ч$^{-1}$, отказы приборов второй группы – нормальному закону с параметрами $T_1 = 7200$ ч и $\sigma = 2000$ ч, отказы приборов третьей группы – закону Вейбулла с параметрами $\lambda_0 = 0.1 \cdot 10^{-5}$ ч$^{-1}$ и $k = 1.5$. Требуется определить вероятность безотказной работы в течение времени 100 ч.

Домашнее задание №9. Вероятность безотказной работы системы в течение времени t равна $P_C(t) = 0.96$. Система состоит из 100 равнонадежных элементов. Необходимо найти вероятность безотказной работы элемента.

Домашнее задание №10. Система состоит из трех устройств. Вероятность безотказной работы каждого из них в течение времени $t = 100$ ч равна: $p_1(100) = 0.95$; $p_2(100) =$

Согласована на портале № 7129

0.96; $p_3(100) = 0.97$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо вычислить среднюю наработку до первого отказа системы.

3.4 Темы лабораторных работ

Работа №1. Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 1 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MathCAD.

Работа №2. Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 2 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP.

Работа №3. Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап.

Работа №4. Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента.

Работа №5. Обработка статистических данных. Часть 1 – Вариационный ряд.

Работа №6. Обработка статистических данных. Часть 2 – Проверка гипотез.

Работа №7. Исследование влияния технологической подготовки поверхностей на износостойкость и показатели надежности деталей.

Работа №8. Исследование надежности технологической системы по параметрам качества изготовляемой продукции.

Работа №9. Оценивание приемлемости измерительного процесса.

3.5 Темы для самостоятельной работы

Тема №1. Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. Основные сведения о расчете надежности.

Тема №2. Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.

Тема №3. Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.

Тема №4. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.

Тема №5. Задание требований по надежности.

Тема №6. Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в зависимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.

Тема №7. Классификация резервирования по способам включения, по методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем.

Согласована на портале № 7129

Тема №8. Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.

Тема №9. Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы.

3.6 Примерные вопросы на зачет с оценкой

Вопрос №1.

Основные понятия и определения. Комплексное понятие надежности. Состояния объекта. Причины изменения состояния РЭС. Отказы. Временные параметры надежности.

Вопрос №2.

Показатели надежности. Виды объектов. Показатели безотказности. Типичная зависимость частоты отказов изделия от времени. Стабилизирующие процессы.

Вопрос №3.

Интенсивность отказов. Типичная зависимость отказов от времени наработки. Графическое понятие потока отказов.

Вопрос №4.

Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности. Комплексные показатели надежности. Коэффициент готовности.

Вопрос №5.

Коэффициент оперативной готовности. Нестационарный коэффициент готовности. Средний коэффициент готовности. Распределение Пуассона.

Вопрос №6.

Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах. Параметрическая надежность. Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла. Закон распределения Эрланга.

Вопрос №7.

Расчет надежности по внезапным отказам. Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Поправочные коэффициенты для расчета интенсивности отказов.

Вопрос №8.

Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов. Окончательный расчет надежности восстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.

Вопрос №9.

Разработка требований к надежности составных частей объекта, исходя из заданной надежности на объект. Надежность резервированных систем. Методы и средства повышения надежности. Повышение надежности за счет использования высоконадежных элементов и узлов.

Согласована на портале № 7129

Вопрос №10.

Повышение надежности за счет использования схемных методов. Повышение надежности за счет конструктивных методов. Граф переходов РЭО из одного состояния в другое.

Вопрос №11.

Алгоритм стратегии ТОН. Алгоритм стратегии ТОС. Сравнение стратегий ТОН и ТОС. Виды резервирования.

Вопрос №12.

Расход ресурса надежности работающих и резервных элементов при резервировании замещением. Методы расчета надежности резервированных систем.

Вопрос №13.

Расчет раздельного резервирования с постоянно включенным резервом и с целой кратностью при отсутствии последействия. Расчет общего резервирования с дробной кратностью и с постоянно включенным резервом при отсутствии последействия.

Вопрос №14.

Расчет резервирования замещением. Расчет скользящего ненагруженного резервирования замещением. Виды и планы испытаний на надежность при проектировании, производстве и эксплуатации изделий.

4. Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические материалы приведены в рабочей программе «Схемотехника компьютерных технологий и микроэлектронные устройства» в разделах:

12.1 Основная литература

1. Козлов В.Г. Теория надежности / Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 138 с.

2. Государственный экзамен по специальности 210201 – «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». Методические материалы для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / В.Г.Козлов, Д.В.Озеркин, А.С.Шостак и др.; Под редакцией Д.В.Озеркина. – Томск: ТУСУР, 2012. – 194 с.

12.2 Дополнительная литература

1. Основы теории надежности. Практикум: Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 557 с.

2. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов / А.М.Половко, С.В.Гуров. – СПб: БХВ-Петербург, 2006. – 702 с.

3. Сборник задач по теории надежности / А.М.Половко и др. – М.: Советское радио, 1972. – 406 с.

4. Серафинович Л.П. Расчет надежности и конструирование радиоэлектронной аппаратуры: Справочное руководство. – Томск: изд-во Томского университета, 1972. – 210 с.

Согласована на портале № 7129

5. Серафинович Л.П. Статистическая обработка опытных данных / Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 1999. – 66 с..

6. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА / Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 311 с.

12.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Козлов В.Г. Теория надежности для специальности 210201 / Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. – Томск: ТУСУР, 2012. – 20 с.

2. Озеркин Д.В. Теория надежности / Компьютерный лабораторный практикум для студентов специальности 210201. – Томск: ТУСУР, 2012. – 127 с.

3. Козлов В.Г. Обработка статистических данных, полученных при испытаниях на надежность или при эксплуатации радиоэлектронных средств. – Томск: ТУСУР, 2012. – 15 с.

4. Козлов В.Г. Методические указания для проведения практических занятий. – Томск: ТУСУР, 2012. – 5 с.

5. Программа схемотехнического моделирования MicroCAP 10.

6. Программный комплекс MathCAD 15.

Согласована на портале № 7129