

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



УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 31 » 03 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ РАДИОСИСТЕМ (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.01 "Радиотехника"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	2/72	18	-	-	54	Зач.
Итого	2/72	18	-	-	54	Зач.

Владимир 2015

## 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.

Дисциплина готовит слушателя к решению следующих профессиональных задач:

- проектная деятельность:
  - разработка тематических планов работ, обоснование тем исследований и разработок в области надежности радиоэлектронных средств;
  - разработка технических заданий и другой технической документации, обоснование эффективности работ по повышению надежности радиоэлектронных средств при их проектировании, изготовлении и эксплуатации.
- научно-исследовательская деятельность:
  - 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.
- производственно-технологическая деятельность:
  - разработка стандартов, положений и др. НТД по вопросам надежности радиоэлектронных средств;
  - подготовка отзывов, заключений, рецензий на НТД и результаты НИР и ОКР в области 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.
- организационно-управленческая деятельность:
  - научное и методическое руководство, контроль над исследованиями и разработками в области надежности радиоэлектронных средств;

- организация рассмотрений и обсуждений результатов исследований надежности *радиоэлектронных средств*, заявок на изобретения и др., обоснование и составление заключений.
- сервисно-эксплуатационная деятельность:
- эксплуатация программных средств расчета надежности.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина "Эффективность и надежность радиосистем" является дисциплиной "по выбору" и относится к вариативной части (Б1.В.ДВ.12).

Для успешного усвоения студентами курса "Эффективность и надежность радиосистем" необходимо знание курсов "Высшая математика" (методы решения дифференциальных и алгебраических уравнений, теория вероятности), "Физика" (фундаментальные законы в области термодинамики, электричества и магнетизма), "Электродинамика и распространение радиоволн" (основные уравнения электромагнитного поля, свойства и методы построения основных типов линий передачи), "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), "Радиотехнические цепи и сигналы" (основные структуры и схемотехнику приема и обработки сигналов), "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 профессиональных задач, представленных в разделе "Цели освоения дисциплины".

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

а) общекультурных (ОК):

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) общепрофессиональных (ОПК):

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

#### 1) Знать:

- основные термины, определения, критерии и показатели надежности элементов и систем;
- основные математические методы расчета и анализа надежности, методы и принципы обеспечения и повышения надежности при проектировании, монтаже и эксплуатации систем;
- методы сбора, анализа статистической обработки информации о надежности;
- методологию описания надежности радиотехнических систем;
- понятийный аппарат теории надежности и диагностики;
- методы обеспечения надежности на стадии проектирования, производства и эксплуатации;
- способы соединения элементов в системе, резервирование элементов.

#### 2) Уметь:

- рассчитывать количественные показатели надежности элементов и систем;
- составлять структурные схемы расчета надежности систем;
- проводить сбор и статистическую обработку данных об отказах;
- делать выводы и рекомендации об обеспечении надежности элементов и систем;
- определять вероятность появления отказа, используя график функции плотности вероятности распределения отказов во времени;
- определять среднюю наработку до отказа;
- определять графически гамма-процентный, медианный и средний ресурсы (сроки службы) объекта;

- определять безотказность сложных систем, состоящих из последовательно и параллельно соединенных элементов;
- анализировать структурные схемы безотказности сложных систем;
- проводить статистическую обработку и графическое представление выборки срока службы объектов;
- анализировать безотказность сложных систем с резервированием.

### 3) Владеть:

- методикой построения эмпирических и теоретических функций распределения вероятностей срока службы объектов;
- методологией корреляционного и регрессионного анализов при исследовании зависимостей факторов, влияющих на надежность радиотехнических систем.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Неделя семестра		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1.	Основные термины и определения теории надежности	7	1	2					2		
2.	Характеристики надежности радиоэлектронных средств при внезапных отказах	7	3	2					6	1/50	
3.	Законы распределения случайных величин при анализе надежности РЭС	7	5	2					8		Рейтинг-контроль №1
4.	Анализ структурных схем надежности РЭС	7	7	2					8	1/50	
5.	Резервирование радиоэлектронных средств	7	9	2					8	1/50	

6.	Методы расчета надежности электронных средств	7	11	2			8		1/50	Рейтинг-контроль №2
7.	Надежность восстанавливаемых радиоэлектронных средств	7	13	2			4		1/50	
8.	Оценка надежности типовых схем телекоммуникационных сетей	7	15	2			6		1/50	
9.	Средства автоматизированного расчета надежности РЭС	7	17	2			4			Рейтинг-контроль №3
<b>Всего</b>		<b>1</b>	<b>18</b>	<b>18</b>			<b>54</b>		<b>6/33%</b>	<b>Зачет</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

В процессе освоения учебной дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" предусматривается использование следующих образовательных технологий:

- при проведении лекционных занятий - активные и интерактивные формы проведения занятий, применение компьютерных технологий, разминки по пройденному материалу, выполнение индивидуальных заданий малыми группами, индивидуальные творческие задания с неоднозначными решениями, применение компьютерных технологий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 6 часов аудиторных занятий (33%).

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа является основной формой самообразования студента в соответствии с целями подготовки бакалавра по направлению 11.03.01 "Радиотехника". Студентам для осуществления самостоятельной работы обеспечен доступ к компьютеру с выходом в Интернет в порядке, установленном в Университете. В результате выполнения самостоятельной работы студенты должны расширить свои знания в каждом из разделов изучаемой дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем", а также приобрести навыки выполнения практических расчетов по оценке надежности и эффективности радиоэлектронной аппаратуры с применением специализированных программных средств.

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

### **5.4. Рейтинговая система обучения**

В качестве оценочного средства для текущего контроля знаний по итогам освоения модулей дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" используется промежуточный рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность в ходе освоения лекционного материала; качество самостоятельной работы студента; уровень активности на аудиторных занятиях и результаты прохождения рейтинг-контроля.

В качестве оценочного средства для рубежного контроля знаний по итогам освоения учебной дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" используется зачет (7 семестр).

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

### **6.1. Перечень вопросов для проведения рейтинг-контроля:**

#### **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 определения, свойства.
7. Частота отказов, интенсивность отказов - понятие, порядок определения, 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 раздельном 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.

### **6.2. Перечень тем для самостоятельного изучения в рамках СРС:**

1. Расчет надежности сложных технических систем с резервированием.
2. Логико – 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.

### **6.3. Вопросы для проведения зачета:**

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?
6. Что называется отказом РЭС? Какие виды отказов РЭС вы знаете?
7. Начертите кривую убыли изделия и поясните ее физический смысл.
8. Дайте определение биномиального закона распределения.
9. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании параллельной модели надежности?
10. Какие виды резервирования вы знаете?
11. Какие нормативные документы устанавливают терминологию в теории надежности?
12. Начертите кривую жизни изделия и поясните ее вид.
13. Запишите вероятность появления  $m$  событий в интервале времени  $t$  (закон распределения Пуассона).

14. В каком случае используется метод преобразования структуры по базовому элементу для определения надежности устройства?
15. Как определяется вероятность безотказной работы систем с общим и поэлементным резервированием?
16. Что такое работоспособность, долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость РЭС?
17. Какие единичные показатели ремонтпригодности вы знаете?
18. Каковы показатели надежности при экспоненциальном распределении случайной величины?
19. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании метода преобразования структуры по базовому элементу?
20. Как определяется кратность резервирования и чем характеризуется его эффективность?
21. Дайте определение понятия надежности РЭС.
22. Какие комплексные показатели надежности вы знаете?
23. Дайте определение нормального закона распределения случайной величины.
24. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании последовательной модели надежности?
25. Как оценивается выигрыш в надежности при общем и поэлементном резервировании?
26. Что представляет собой сбой в РЭС? Что называется элементом в РЭС?
27. Что такое коэффициент готовности и чем он отличается от коэффициента оперативной готовности?
28. Запишите показатели надежности при Гамма-распределении.
29. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании параллельной модели надежности?
30. Как находится порядок резервирования при общем и поэлементном резервировании?
31. Что называется системой в РЭС? Какие системы являются простыми и какие сложными?
32. Что называется частотой отказов и что она характеризует?
33. Каковы показатели надежности распределения Рэлея?
34. Как определяется вероятность безотказной работы при использовании метода преобразования структуры по базовому элементу?
35. Что такое мажоритарное резервирование?

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" включает в себя:

- учебную литературу по тематике дисциплины, в достаточном количестве имеющуюся в фондах научно-технической библиотеки Университета;
- периодические издания по тематике дисциплины в фондах научно-технической библиотеки университета, в которых освещаются современное состояние и тенденции развития основных направлений в области разработки, производства и обслуживания высоконадежных и высокоэффективных радиотехнических систем и комплексов, публикуются оригинальные и обзорные статьи по проблемам разработки и практического применения автоматизированных средств расчета надежности электронных устройств, а также справочные материалы и информация о научно-технических и учебных мероприятиях, проводимых в рамках данной проблематики;
- Интернет-ресурсы по тематике дисциплины.

### *Основная литература:*

1. Теория надежности. Статистические модели: Учебное пособие/А.В.Антонов, М.С.Никулин, А.М.Никулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 528 с. ISBN 978-5-16-010264-1.
2. Научно-методические основы управления надежностью и безопасностью эксплуатации сетей связи железнодорожного транспорта [Электронный ресурс] монография / В.К. Котов, В.Р. Антонец, Г.П. Лабеевская, В.В. Шмыгинский. - М. : УМЦ ЖДТ, 2012.
3. Захаров, О.Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки. [Электронный ресурс] – М.: Инфра-инженерия, 2014. – 128 с. - ISBN 978-5-9729-0073-2.
4. Теория надежности [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / В.А. Острейковский. - М. : Абрис, 2012.

### *Дополнительная литература:*

1. Организация и планирование радиотехнического производства: Учебное пособие / В.Д. Сыров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с. ISBN 978-5-369-01170-6.

2. Грабовски, Б. Справочник по электронике [Электронный ресурс] / Богдан Грабовски; Пер. с фр. А. В. Хаванов. – 2-е изд., испр. – М. : ДМК Пресс, 2009. – 416 с. ISBN 978-5-94074-472-6.

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.

*Отечественные журналы:*

1. Радиотехника;
2. Радиотехника и электроника;
3. Приборы и техника эксперимента;
4. Цифровая обработка сигналов.

*Реферативные журналы:*

1. Радиотехника;
2. Электроника.

*Зарубежные журналы:*

1. IEEE Transactions on Communications;
2. IEEE Transactions on Signal Processing;
3. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

*Интернет-ресурсы:*

1. <http://radiotec.ru>
2. <http://mexalib.com>
3. <http://znanium.com>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины "Эффективность и надежность радиосистем" включает в себя:

- лекционные аудитории, оснащенные кафедральным мультимедийным оборудованием (ауд. 301-3 и 335-3);
- компьютерный класс (15 рабочих мест) с возможностью подключения к сети Интернет (ауд. 228-3).

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

Институт ИИТиР

Кафедра радиотехники и радиосистем

Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_  
(подпись, ФИО) Никитин О.Р.

**Актуализация рабочей программы дисциплины**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ РАДИОСИСТЕМ  
(наименование дисциплины)


Направление подготовки: 11.03.01 "Радиотехника"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

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

Рабочую программу составил к.ф.-м.н. доцент  Садовский И.Н.  
(ФИО, подпись)

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.  Богданов А.Е.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 12 от 30.03.15 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

(ФИО, подпись)


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

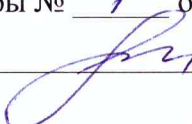
Протокол № 9 от 31.03.15 года

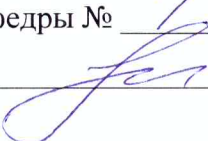
Председатель комиссии  Никитин О.Р.

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 15/16 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года  
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 18/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года  
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 14/15 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 6 от 30.05.14 год  
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

Рабочая программа одобрена на 18/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.18 года

Заведующий кафедрой  пр. Шибанова

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_