

КИПР

напр и

07

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ»

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

П.Е.Троян  
« 11 » 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	Семестры								Всего	Единицы
		1	2	3	4	5	6	7	8		
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.	<b>Всего аудиторных занятий</b> (Сумма 1-4)					108				108	часов
6.	Из них в интерактивной форме					---				---	часов
7.	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>					108				108	часов
8.	<b>Всего (без экзамена)</b> (Сумма 5,7)					216				216	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена										часов
10.	<b>Общая трудоемкость</b> (Сумма 8,9)					216				216	часов
	(в зачетных единицах)					6				6	ЗЕТ

Зачет с оценкой - 5 семестр

Томск 2016

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 » ИИИЭР 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.

### **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:**

- 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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	108	108
В том числе:	---	---
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные занятия (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	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 занятия,	СРС, час.	Всего часов (без экза-	Формируемые компе-

		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
	<b>Всего</b>	36	36	36	108	216	
	<b>Всего (СРС)</b>	56	26	26	108	216	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудо- емкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Основные понятия и определения теории надежности	Понятие надежности. Свойства, характеризующие надежность: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, 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 не обслуживаемые, 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 ремонтпригодности.	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 Релля. 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

		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 одно-кратной выборки.	4	ОПК-2
		Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтпригодность. 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
<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>	
<b>ИТОГО</b>			<b>СРС – 56</b>	

### 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
<b>Предшествующие дисциплины</b>										
1.	Физика (Б1.Б.6)	+	+	+	+					
2.	Основы радиоэлектроники и связи (Б1.В.ОД.7)	+	+							
3.	Теоретические основы электроники (Б1.В.ОД.6)					+	+	+		
<b>Последующие дисциплины</b>										
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	

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
<b>Итого интерактивных занятий</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>

## 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 изготавливаемой продукции	4	ОПК-2
9.	8	Оценивание приемлемости измерительного процесса	4	ОПК-2

## 8. Практические занятия

№	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-	Компетен-
---	----------------------	-------------------------------	--------	-----------

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. Нарботка 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



						рапорной 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
<b>Всего СРС</b>		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
<b>Итого максимум за период</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>100</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>25</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

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)

3 (удовлетворительно)	65 – 69	
	60 – 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	Ф (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>.

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.

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.

**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 (радиоинженерский факультет)**

(сокращенное и полное наименование факультета)

**Кафедра**

**КИПР (конструирования и производства радиоэлектронной аппаратуры)**

**туры)**

(сокращенное и полное наименование кафедры)

**Курс 3**

**Семестр 5**

Учебный план набора 2013 года

Зачет с оценкой - 5 семестр

Томск 2016

## 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 проблемы стоящие перед разработчиками радиоэлектронной аппаратуры. Должен уметь выявлять технические противоречия, возникающие при проектировании радиоэлектронной аппаратуры. Должен владеть физико-математическим аппаратом для решения 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные естественнонаучные проблемы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма;</li> <li>- основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять <i>физико-математический аппарат</i>, физические и химические законы для решения практических задач;</li> <li>- проводить элементарные инженерные расчеты, необходимые в дальнейшем для осуществления технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками практического применения законов физики;</li> <li>- навыками схемотехнического моделирования для разработки обобщенных вариантов решения проблемы, анализа этих вариантов, прогнозирования последствий, нахождения компромиссных решений.</li> </ul>

	- некоторые методы расчета и проектирования деталей, узлов и модулей для объектов <i>профессиональной деятельности</i> с точки зрения теории надежности.		
<b>Виды занятий</b>	- лекции; - практические занятия; - групповые консультации	- лабораторные работы; - выполнение домашнего задания; - самостоятельная работа студентов	- лабораторные работы; - выполнение творческого задания
<b>Используемые средства оценивания</b>	- 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**

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	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
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	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
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для вы-	Работает при прямом наблюдении

		полнения простых задач	
--	--	------------------------	--

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает теоретические основы детерминированного и вероятностного описания внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС;</li> <li>- знает теорию защиты РЭС от внешних и внутренних дестабилизирующих факторов (воздействий температуры, вибраций, ударов, линейных ускорений и акустических шумов);</li> <li>- знает принципы диагностики РЭС и теоретически обосновывает классические положения теплообмена, механики и надёжности;</li> <li>- знает теорию оптимизации процессов конструирования и технологии производства РЭС с учетом взаимосвязанных эксплуатационных воздействий;</li> <li>- знает методы математического моделирования электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в конструкциях РЭС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет грамотно обосновывать выбор схемно-конструктивных решений РЭС, удовлетворяющих требованиям исходных технических заданий и условиям технологии производства;</li> <li>- умеет выполнять теоретические расчеты, основанные на классических положениях теплообмена и механики с применением электротеплового и электромеханического моделирования на ЭВМ;</li> <li>- 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;</li> <li>- умеет строить диаграммы диагностики схем и конструкций РЭС, а также на их основе рассчитывает системы тепло- и виброзащиты</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владеет набором схемно-конструктивных решений для нахождения путей повышения надёжности РЭС в процессе конструирования, изготовления и эксплуатации изделий</li> <li>- владеет методами математического моделирования на ЭВМ тепловых и механических режимов электрорадиоэлементов и материалов несущих конструкций РЭС;</li> <li>- владеет методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС с применением теории вероятностей и статистики.</li> </ul>



<p><b>Хорошо (базовый уровень)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разбирается в теории детерминированного и вероятностного описания внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС;</li> <li>- знает предпосылки для защиты РЭС от внутренних дестабилизирующих факторов;</li> <li>- разбирается в диагностике РЭС;</li> <li>- знает некоторые процессы конструирования и технологии производства РЭС с учетом взаимосвязанных эксплуатационных воздействий;</li> <li>- разбирается в методах математического моделирования электрических, тепловых и механических процессов, протекающих в конструкциях РЭС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет выбирать схемно-конструктивных решения РЭС, удовлетворяющие требованиям исходных технических заданий;</li> <li>- умеет выполнять теоретические расчеты, основанные на классических положениях тепломассообмена и механики;</li> <li>- умеет моделировать и теоретически рассчитывать конструкции РЭС с целью принятия мер по практическому повышению их надёжности;</li> <li>- умеет строить диаграммы диагностики схем и конструкций РЭС</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владеет несколькими типовыми решениями для нахождения путей повышения надёжности РЭС в процессе конструирования изделий;</li> <li>- владеет несколькими методами математического моделирования на ЭВМ тепловых и механических режимов электрорадиоэлементов РЭС;</li> <li>- владеет несколькими методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС</li> </ul>
<p><b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знает различия между детерминированным и вероятностным описанием внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, возникающих при изготовлении, эксплуатации, транспортировании и хранении РЭС;</li> <li>- знает основные определения внешних и внутренних дестабилизирующих факторов: воздействие температуры, вибрации, удары, линейные ускорения, акустических шумы;</li> <li>- знает о взаимосвязи</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет выбирать схемно-конструктивные решения РЭС;</li> <li>- умеет выполнять отдельные теоретические расчеты надёжности РЭС;</li> <li>- умеет моделировать конструкции РЭС с учётом электрических воздействий;</li> <li>- умеет строить диаграммы диагностики схем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- владеет наиболее простым способом повышения надёжности РЭС в процессе конструирования;</li> <li>- владеет простейшим навыком математического моделирования на ЭВМ тепловых режимов электрорадиоэлементов РЭС;</li> <li>- владеет навыком назначения случайных параметров для конструкций РЭС</li> </ul>

	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?

7. Какими свойствами характеризуется ремонтпригодность 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  $\beta$  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.

$\Delta t_i$ , 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

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  $\lambda = 0.82 \cdot 10^{-3} \text{ час}^{-1} = \text{const}$ . 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  $T_{\text{СР}}$ .

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  $0.33 \cdot 10^{-5} \text{ час}^{-1}$ . 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  $\lambda = 1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ , отказы приборов второй группы – нормальному закону с параметрами  $T_1 = 7200 \text{ ч}$  и  $\sigma = 2000 \text{ ч}$ , отказы приборов третьей группы – закону Вейбулла с параметрами  $\lambda_0 = 0.1 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$  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  $t = 100 \text{ ч}$  равна:  $p_1(100) = 0.95$ ;  $p_2(100) =$

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 изготавливаемой 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 ремонтпригодности.

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 невозстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.

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

Тема №8. Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтпригодность. 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 ремонтпригодности. 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 невозстанавливаемых 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.

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 отдельного резервирования с постоянно включенным резервом и с целой кратностью при отсутствии последствия. Расчет общего резервирования с дробной кратностью и с постоянно включенным резервом при отсутствии последствия.

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.

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.