

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:



Директор ИИТР

А.А. Галкин

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ РАДИОСИСТЕМ**

**направление подготовки / специальность**

11.03.01. Радиотехника

**направленность (профиль) подготовки**

**Электронные цифровые устройства и системы**

г. Владимир

2021 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" является получение необходимого объема знаний в области оценки, научно-технического руководства и организации работ по обеспечению надежности радиоэлектронных средств при их проектировании, изготовлении и эксплуатации.

Задачи:

- разработка технических заданий и другой технической документации, обоснование эффективности работ по повышению надежности радиоэлектронных средств при их проектировании, изготовлении и эксплуатации.
- разработка принципов построения моделей надежности радиоэлектронных средств и методов их решения;
- разработка методических указаний, инженерных методик и др. для расчетной оценки и обеспечения надежности радиоэлектронных средств при их проектировании, изготовлении и эксплуатации
- разработка стандартов, положений по вопросам надежности радиоэлектронных средств;
- проведение консультаций, оказание технической помощи по вопросам обеспечения и повышения надежности радиоэлектронных средств при их проектировании, изготовлении и эксплуатации;
- составление научно-технических отчетов по расчетам надежности радиоэлектронных средств..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Эффективность и надежность радиосистем" относится к части, обязательной (Б1.В.ДВ.11.01).

Пререквизиты дисциплины

Дисциплина "Эффективность и надежность радиосистем" непосредственно опирается на дисциплины "Высшая математика" (дифференциальные и интегральные уравнения), "Физика" (фундаментальные законы в области термодинамики, электричества и магнетизма), также дисциплин "Радиоматериалы и радиокомпоненты" (элементная база аналоговых и цифровых электронных устройств), "Электроника", "Основы теории цепей" (методы анализа цепей постоянного и переменного тока во временной и частотной областях), "Метрология и радиоизмерения" (основные методы измерения характеристик радиотехнических цепей), "Основы конструирования и технологии производства РЭС" (основные этапы проектирования и создания радиоэлектронных средств), "Радиотехнические системы" (принципы построения радиолокационных и радионавигационных радиотехнических систем).

Знания и навыки, полученные при изучении данного курса, широко применяются студентами при решении задач, представленных в разделе "Цели освоения дисциплины".

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации	Знает: Принципы обобщения отобранной информации о составе влияющих на радиосистему различных факторов и структуры построения системы и так же возможности восстановления отдельных блоков систем	Тестовые вопросы
	УК-1.2. Умеет Соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности	Умеет: Структурировать системы с целью получения наиболее эффективного варианта	
	УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Владеет: Навыками теоретических и практических разработок по определению показателей надежности и эффективности различных РЭС	

<p>ПК-3 Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов</p>	<p>ПК-3.1. Знает: Принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования</p> <p>ПК-3.2. Умеет: Использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуатации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры</p>	<p>Знает: Базовые требования осуществления меры безопасности разработок новых радиокomплексов</p> <p>Умеет: Определить круг задач, решаемых с помощью телекоммуникационных систем</p> <p>Владеет: Методами построения неirosетей</p>	<p>Тестовые вопросы</p>
--	---	--	-------------------------

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				СРС	Формы текущего контроля успеваемости и, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия <sup>1</sup>	Лабораторные работы	в форме практической подготовки <sup>2</sup>			
1.	Основные положения теории надежности	7	1	2	2		1	3		
2.	Количественные показатели надежности	7	3	2	2			4		
3.	Надежность технических систем	7	5	3	2		1	3	Рейтинг №1	
4.	Закон распределения времени безотказной работы системы	7	7	2	2		1	5		
5.	Эксплуатационные факторы, определяющие надежность систем и элементов	7	9	1	2		1	5		
6.	Влияние солнечной радиации, электромагнитных и радиационных излучений	7	11	3	2			4	Рейтинг №2	
7.	Конструктивные и производственные факторы, определяющие надежность	7	12	2	2		1	3		
8.	Обеспечение высоких показателей надежности в процессе производства	7	14	2	2		1	4		
9.	Общие сведения о методах повышения надежности средств связи	7	18	1	2		1	5	Рейтинг №3, зачет	
Всего за 8 семестр						18	18		36	Зачет



## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1. Основные положения теории надежности

Тема 1. Основные термины и определения

Тема 2. Классификация систем и отказов

Тема 3. Потoki событий

Тема 4. Пуассоновский поток событий

### Раздел 2. Количественные показатели надежности

Тема 1. Количественные показатели надежности ремонтируемых изделий

Тема 2. Физический принцип надежности

### Раздел 3. Надежность технических систем

Тема 1. Понятие о структурной схеме надежности системы

Тема 2. Вероятность безотказной работы системы, состоящей из невосстанавливаемых элементов

### Раздел 4. Закон распределения времени безотказной работы системы

Тема 1. Параметр потока отказов восстанавливаемой системы

Тема 2. Коэффициент готовности системы

Тема 3. Надежность систем при циклическом режиме работы

### Раздел 5. Эксплуатационные факторы, определяющие надежность систем и элементов

Тема 1. Классификация факторов

Тема 2. Влияние температуры, влажности и давления

Тема 3. Влияние коррозии

Тема 4. Действие биологической среды

### Раздел 6. Влияние солнечной радиации, электромагнитных и радиационных излучений

Тема 1. Действие механических нагрузок

Тема 2. Влияние внешних условий на интенсивность отказов элементов

### Раздел 7. Конструктивные и производственные факторы, определяющие надежность

Тема 1. Принципы проектирования, обеспечивающие получение высоких показателей надежности

Тема 2. Анализ надежности конструкции

### Раздел 8. Обеспечение высоких показателей надежности в процессе производства

Тема 1. Влияние организации службы надежности на этапах проектирования и производства

Тема 2. Оценка и прогнозирование надежности оператора

### Раздел 9. Общие сведения о методах повышения надежности средств связи

Тема 1. Обзор методов повышения надежности электронных и радиоэлектронных устройств

Тема 2. Метод рабочих областей

Тема 3. Надежность систем, обладающих структурной избыточностью

## Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Основные положения теории надежности

Тема 1. Основные термины и определения

Тема 2. Классификация систем и отказов

Тема 3. Потoki событий

Тема 4. Пуассоновский поток событий

Раздел 2. Количественные показатели надежности неремонтируемых изделий

Тема 1. Количественные показатели надежности ремонтируемых изделий

Тема 2. Физический принцип надежности

Раздел 3. Надежность технических систем

Тема 1. Понятие о структурной схеме надежности системы

Тема 2. Вероятность безотказной работы системы, состоящей из невосстанавливаемых элементов

Раздел 4. Закон распределения времени безотказной работы системы

Тема 1. Параметр потока отказов восстанавливаемой системы

Тема 2. Коэффициент готовности системы

Тема 3. Надежность систем при циклическом режиме работы

Раздел 5. Эксплуатационные факторы, определяющие надежность систем и элементов

Тема 1. Классификация факторов

Тема 2. Влияние температуры, влажности и давления

Тема 3. Влияние коррозии

Тема 4. Действие биологической среды

Раздел 6. Влияние солнечной радиации, электромагнитных и радиационных излучений

Тема 1. Действие механических нагрузок

Тема 2. Влияние внешних условий на интенсивность отказов элементов

Раздел 7. Конструктивные и производственные факторы, определяющие надежность

Тема 1. Принципы проектирования, обеспечивающие получение высоких показателей надежности

Тема 2. Анализ надежности конструкции

Раздел 8. Обеспечение высоких показателей надежности в процессе производства

Тема 1. Влияние организации службы надежности на этапах проектирования и производства

Тема 2. Оценка и прогнозирование надежности оператора

Раздел 9. Общие сведения о методах повышения надежности средств связи

Тема 1. Обзор методов повышения надежности электронных и радиоэлектронных устройств

Тема 2. Метод рабочих областей

Тема 3. Надежность систем, обладающих структурной избыточностью

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### 5.1. Вопросы для рейтинг-контроля на 8 семестр

#### Рейтинг контроль №1

1. Основные понятия теории надежности – объект, жизненный цикл, основные свойства объекта (надежность, сохраняемость).
2. Характеристика состояний технического объекта – исправное, работоспособное, предельное. Понятие и характеристика отказа и повреждения.
3. Свойства надежности технических систем – безотказность, долговечность, ремонтпригодность.
4. Показатели оценки свойств технических систем – количественные, единичные, комплексные.
5. Количественные характеристики надежности не восстанавливаемых объектов.
6. Вероятность безотказной работы – понятие, порядок определение, свойства.
7. Частота отказов, интенсивность отказов - понятие, порядок определение, свойства.
8. Средняя наработка на отказ - понятие, порядок определение, свойства.
9. Количественные характеристики надежности восстанавливаемых объектов.
10. Параметр потока отказов, наработка на отказ – понятие, порядок определение, свойства.

#### Рейтинг-контроль №2

1. Основные показатели ремонтпригодности и долговечности.
2. Характеристики случайных величин, используемые в теории надежности.
3. Основные законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности.
4. Факторы, влияющие на надежность технических устройств.
5. Порядок составления структурных схем надежности.
6. Расчет надежности сложных не резервируемых систем при основном соединении элементов.
7. Особенности расчета надежности сложных не резервируемых систем при зависимых отказах.
8. Коэффициентный метод расчета надежности.
9. Расчет надежности с учетом периода приработки.
10. Расчет надежности систем с учетом восстановления.

#### Рейтинг-контроль №3



1. Виды резервирования и их учет при расчете показателей надежности.
2. Расчет надежности при общем и отдельном резервировании.
3. Расчет надежности при резервировании с дробной кратностью.
4. Логико – вероятностный метод расчета.
5. Методы повышения надежности технических устройств.
6. Резервирование как метод повышения надежности ТУ.
7. Уменьшение интенсивности отказов ТУ (элемента) как способ повышения надежности.
8. Методы повышения надежности технических устройств на этапе проектирования.
9. Методы повышения надежности технических устройств на этапе эксплуатации.
10. Обоснование периодичности технического обслуживания.

## 5.2. Вопросы к зачёту:

### Вариант №1

1. Что называется системой в РЭС? Какие виды систем используются в РЭС?
2. Перечислите основные показатели надежности.
3. Назовите наиболее распространенные законы распределения случайных величин, применяемых в теории надежности.
4. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании последовательной модели надежности?
5. Какова цель резервирования, используемого в РЭС?

### Вариант №2

1. Что называется отказом РЭС? Какие виды отказов РЭС вы знаете?
2. Начертите кривую убывания изделия и поясните ее физический смысл.
3. Дайте определение биномиального закона распределения.
4. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании параллельной модели надежности?
5. Какие виды резервирования вы знаете?

### Вариант №3

1. Какие нормативные документы устанавливают терминологию в теории надежности?
2. Начертите кривую жизни изделия и поясните ее вид.
3. Запишите вероятность появления  $m$  событий в интервале времени  $t$  (закон распределения Пуассона).
4. В каком случае используется метод преобразования структуры по базовому элементу для определения надежности устройства?
5. Как определяется вероятность безотказной работы систем с общим и поэлементным резервированием?

### Вариант №4

1. Что такое работоспособность, долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость РЭС?
2. Какие единичные показатели ремонтпригодности вы знаете?
3. Каковы показатели надежности при экспоненциальном распределении случайной величины?
4. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании метода преобразования структуры по базовому элементу?
5. Как определяется кратность резервирования и чем характеризуется его эффективность?

#### Вариант №5

1. Дайте определение понятия надежности РЭС.
2. Какие комплексные показатели надежности вы знаете?
3. Дайте определение нормального закона распределения случайной величины.
4. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании последовательной модели надежности?
5. Как оценивается выигрыш в надежности при общем и поэлементном резервировании?

#### Вариант №6

1. Что представляет собой сбой в РЭС? Что называется элементом в РЭС?
2. Что такое коэффициент готовности и чем он отличается от коэффициента оперативной готовности?
3. Запишите показатели надежности при Гамма-распределении.
4. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании параллельной модели надежности?
5. Как находится порядок резервирования при общем и поэлементном резервировании?

#### Вариант №7

1. Что называется системой в РЭС? Какие системы являются простыми и какие сложными?
2. Что называется частотой отказов и что она характеризует?
3. Каковы показатели надежности распределения Рэлея?
4. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании метода преобразования структуры по базовому элементу?
5. Что такое мажоритарное резервирование?

#### 5.3. Тесты для контроля СРС по дисциплине:

1. Расчет надежности сложных технических систем с резервированием.
2. Вероятностный метод расчета надежности.
3. Методы повышения надежности сложных систем.
4. Надежность оперативного персонала сложных систем.
5. Основные понятия и определения теории риска.

6. Структура и показатели оценки риска.
7. Основные расчетные показатели риска.
8. Методологические основы оценки и анализа риска.
9. Моделирование и расчет последствий аварий при оценке риска.
10. Основы управления риском (рискменеджмент).
11. Общие принципы оценки эффективности радиотехнических систем.
12. Особенности оценки эффективности радиотехнических систем.
13. Принципы определения показателя потенциальной эффективности.
14. Принципы оценки эффективности радиотехнических систем с учетом их реальной надежности.
15. Особенности количественной оценки эффективности радиоэлектронных средств в условиях радиопротиводействия.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература*</b>		
1. Теория надежности. Статистические модели: Учебное пособие/А.В. Антонов, М.С. Никулин, А.М. Никулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М	2015	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=297459">https://znanium.com/catalog/document?id=297459</a>
2. Научно-методические основы управления надежностью и безопасностью эксплуатации сетей связи железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] монография / В.К. Котов, В.Р. Антонец, Г.П. Лабецкая, В.В. Шмытинский. - М. : УМЦ ЖДТ	2012	<a href="https://ibooks.ru/products/27580?category_id=11920">https://ibooks.ru/products/27580?category_id=11920</a>
3. Захаров, О.Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки. [Электронный ресурс] – М.: Инфра-инженерия	2014	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900732.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972900732.html</a>
4. Надежности [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. - М. : Абрис	2012	<a href="https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785437200605.html">https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785437200605.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Организация и планирование радиотехнического производства: Учебное пособие / В.Д. Сыров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М	2013	<a href="https://znanium.com/catalog/document?id=356025">https://znanium.com/catalog/document?id=356025</a>

электронике [Электронный ресурс] / Богдан Грабовски; Пер. с фр. А. В. Хаванов. – 2-е изд., испр. – М. : ДМК Пресс		b-spravochnik-po-elektronike_6035fcf3d01.html
3. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. Д. Шашурин, В.М. Башков, Н.А. Ветрова, В. А. Шалаев. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана	2009	<a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=257120">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=257120</a>

## 7.2 Периодические издания:

### Отечественные журналы

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

## 7.3 Интернет-ресурсы:

1. <http://mexalib.com/view/15117>
2. <http://znanium.com>
3. <https://ibooks.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций. Практические занятия проводятся в ауд. 301.3, 311.3




Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.01 - Радиотехника

Рабочую программу составил к.т.н. профессор  Никитин О.Р.

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ

«Радиосвязи» к.т.н.

  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Богданов А.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой

(ФИО, подпись)

 Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 1 от 1.09.21 года

Председатель комиссии

 Никитин О.Р.

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.