МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е.Троян**
«20» 04 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»
Профили «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» (КИПР)
«Технология электронных средств» (РЭТЭМ)
Форма обучения очная
Факультет радиоконструкторский
Профилирующая кафедра КИПР (Конструирования и производства радиоаппаратуры)
Курс 3 **Семестр** 5

Учебный план набора 2016 года и последующих лет

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					20				20	часов
3.	Практические занятия					36				36	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)					---				---	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)					92				92	часов
6.	Из них в интерактивной форме					---				---	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					52				52	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)					144				144	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена					36				36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)					180				180	часов
	(в зачетных единицах)					5				5	ЗЕТ

Экзамен 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7125

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3/2016 от « 4 » 4 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, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 4 » апреля 2016 г., протокол № 3/2016.

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

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

Декан _____ Озеркин Д.В.

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

2

Согласована на портале № 7125

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 «Теоретические основы конструирования и надежности радиоэлектронных средств» относится к вариативной части обязательных дисциплин Б1.В.ОД.4 ФГОС ВО 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств».

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

- Физика (Б1.Б.13);
- Основы радиоэлектроники (Б1.В.ОД.2);
- Теоретические основы электроники (Б1.Б.20).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

готовностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств **(ПК-5).**

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:

Согласована на портале № 7125

- 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 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5
Аудиторные занятия (всего)	92	92
В том числе:	---	---
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные занятия (ЛР)	20	20
Самостоятельная работа (всего)	52	52
В том числе:	---	---
Изучение материалов лекций	18	18
Подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий	10	10
Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов	12	12
Самостоятельное изучение отдельных тем	12	12
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36	36
Общая трудоемкость, часов	180	180
зач. ед. трудоемкости	5	5

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час., СРС, час.	Лаб. работы, час., СРС, час	Практические занятия, час., СРС, час.	СРС, час.	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Основные понятия и определения теории надежности	4 3	4 1	4 1	5	19	ПК-5
2.	Виды объектов, виды состояний объектов и характе-	4	2	4	5	15	ПК-5

Согласована на портале № 7125

	ристики состояний объектов	3	1	1			
3.	Количественные характеристики надежности	4 3	2 1	4 1	5	15	ПК-5
4.	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	4 3	2 1	4 1	5	15	ПК-5
5.	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	4 3	2 1	4 1	5	15	ПК-5
6.	Расчет надежности по внезапным отказам	4 3	2 1	4 1	5	15	ПК-5
7.	Надежность резервированных систем	4 3	2 1	4 1	5	15	ПК-5
8.	Испытания на надежность	4 3	2 1	4 1	5	15	ПК-5
9.	Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и эксплуатации	4 6	2 4	4 2	12	22	ПК-5
	Всего **Всего (СРС)**	36 30	20 12	36 10	52	144	

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	ПК-5
		Классификация факторов, влияющих на надежность. Временные параметры, характеризующие надежность. Основные сведения о расчете надежности.	СРС – 1	ПК-5
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	ПК-5
		Виды состояний объектов. Отказ. Виды отказов. Дефект.	СРС – 1	ПК-5
3.	Количественные характеристики надежности	Показатели безотказности. Набор показателей безотказности для различных видов объектов. Показатели безотказности невосстанавливаемых изделий.	4	ПК-5
		Показатели безотказности восстанавливаемых изделий. Показатели долговечности. Показатели сохраняемости. Показатели ремонтопригодности.	СРС – 1	ПК-5
4.	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	Распределение Пуассона. Нормальное распределение времени безотказной работы при постепенных отказах.	4	ПК-5
		Распределение времени безотказной работы по закону Релея. Распределение времени безотказной работы по закону Вейбулла.	СРС – 1	ПК-5
5.	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	Выбор номенклатуры показателей надежности.	4	ПК-5
		Задание требований по надежности.	СРС – 1	ПК-5
6.	Расчет надежности по внезапным отказам	Нормирование значений величин вероятности безотказной работы и интенсивности отказов. Коэффициент нагрузки ЭРЭ.	4	ПК-5
		Определение интенсивностей отказов элементов РЭО в зависимости от условий работы. Окончательный расчет надежности невосстанавливаемых объектов с учетом режимов работы элементов.	СРС – 1	ПК-5
7.	Надежность резервированных систем	Методы и средства повышения надежности РЭС. Виды резервирования. Кратность резервирования, дублирование. Классификация резерва в зависимости от режима работы.	4	ПК-5
		Классификация резервирования по способам включения, по	СРС – 1	ПК-5

Согласована на портале № 7125

		методам включения, по кратности. Методы расчета надежности резервированных систем.		
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	ПК-5
		Контрольные выборочные последовательные испытания на надежность. Контрольные и определительные испытания на ремонтопригодность. Определительные испытания на долговечность, сохраняемость, безотказность.	СРС – 1	ПК-5
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	ПК-5
		Определение доверительного интервала и минимального числа измерений при нормальном распределении времени безотказной работы.	СРС – 4	ПК-5
ИТОГО			**36**	
ИТОГО			**СРС – 12**	

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.13)	+	+	+	+					
2.	Основы радиоэлектроники (Б1.В.ОД.2)	+	+							
3.	Теоретические основы электроники (Б1.Б.20)					+	+	+		
Последующие дисциплины										
1.	Основы конструирования электронных средств (Б1.В.ОД.8)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Управление качеством электронных средств (Б1.В.ОД.13)						+	+	+	+
3.	Интегральные устройства радиоэлектроники (Б1.В.ОД.7)				+	+	+			

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	
ПК-5	+	+	+	+	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

Согласована на портале № 7125

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	ПК-5
2.	9	Статистические исследования производственных погрешностей параметров РЭА по методу Монте-Карло. Часть 2 - Статистическое исследование по методу Монте-Карло в системе MicroCAP	4	ПК-5
3.	8	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 1 - Предварительный этап	4	ПК-5
4.	8	Полный факторный эксперимент при анализе надежности технических систем. Часть 2 – Реализация вычислительного эксперимента	4	ПК-5
5.	9	Обработка статистических данных	4	ПК-5

8. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	3	Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов	4	ПК-5
2.	3	Средняя наработка до первого отказа. Наработка на отказ	4	ПК-5
3.	6	Определение наработки на отказ по данным наблюдения за работой всех изделий	4	ПК-5
4.	6	Расчет интенсивности отказов и частоты отказов для определенного момента времени	4	ПК-5
5.	4	Количественные характеристики надежности для распространенных законов распределения случайных величин	4	ПК-5
6.	3	Параметр потока отказов	4	ПК-5
7.	6	Определение интенсивностей отказов элементов РЭА в зависимости от условий работы	4	ПК-5
8.	6	Окончательный расчет надежности невосста-	4	ПК-5

Согласована на портале № 7125

		навливаемых объектов с учетом режимов работы элементов		
9.	7	Методы расчета надежности резервированных систем	4	ПК-5

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	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ПК-5
2	Виды объектов, виды состояний объектов и характеристики состояний объектов	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ПК-5
3	Количественные характеристики надежности	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ПК-5
4	Некоторые важные для теории надежности законы распределения случайных величин	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ПК-5
5	Выбор номенклатуры показателей надежности и задание требований по надежности	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ПК-5
6	Расчет надежности по внезапным отказам	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ПК-5
7	Надежность резервированных систем	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе, контрольная работа	ПК-5
8	Испытания на надежность	3	1	1	5	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ПК-5
9	Статистические характеристики надежности устройств в условиях испытаний и	6	4	2	12	Проверка домашнего задания, проверка конспекта самоподготовки, отчет по лабораторной работе	ПК-5

Согласована на портале № 7125

	эксплуатации						
Всего СРС		30	12	10	52		

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Балльные оценки для элементов контроля в пятом семестре, заканчивающимся экзаменом

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	4	4	12
Выполнение индивидуальных заданий	5	10	10	25
Выполнение лабораторных заданий	6	5	5	16
Контрольные работы на практических занятиях	4	4	0	8
Компонент своевременности	3	3	3	9
Итого максимум за период	**22**	**26**	**22**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**22**	**48**	**70**	**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)
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.

Согласована на портале № 7125

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.

Согласована на портале № 7125

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.

Согласована на портале № 7125

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 № 7125

Приложение к рабочей программе

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П.Е.Троян**
«___» _____ 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»
(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 2016 года и последующих лет.

Экзамен 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7125

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
ПК-5	Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств	Должен знать номенклатуру современных деталей, узлов модулей, используемых в конструкциях радиоэлектронн средств. Должен уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных своей профессиональной деятельности. Должен владеть методами и средствами проектирования де лей, узлов и модулей радиоэлектронной аппаратуры.

2. Реализация компетенций

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

ПК-5: Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчёта и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма; - основные положения теории надежности для проведения испытаний и определения работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого электронного средства; - некоторые методы	- применять математические методы, 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 № 7125

	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 выполнения простых	Работает при прямом наблюдении

Согласована на портале № 7125

		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 электрорадиоэлементо и материалов несущих конструкций РЭС; - владеет методами решения задач со случайным разбросом параметров конструкций РЭС с применением теории вероятностей и статистики.
Хорошо	- разбирается в теории	- умеет выбирать	- владеет несколькими

Согласована на портале № 7125

(базовый уровень)	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	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	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 эксплуатационных	- 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 № 7125

	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. Экзаменационные вопросы.

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 ремонтопригодность радиоэлектронной аппаратуры?

Согласована на портале № 7125

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
15000-16000	40
16000-17000	50

Согласована на портале № 7125

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: $p_1(100) = 0.95$; $p_2(100) = 0.96$; $p_3(100) = 0.97$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо вычислить среднюю наработку до первого отказа системы.

Согласована на портале № 7125

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.

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.

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.

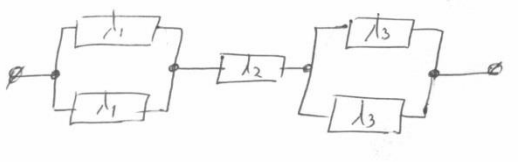
3.6 Экзаменационные вопросы

Согласована на портале № 7125

Билет №1.

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

2. Схема расчета надежности резервированного устройства приведена на рисунке. $\lambda_1 = 0.23 \cdot 10^{-5}$ час$^{-1}$; $\lambda_2 = 0.5 \cdot 10^{-4}$ час$^{-1}$; $\lambda_3 = 0.4 \cdot 10^{-3}$ час$^{-1}$. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа устройства.



Билет №2.

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

2. Вероятность безотказной работы преобразователя постоянного тока в течение t = 1000 часов равна 0.95. Для повышения надежности системы электроснабжения на объекте имеется точно такой же преобразователь, который включается в работу при отказе первого. Требуется рассчитать вероятность безотказной работы.

Билет №3.

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

2. Система состоит из пяти приборов, вероятности исправности работы которых в течение времени t = 100 часов равны: $p_1(100) = 0.9996$; $p_2(100) = 0.9998$; $p_3(100) = 0.9996$; $p_4(100) = 0.999$; $p_5(100) = 0.9998$. Требуется определить частоту отказов системы в момент времени t = 100 часов. Справедлив экспоненциальный закон надежности.

Билет №4.

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

2. В системах могут быть использованы только элементы, интенсивность отказов которых равна $\lambda_i = 10^{-5}$ час$^{-1}$. Системы имеют число элементов $N_1 = 500$; $N_2 = 2500$. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа.

Билет №5.

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

2. Вероятность безотказной работы системы в течение времени t равна $P_c(t) = 0.95$. Система состоит из N = 120 равнонадежных элементов. Необходимо найти вероятность безотказной работы элемента.

Билет №6.

1. 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.

2. Вероятность безотказной работы одного элемента в течение времени t равна $p(t)$ = 0.9997. Требуется определить вероятность безотказной работы системы, состоящей из N = 100 таких же элементов.

Билет №7.

Согласована на портале № 7125

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

2. Система состоит из двух устройств. Вероятности безотказной работы каждого из них в течение времени t = 100 часов равны: $p_1(100) = 0.95$; $p_2(100) = 0.97$. Справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо найти среднюю наработку до первого отказа системы.

Билет №8.

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

2. Система состоит из трех блоков, средняя наработка до первого отказа которых равна T_1 = 160 часов; T_2 = 320 часов; T_3 = 600 часов. Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднюю наработку до первого отказа системы.

Билет №9.

1. 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.

2. Система состоит из трех устройств. Интенсивность отказов электронного устройства равна $\lambda_1 = 0.16 \cdot 10^{-3}$ час$^{-1}$ = const. Интенсивность отказов двух электромеханических устройств линейно зависят от времени и определяются формулами:

$$\lambda_2 = 0.23 \cdot 10^{-4} \cdot t \text{ час}^{-1}; \lambda_3 = 0.06 \cdot 10^{-6} \cdot t^{2.6} \text{ час}^{-1}.$$

Необходимо рассчитать вероятность безотказной работы изделия в течение t = 100 часов.

Билет №10.

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

2. Система состоит из N= 5 блоков. Надежность блоков характеризуется вероятностью безотказной работы в течение времени t, которая равна $p_1(t) = 0.98$; $p_2(t) = 0.99$; $p_3(t) = 0.97$; $p_4(t) = 0.985$; $p_5(t) = 0.975$. Требуется определить вероятность безотказной работы системы.

Билет №11.

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

2. Система состоит из 12600 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{ср} = 0.32 \cdot 10^{-6}$ час$^{-1}$. Вычислить среднюю наработку до первого отказа.

Билет №12.

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

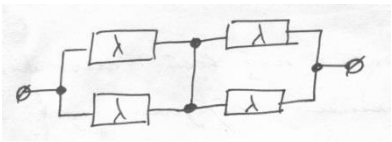
2. Система состоит из 12600 элементов, средняя интенсивность отказов которых $\lambda_{ср} = 0.32 \cdot 10^{-6}$ час$^{-1}$. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение t = 50 часов.

Согласована на портале № 7125

Билет №13.

1. 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.

2. Схема расчета надежности устройства приведена на рисунке. Предполагается, что последствие отказов отсутствует и все элементы расчета равнонадежны. Интенсивность отказов элемента $\lambda = 1.35 \cdot 10^{-3}$ час$^{-1}$. Требуется определить наработку до первого отказа резервированного устройства.



Билет №14.

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

2. Для повышения надежности усилителя все его элементы дублированы. Предполагается, что элементы подвержены лишь одному виду отказов и последействие отсутствует. Необходимо найти вероятность безотказной работы усилителя в течение t = 5000 часов. Состав элементов нерезервированного усилителя и данные по интенсивности отказов элементов приведены в таблице.

Элементы	Количество элементов	Интенсивность отказов элемента $\lambda \cdot 10^{-5}$ час$^{-1}$
Транзисторы	1	2.16
Резисторы	5	0.23
Конденсаторы	3	0.32
Диоды	1	0.78
Катушки индуктивности	1	0.09

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.

Согласована на портале № 7125

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.

Согласована на портале № 7125