

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ФАКУЛЬТЕТ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И**  
**ЭЛЕКТРОНИКИ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФНИТЭ



В.Д.Кревчик

2016

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.2.16.2 – «ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА  
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

**Направление подготовки:** 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств

**Профиль подготовки:** Проектирование и технология радиоэлектронных средств

**Квалификация выпускника – бакалавр**

**Форма обучения – очная**

Пенза, 2016

## Цели освоения учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств» являются: изучение основных положений теории обеспечения остаточного ресурса электронных средств, методов расчета и способов повышения их остаточного ресурса.

### 1 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств» относится к вариативной части цикла Б1.2, подготовки бакалавров по направлению 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», реализуется на факультете приборостроения, информационных технологий и электроники Пензенского государственного университета кафедрой «Конструирование и производство радиоаппаратуры» в 3 семестре.

*Изучение дисциплины «Основы теории надежности электронных средств» основано на предшествующих дисциплинах учебного плана:*

– теория вероятностей и математическая статистика (Б1.1.08), физика (Б1.1.09), химия и электрохимия (Б1.1.10), введение в профессиональную деятельность (Б1.2.03).

*Освоение данной дисциплины необходимо для изучения следующих дисциплин:*

– основы конструирования электронных средств (Б1.1.17), схемотехника электронных (Б1.1.18); материалы конструкций электронных средств (Б1.1.21); конструкторское проектирование радиоэлектронных средств (Б1.2.13); – Защита радиоэлектронных средств от внешних воздействий (Б1.2.23.1).

### 2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-5	Готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств	Знать: основные принципы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств с учетом методов повышения их надежности
		Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств с учетом методов повышения их надежности
		Владеть: основными приемами сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств с учетом методов повышения их надежности
ПК-6	Готовность выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с	Знать: основные методы расчета и обеспечения остаточного ресурса электронных средств работающих в условиях воздействия дестабилизирующих факторов

	<p>техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>Уметь: применять основные методы расчета и обеспечения остаточного ресурса электронных средств, работающих в условиях воздействия дестабилизирующих факторов</p>
		<p>Владеть: основными методами расчета и обеспечения остаточного ресурса электронных средств, работающих в условиях воздействия дестабилизирующих факторов</p>

### 3 Структура и содержание дисциплины «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств»

#### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)								
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование (по л. р.)	Коллоквиум (тест по теории)	Проверка тестов (задачи)	Проверка контр. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену									
1.	<b>Раздел 1. Теоретические основы обеспечения остаточного ресурса электронных средств</b>	3	1-3	6	4	2		20	6		8	6		+							
1.1.	<b>Тема 1.1. Основные понятия обеспечения остаточного ресурса электронных средств.</b>	3	1-2	2	2			8	2		4	2		+							
1.2.	<b>Тема 1.2. Надежность технических объектов как комплексное свойство.</b>	3	3	4	2	2		12	4		4	4		+							

2	<b>Раздел 2. Методы оценки и прогнозирования долговечности объектов</b>	3	4-8	6				36	6		6	6		+					
2.1.	<b>Тема 2.1.</b> Принципы оценки и прогнозирования долговечности оборудования сложных систем.	3	4-5	2				10	2		6	2		+					
2.2.	<b>Тема 2.2.</b> Математический аппарат индивидуального прогнозирования работоспособности оборудования сложных систем.	3	6-7	2				4	2		-	2		+					
2.3	<b>Тема 2.3.</b> Определение ошибки прогноза ресурса.	3	8	2				4	2		-	2		+					
3.	<b>Раздел 3. Испытания на надежность</b>	3	9-12	10	8	4		32	10		22	10		+					
3.1	<b>Тема 3.1.</b> Назначение и виды испытаний на надежность.	3	9-10	2	2			14	4		6	4		+					
3.2	<b>Тема 3.2.</b> Методы и модели оценки времени как экспериментального фактора при планировании многофакторных испытаний объектов на надежность (МФИН)	3	11	4	2	2		11	2		7	2		+					
3.3.	<b>Тема 3.3.</b> Метод определения длительности испытаний при стационарном характере изменения ВПО во времени.	3	12	4	2	2		17	4		9	4		+					+
4.	<b>Раздел 4. Основы инженерной методики</b>	3	13-14	8	4	4		16	8		-	8		+					

	<b>планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний объектов на надежность</b>																		
4.1.	<b>Тема 4.1.</b> Выбор варьируемых факторов внешней среды и определение уровней их варьирования.	3	13	4	2	2		8	4		-	4		+					
4.2.	<b>Тема 4.1.</b> Инженерные методы определения характеристик надежности объектов по результатам многофакторных испытаний.	3	14-15	4	2	2		8	4		-	4		+					
5.	<b>Раздел 5. Автоматизированные средства расчета остаточного ресурса электронных средств.</b>	3	<b>16-18</b>	<b>6</b>				<b>12</b>	<b>6</b>		-	<b>6</b>		+					
5.1.	<b>Тема 5.1.</b> Общие сведения о современных средствах автоматизированного расчета остаточного ресурса и тенденциях их развития.	3	16	2				4	2		-	2		+					
5.2.	<b>Тема 5.2.</b> Основные положения виртуального проектирования с применением системы САПР	3	17	2				4	2		-	2		+					
5.3.	<b>Тема 5.3.</b> Подсистема анализа показателей безотказности радиоэлектронных средств САПР.	43	18	2				4	2		-	2							

	<i>Курсовая работа (проект)</i>																				
	<i>Подготовка к зачету</i>																				
	<i>Подготовка к экзамену: 36 часов</i>	3																			
	<b>Общая трудоемкость, в часах: 144</b>	3		36	18	18		108	36		36	36	<b>Промежуточная аттестация</b>								
													<b>Форма</b>	<b>Семестр</b>							
													<b>Зачет</b>	<b>-</b>							
													<i>Курсовая работа (проект)</i>	<b>3</b>							
													<b>Экзамен</b>	<b>3</b>							

## 4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<b>Теоретические основы обеспечения остаточного ресурса электронных средств</b>	<p>Краткая историческая справка и математический аппарат обеспечения остаточного ресурса электронных средств.</p> <p>Основные понятия обеспечения остаточного ресурса электронных средств. Отказы и неисправности. Показатели надежности сложных технических систем</p> <p>Надежность технических объектов как комплексное свойство.</p> <p>Классификация отказов электронных средств.</p> <p>Единичные показатели надежности электронных средств. Комплексные показатели надежности электронных средств. Выбор показателей надежности для различных электронных средств.</p>
2	<b>Методы оценки и прогнозирования долговечности объектов</b>	<p>Принципы оценки и прогнозирования долговечности оборудования сложных систем.</p> <p>Современные подходы к прогнозированию показателей долговечности объектов при ограниченной информации.</p> <p>Принципы и критерии выбора прогнозирующей функции объекта.</p> <p>Математический аппарат индивидуального прогнозирования работоспособности оборудования сложных систем.</p> <p>Метод индивидуального прогнозирования ресурса объекта - авторегрессия с обучением.</p> <p>Определение ошибки прогноза ресурса.</p> <p>Инженерная методика индивидуального прогнозирования ресурса объекта.</p> <p>Пример оценки и прогнозирования долговечности.</p>
3	<b>Испытания на надежность</b>	<p>Назначение и виды испытаний на надежность.</p> <p>Определительные испытания на надежность.</p> <p>Контрольные испытания на надежность.</p> <p>Многофакторные испытания на надежность.</p> <p>Критерии оптимальности при планировании многофакторных испытаний.</p> <p>Методы и модели оценки времени как экспериментального фактора при планировании многофакторных испытаний объектов на надежность (МФИН).</p> <p>Метод определения длительности испытаний при стационарном характере изменения ВПО во времени.</p>



№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
4	<b>Основы инженерной методики планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний объектов на надежность</b>	<p>Постановка задачи на эксперимент.</p> <p>Выбор контролируемых параметров объектов.</p> <p>Выбор варьируемых факторов внешней среды и определение уровней их варьирования.</p> <p>Определение количества уровней варьируемых факторов и интервала их варьирования.</p> <p>Определение объема выборки.</p> <p>Составление матрицы планирования и ее реализация.</p> <p>Обработка и статистический анализ результатов многофакторных испытаний.</p> <p>Инженерные методы определения характеристик надежности объектов по результатам многофакторных испытаний.</p>
5	<b>Автоматизированные средства расчета остаточного ресурса электронных средств</b>	<p>Общие сведения о современных средствах автоматизированного расчета остаточного ресурса и тенденциях их развития.</p> <p>Проектирование электронных средств с применением системы САПР.</p> <p>Основные положения виртуального проектирования с применением системы САПР.</p>

#### 4.3 Практические занятия

№№ п / п	Темы практических занятий	Раздел учебной дисциплины	Объем в часах
1	Методики индивидуального прогнозирования ресурса РЭС	1	2
2	Обеспечение оптимального количества запасных деталей и узлов на складе	3	2
3	Расчет показателей долговечности	3	2
4	Расчет показателей сохраняемости	4	2
5	Расчет показателей сохраняемости при резервировании	4	2

#### 5. Образовательные технологии

Требуемые результаты освоения дисциплины «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования компетенций у студентов:

– лекций с применением мультимедийных технологий (1-4 разделы);

- проблемных лекций (1, 3 разделы);
  - вовлечения студентов в проектную деятельность: во время аудиторных занятий – коллективная работа в бригаде и обсуждение в группе результатов проведенных испытаний; во время внеаудиторной (самостоятельной) работы – исследование остаточного ресурса электронных средств с учетом внешних воздействий.
  - индивидуального собеседования (консультаций).
- Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% аудиторных занятий.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**6.1. План самостоятельной работы студентов**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1-3	Раздел 1. Теоретические основы обеспечения остаточного ресурса электронных средств	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным).	Изучить темы: 1.1. Основные понятия обеспечения остаточного ресурса электронных средств. 1.2. Надежность технических объектов как комплексное свойство.	[1], [2]	8
		Подготовка к экзамену.			
		Выполнение предварительного расчета к пр. р. №1	Составить план испытаний в соответствии с заданием пр.р . №1	[2], [г] 3]	
		Оформление отчета по пр. р. №1	Оформить отчет по пр. р. №1 в соответствии с образцом		
		Подготовка к тесту по теории.	Изучить темы раздела 1		
4-8	Раздел 2. Методы оценки и прогнозирования долговечности объектов	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным).	Изучить методы оценки и прогнозирования долговечности объектов	[1], [г] 4]	14
		Подготовка к экзамену.			
		Подготовка к тесту по теории.	Изучить темы раздела 1	[1], [г] 4]	
9-12	Раздел 3. Испытания на надежность	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить методики испытаний электронных средств на надежность	[2], [г] 3]	20

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
		Выполнение предварительного расчета к пр. р. №2 и №3	Составить план испытаний в соответствии с заданием пр. р. №2 и №3		
		Оформление отчета по пр. р. №2 и №3	Оформить отчет по пр. р. №2 и №3 в соответствии с образцом		
		Выполнение курсовой работы	Провести расчет остаточного ресурса электронного средства		
		Подготовка к тесту по теории.	Изучить раздел 3		
13-14	Раздел 4. Основы инженерной методики планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний объектов на надежность	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить методики планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний объектов на надежность	[1], [2], [г] 1,2]	16
		Выполнение предварительного расчета к пр. р. №4 и №5	Составить план испытаний в соответствии с заданием пр. р. №4 и №5		
		Оформление отчета по пр. р. №4 и №5	Оформить отчет по пр. р. №4 и №5 в соответствии с образцом		
		Подготовка к тесту по теории.	Изучить темы раздела 4		
15-17	Раздел 5. Автоматизированные средства расчета остаточного ресурса электронных средств	Подготовка к аудиторным занятиям (лекционным и лабораторным). Подготовка к экзамену.	Изучить возможности современных средствах автоматизированного расчета остаточного ресурса электронных средств и тенденциях их развития	[1], [2], [г] 5]	16
		Выполнение предварительного расчета к пр. р. №6	Составить план испытаний в соответствии с заданием пр. р. №6		
		Подготовка к тесту по теории.	Изучить темы раздела 5		

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

При подготовке к аудиторным занятиям (лекционным и практическим) необходимо пользоваться конспектом лекций и соответствующими методическими материалами по теме занятий.

При составлении плана испытаний необходимо пользоваться описанием соответствующей практической работы.

При оформлении отчета по практической работе необходимо включить в него титульный лист, плана испытаний, таблицу с результатами эксперимента, результаты обработки экспериментальных данных и выводы по работе в соответствии с примером оформления соответствующей лабораторной работы.

При подготовке к тесту по теории и зачету необходимо изучить все темы по списку контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

## 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

### *Контроль освоения компетенций*

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проверка тестов по теории	Раздел 1. Теоретические основы обеспечения остаточного ресурса электронных средств	ПК-5
2	Проверка отчета по пр. р. №1 и его защита		
3	Экзамен		
4	Проверка тестов по теории	Раздел 2. Методы оценки и прогнозирования долговечности объектов	ПК-6
5	Экзамен		
6	Зачет		
7	Проверка тестов по теории	Раздел 3. Испытания на надежность	ПК-6
8	Проверка отчета по пр. р. №2 и его защита		
9	Проверка отчета по пр. р. №3 и его защита		
10	Экзамен		
11	Проверка тестов по теории	Раздел 4. Основы инженерной методики планирования, проведения и обработки результатов многофакторных испытаний объектов на надежность	ПК-5, ПК-6
12	Проверка отчета по пр. р. №4 и его защита		
13	Проверка отчета по пр. р. №5 и его защита		
14	Экзамен		
15	Проверка тестов по теории	Раздел 5. Автоматизированные средства расчета остаточного ресурса электронных средств	ПК-6
17	Экзамен		

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
18	Экзамен	Разделы 1-5	ПК-5, ПК-6

### ***Вопросы для собеседования***

*При проверке отчетов по практическим работам и их защите* проверяется наличие всех необходимых разделов отчета и правильность их оформления в соответствии с примером оформления. Перечень вопросов для защиты приводится в методических указаниях к соответствующей практической работе.

### ***Вопросы коллоквиума (теста по теории) для проведения текущего контроля***

1. Какие единичные показатели ремонтпригодности вы знаете?
2. Какие комплексные показатели надежности вы знаете?
3. Что такое коэффициент готовности и чем он отличается от коэффициента оперативной готовности?
4. Что такое эффективность системы?
5. Как соотносятся понятия эффективности и надежности системы?
6. В чем отличие простых и сложных систем?
7. Является ли надежность комплексным понятием качества?
8. Какие вы знаете частные показатели надежности?
9. Приведите примеры частных показателей надежности РЭС.
10. Охарактеризуйте основные положения концепции стандартизации в области надежности.
11. Для каких видов продукции требования к надежности включаются при ее сертификации?
12. В чем состоит особенность систем обеспечения надежности?
13. Как классифицируются методы расчета надежности?
14. Какие методы расчета показателей надежности изделия вы знаете и при каких допущениях они используются?
15. Какой расчет называется окончательным?
16. Чем отличается окончательный расчет от прикидочного и ориентировочного?
17. Какова цель резервирования, используемого в РЭС?
18. Какие виды резервирования вы знаете?
19. Как определяется вероятность безотказной работы систем с общим и поэлементным резервированием?
20. Как определяется кратность резервирования и чем характеризуется его эффективность?
21. Как оценивается выигрыш в надежности при общем и поэлементном резервировании?

22. Как находится порядок резервирования при общем и поэлементном резервировании?
23. Что такое мажоритарное резервирование?
24. Какие ЭС называются ремонтируемыми?
25. Какими параметрами надежности характеризуется восстанавливаемая ЭС?
26. Что характеризует функция готовности?
27. Что характеризует функция простоя?
28. Что такое коэффициент оперативной готовности?
29. Что такое коэффициент простоя?
30. Записать формулу связи между коэффициентом простоя и временем восстановления, а также временем простоя.
31. Записать формулу связи между коэффициентом готовности и временем восстановления, а также временем простоя.
32. Что такое отбраковка или «выжигание» малонадежных элементов в системе?
33. Происходит ли повышение надежности объектов при снижении нагрузки, действующей на них?
34. Если доказано, что в системе имеет место экспоненциальное распределение наработки до отказа, то эквивалентно ли сокращение времени непрерывной работы системы уменьшению интенсивности отказов?
35. Как влияет уменьшение времени восстановления объекта при отказе на готовность системы?
36. Перечислите мероприятия, ведущие к улучшению восстанавливаемости объектов.
37. Дайте определение понятиям «техническое обслуживание» и «плано-предупредительный ремонт».
38. Какой вид приобретает кривая вероятности безотказной работы восстанавливаемой системы?
39. Какие факторы влияют на выбор длительности промежутка времени между циклами профилактических работ?
40. Что такое организация эксплуатации систем по состоянию?
41. Как связаны между собой время восстановления системы и наличие запасных элементов?
42. Сформулируйте задачу расчета количественного состава ЗИПа.
43. Что такое «гарантийная вероятность» при расчете числа запасных элементов системы?
44. Напишите аналитические соотношения для расчета числа запасных элементов системы.
45. Как вы понимаете термины «индивидуальный и групповой ЗИП»?
46. Какие соображения применяются при оценке оптимального состава ЗИП?
47. Расскажите о трех разнородных видах систем, составляющих сложные системы.
48. Дайте определение понятию «человек — машинная система».
49. Что Вы понимаете под «человеко-машинным интерфейсом»?
50. Каковы достоинства и недостатки оператора и автоматики при управлении сложными системами?
51. Как на Ваш взгляд должны быть распределены функции между человеком и автоматикой в процессе управления?

52. Что такое «базовая и прагматическая надёжность» человека?
53. Есть ли разница в терминах: надёжность человека, надёжность работы человека, надёжность функционирования? Если есть, то в чем?
54. Какими показателями характеризуется надёжность оператора?
55. Дайте определения понятиям «отказ» и «ошибка оператора».
56. Поясните понятия «отладка» и «тестирование».
57. Сформулируйте рекомендации по отладке ПС.
58. Чем нисходящее тестирование ПС отличается от восходящего?
59. Дайте характеристики автономной отладке модуля и комплексной отладке программного средства.
60. Какие фазы этапов проектирования ЭС вы знаете?
61. В чем заключаются проблемы интеграции различных САПР между собой?
62. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к программным средствам по расчету надёжности ЭС.

### *Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену*

1. Определение понятия надёжности РЭС. Предмет изучения теории надёжности.
2. Суть понятий: отказ, сбой, дефект.
3. Разъясните суть терминов: работоспособность, наработка, безотказность, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы, параметр потока отказов.
4. Суть терминов: долговечность, ресурс, срок службы изделия.
5. Суть понятий: ремонтпригодность, среднее время восстановления, сохраняемость, коэффициенты готовности и технического использования.
6. Основные причины возникновения отказов РЭС.
7. Физическая природа и сущность отказов. «Кривая жизни» изделия.
8. Методы обеспечения надёжности при конструировании: технологичность конструкции, унификация, стандартизация, принцип равнопрочности или кратности сроков службы составляющих компонентов.
9. Методы обеспечения надёжности при конструировании: равномерное распределение нагрузок, простота конструкторских решений, приработка.
10. Методы обеспечения надёжности при конструировании: микроминиатюризация, выбор схемных решений.
11. Методы обеспечения надёжности при производстве.
12. Методы обеспечения надёжности при эксплуатации.
13. Роль обратной связи между изготовителем и пользователем аппаратуры в повышении надёжности последней.
14. Суть информационных методов обеспечения надёжности.
15. Перечислите наиболее распространённые законы распределения отказов в РЭС и укажите основные характеристики для биномиального закона и распределения Пуассона.
16. Перечислите наиболее распространённые законы распределения отказов в

РЭС и укажите основные характеристики для: экспоненциального закона, закона Вейбулла, нормального и логарифмически нормального закона.

17. Основные показатели надёжности неремонтируемых систем.
18. Основные показатели надёжности ремонтируемых систем.
19. Понятие резервирования, цель и виды резервирования. Варианты включения по способу введения резерва. Активное и пассивное резервирование.
20. Структурные модели надёжности. Последовательная и параллельная модели надёжности.
21. Модель надёжности системы с общим и поэлементным резервированием.
22. Модель надёжности системы при смешанном резервировании.
23. Мажоритарное резервирование.
24. Влияние кратности резервирования  $\mu$  на надёжность системы.
25. Оптимальное резервирование.
26. Преобразование логических схем надёжности РЭС. Основные правила и последовательность составления логических структурных схем и модели надёжности.
27. Метод преобразования сложной логической структуры по базовому элементу.
28. Основной показатель надёжности и нормы надёжности.
29. Ориентировочная оценка надёжности РЭС.
30. Оценка надёжности с учётом режимов работы системы.
31. Оценка надёжности неремонтируемых нерезервированных систем.
32. Надёжность РЭС при пассивном резервировании с неизменной нагрузкой и при нагруженном активном резервировании.
33. Надёжность систем при активном ненагруженном резервировании.
34. Надёжность систем при активном облегчённом резервировании.
35. Надёжность систем при скользящем резервировании.
36. Оценка показателей надёжности ремонтируемой РЭС.
37. Оценка надёжности РЭС при нескольких отказах.
38. Физические подходы к оценке надёжности РЭС.
39. Содержание работ по обеспечению надёжности РЭС на этапе проектирования.
40. Содержание работ по обеспечению надёжности РЭС на этапах производства и эксплуатации.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств»**

### **а) основная литература:**

1. Ветошкин А.Г. Надёжность и безопасность технических систем: учеб. пособие / Пенз.гос ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2003. - 180 с. (76 шт.).
2. Савоськин В.С. Надёжность электрических систем : учебное пособие / В. С. Савоськин ; Пенз. гос. ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. - 232 с. (75 шт.).



3. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление : учеб. пособие / В.Д. Шашурин, В.М. Башков, Н.А. Ветрова, В.А. Шалаев. ЭБС изд-ва «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52156](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52156).

**б) дополнительная литература:**

4. Фандеев В.П. Теоретические основы оптимизации обнаружения отказов и поиска места отказа / В. П. Фандеев ; Пенз. гос. ун-т. - Пенза : Информ.-изд. центр ПГУ, 2006. - 60 с. (30 шт.)

5. Романчев И.В. Экспертиза и диагностика объектов и систем сервиса : учеб. пособие / Пенз. гос. ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. - 88 с. (58 шт.).

6. Малафеев С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. ЭБС изд-ва «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2778).

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

7. Электронная библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.

8. Научно-техническая библиотека ПГУ «Web ИРБИС» Режим доступа: [http://cgi-bin/irbis64r\\_91](http://cgi-bin/irbis64r_91).

**г) методические материалы по проведению лабораторных, практических занятий и курсовому проектированию:**

9. Горелик А.В. Практикум по основам теории надежности : учеб. пособие / А.В. Горелик, О.П. Ермакова. ЭБС изд-ва «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58964](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58964)

10. Худяков В.М. Практикум по основам теории надежности и диагностики : учебное пособие / В.М. Худяков, Ворохобин С.В. ЭБС изд-ва «Лань». Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=20071](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=20071)

11. Надежность технических и программных средств ЭВМ: методические указания / А. В. Блинов, Романчев И.В., Юрков Н.К. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001г. – 24 с.

12. Баннов В.Я. Статистический контроль качества изготовления деталей и конструкций РЭС. Методические указания Под редакцией Н.К. Юркова. - Пенза: Изд-во Пенз. ГУ, 2006. - 28 с.

**7. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины (модуля):**

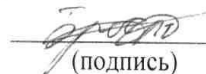
— технические средства специализированной лаборатории, (кафедра КиПРА, ауд. 3-214);

— вычислительная техника компьютерного класса, (кафедра КиПРА, а. 3-309а).

Рабочая программа дисциплины «Основы обеспечения остаточного ресурса радиоэлектронных средств» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ПрООП по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств».

Программу составил:

к.т.н., доцент каф. КиПРА,

 Бростилов С.А.  
(подпись)

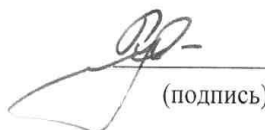
**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**

Программа одобрена на заседании кафедры КиПРА.

Протокол № 3

от «21» марта 2016 года

Зав. кафедрой КиПРА,  
д.т.н., профессор

 Юрков Н.К.  
(подпись)

Программа одобрена методической комиссией ФПИТЭ

Протокол № 6

от «25» марта 2016 года

Председатель методической комиссии ФПИТЭ,  
к.т.н., доцент

 Задера А.В.  
(подпись)

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год  
и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			заменен- ных	новых	аннулиро- ванных
2015/16					

Примечание — Тексты изменений прилагаются.