

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



**УТВЕРЖДАЮ**  
 Проректор  
 по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 02 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СВЯЗИ**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.04.01 - Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная подготовка

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
3	3/108	18	18	-	27	Экз. 45
Итого	3/108	18	18	-	27	Экз. 45

Владимир 2016

*mp*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Устройства генерирования и формирования сигналов" являются:

1. Приобретение знания, умения и навыков, обеспечивающих достижение целей основной образовательной программы по направлению «Радиотехника».
2. Подготовку в области радиотехники и инфотелекоммуникаций для решения задач создания новой и совершенствования существующей передающей радиотехники и технологии.
3. Ознакомления с современной методологией научно-технического творчества.
4. Подготовка для использования радиотехнических знаний при решении практических задач по разработке и эксплуатации систем, устройств и комплексов радиотехнического профиля.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина "Статистическая теория связи" относится к дисциплинам базовой части (Б1.В.ОД.2.)

### ***Взаимосвязь с другими дисциплинами***

Дисциплина "Статистическая теория связи" непосредственно связана с дисциплинами «История и методология науки и техники», «Радиотехнические системы передачи информации» и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Необходимыми предшествующими дисциплинами для дисциплины "Статистическая теория связи" являются дисциплины: «Устройства приема и обработки сигналов», «Устройства генерирования и формирования сигналов».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины "Статистическая теория связи" обучающийся должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ОК и ПК)**:

- способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);
- способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **Знать:** принципы построения радиопередающих устройств, методы и средства получения, хранения и обработки информации, формы представления сигналов, методы обработки и формирования сигналов (ОПК-1);
- 2) **Уметь:** составлять планы экспериментов, осуществлять поиск информации с использованием информационных систем, правильно обрабатывать и представлять результаты исследований, разрабатывать практические схемы устройств передачи сигналов (ПК-2);
- 3) **Владеть:** основными навыками получения, обработки, систематизации и анализа сигналов, приемами обработки экспериментальных данных, информацией о формах представления результатов исследований, методами проектирования устройств передачи информации (ОПК-1, ПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Таблица 2.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1.	Введение. Классификация систем связи	1	1	2	2	-		2		4/100	
2.	Каналы связи. Преобразование сигналов в каналах связи.	1	3	2	2	-		4		4/100	
3.	Модели каналов связи	1	5	2	2	-	+	2		4/100	Рейтинг-контроль
4.	Модели сигналов и помех	1	7	2	2	-		4		4/100	
5.	Кодирование в каналах с помехами. Теоремы Шеннона.	1	9	2	2	-		4		4/100	
6.	Применение помехоустойчивого кодирования	1	11	2	2	-	+	2		2/100	Рейтинг-контроль
7.	Оптимальный прием сообщений	1	13	2	2	-		4		4/100	
8.	Потенциальная помехоустойчивость	1	15	2	2	-	+	2		4/100	Рейтинг-контроль
9.	Эффективность систем связи. Предел Шеннона	1	17	2	2	-		3		4/100	
Всего				18	18		+	27		36/100%	Экзамен

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с

внеаудиторной работой: (практические занятия, расчетно-графические работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 2 часа консультационных занятий (вне расписания), контрольные работы 2 часа (на лекционных занятиях).

## **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите расчетно-графических работ, а также при выполнении индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, анализ теоретических положений.

## **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 25 до 45 слайдов по каждой лекции. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

## **5.4. Лекции приглашенных специалистов**

В рамках учебного курса "Статистическая теория связи" предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- Член-корреспондента РАН, доктора технических наук, профессора Научно-исследовательского телевизионного института РАН Ю.Б. Зубарева;
- доктора технических наук, профессора Военной академии ракетных войск специального назначения имени Петра Великого Цимбала В.А.;
- доктора технических наук, профессора Ярославского государственного университета имени П.Г. Демидова Ю.А. Брюханова.
- 

## **5.5. Рейтинговая система обучения**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и лабораторных работ.

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

### **6.1. Вопросы рейтинг – контроля**

#### **Первый рейтинг - контроль**

1. Классификация сигналов.
2. Распространение сигналов в различных средах.
3. Параметры сигналов при распространении.
4. Классификация каналов связи.
5. Цифровые каналы связи.
6. Многолучевость в каналах связи..
7. Доплеровские сдвиги частоты в каналах подвижной связи.

#### **Второй рейтинг - контроль**

1. Задержка сигналов в каналах связи.
2. Замирания сигналов.
3. Методы разнесенного приема.
4. Ошибки в дискретных каналах
5. Методы помехоустойчивого кодирования.
6. Эффективность помехоустойчивого кодирования.
7. Первая теорема Шеннона.

#### **Третий рейтинг - контроль**

1. Вторая теорема Шеннона.
2. Теорема Шеннона для непрерывных каналов.
3. Энтропия непрерывного случайного сигнала.
4. Критерий минимума среднего риска.
5. Критерии и правила принятия решения.
6. Предел Шеннона.
7. Эффективность систем связи.

### **6.2. Вопросы к экзамену**

1. Классификация сигналов их спектры
2. Первая теорема Шеннона.
3. Быстрые замирания сигналов при приеме.
4. Классификация каналов связи.
5. Преобразование непрерывных сообщений и цифровые сигналы.
6. Модели непрерывных каналов связи.
7. Предел Шеннона.
8. Потенциальная помехоустойчивость приёма двоичных Сообщений.
9. Оптимальный приём непрерывных сообщений.
10. Согласованный фильтр.

11. Кодирование источников сообщений.
12. Потенциальная помехоустойчивость приёма двоичных сообщений.
13. Теорема Шеннона для непрерывных каналов.
14. Критерии минимума среднего риска.
15. Понятие энтропии.
16. Вторая теорема Шеннона.
17. Методы разнесенного приема.
18. Ошибки в каналах связи.
19. Многолучевость в каналах связи.
20. Помехоустойчивое кодирование.

### **6.3. Задания и тесты контроля СРС по дисциплине**

1. Каковы функциональные характеристики системы связи?
  - пропускная способность, параметры передатчика характеристики среды распространения,
  - надежность, долговечность,
  - вес, габариты.
2. Каковы характеристики совместимости?
  - электромагнитная совместимость, безопасность, эргономические показатели
  - готовность, ремонтпригодность,
3. Что такое достоверность?
  - характеристика верности передачи информации,
  - количество ошибок на бит информации.
4. В чем причина быстрых замираний сигнала?
  - смена погоды,
  - нестабильность аппаратуры,
  - интерференция сигналов при приеме.
5. Какую полосу частот занимает амплитудно-модулированный сигнал?
  - удвоенную полосу частот модулирующего сигнала,
  - полосу частот модулирующего сигнала,
  - половину полосы частот модулирующего сигнала.
6. Какой энергетический выигрыш можно получить при переходе от амплитудной модуляции к однополосной?
  - 4 раза,
  - 7 раз,
  - от 8 до 16 раз.
7. Чем отличается сигнал ЧММС от частотно – манипулированного сигнала?
  - повышается скорость передачи информации,
  - отсутствуют скачки фаз при передаче информации,
  - спектр ЧММС много шире.
8. В чем достоинство многопозиционных видов цифровой модуляции (ЧМ-4, QPSK, ФМ-8 и т.д.)?
  - помехоустойчивость выше по сравнению с обычной частотной манипуляцией,
  - повышается скорость передачи информации,
  - возможна одновременная передача информации нескольких абонентов.
9. Чем отличаются помехоустойчивые коды Рида-Соломона от кодов Хемминга?
  - сложностью реализации,
  - возможностью исправления групповых ошибок,
  - кодовой скоростью.
10. Что такое мягкое декодирование?

- декодирование по большинству голосов,
  - декодирование с расчетом вероятностей,
  - декодирование в синхронном детекторе.
11. Что такое энтропия?
- информационная характеристика канала связи,
  - показатель эффективности передачи сообщения,
  - случайная величина.
12. Что характеризует предел Шеннона?
- максимальную достоверность передачи сообщений,
  - предел пропускной способности канала связи,
  - предельную чувствительность приемника.
13. Что такое согласованный фильтр?
- фильтр согласованный с антенной,
  - фильтр согласованный с сигналами,
  - фильтр согласования каскадов.
14. Что такое критерии минимума среднего риска?
- мажорный критерий,
  - мягкий критерий,
  - байесовский критерий.

#### **6.4. Самостоятельная работа студента:**

- РГР 1. Разработка модели канала связи с замираниями. При этом разрабатывается структурная схема модели канала и параметры замираний.
- РГР 2. Разработка модели сигнала системы связи с загрожающими помехами.
- РГР 3. Компьютерное моделирование заданных сигналов и помех.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература (библиотека ВлГУ):**

1. Катунин Г. П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. Телекоммуникационные системы и сети. Том 2. Радиосвязь, радиовещание, телевидение/Катунин Г. П., Мамчев Г. В., Попантонопуло В. Н., Шувалов В. П., 3-е изд., стереотип. - М.: Гор. линия-Телеком, 2014. - 672 с. ISBN 978-5-9912-0338-8 (Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=490318> )
2. Приходько А. И. Детерминированные сигналы: Учебное пособие для вузов / А.И. Приходько. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 326 с.: ISBN 978-5-9912-0262-6  
Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=490318> )
3. Синченко Г. Ч. Логика диссертации: Учебное пособие/Синченко Г. Ч. - 4 изд. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 312 с.: (Высшее образование) ISBN 978-5-00091-013-9  
Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492793>
4. Крук Б. И. Основы спектрального анализа: Учебное пособие для вузов / Б.И. Крук, О.Б. Журавлева. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 148 с.: ISBN 978-5-9912-0327-2, (Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416148>).

#### **б) дополнительная литература:**

1. Тищенко А. Б. Многоканальные телекоммуникационные системы. Ч.1. Принципы построения телеком. систем с времен. раздел. каналов: Уч. пос./ А.Б.Тищенко. - М.:ИЦ РИОР:НИЦ ИНФРА-М,2013 - 104 с.: ISBN 978-5-369-01184-3, (Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371411>).
2. Гордиенко В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. - 2-е изд., исправ. и доп. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 396 с.: ISBN 978-5-9912-0251-0, (Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411566>).
3. Каганов В. И. Радиотехника: от истоков до наших дней: Учебное пособие/ В.И. Каганов - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 352 с.: ISBN 978-5-00091-074-0  
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507404>
4. Бондаренко В. Н. Помехоустойчивость приема спектрально-эффективных шумоподобных сигналов / Бондаренко В.Н. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 160 с.: ISBN 978-5-7638-3135-1  
Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550050>

#### **в) периодические издания:**

##### **Отечественные журналы:**

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;

##### **Реферативные журналы:**

- Радиотехника;
- Электроника.

##### **Зарубежные журналы:**

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

##### **в) интернет-ресурсы:**

1. Журнал "Проектирование и технология электронных средств" - <http://ptes.vlsu.ru>
2. Журнал "Радиотехника" - <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>
3. <http://mexalib.com/view/15117>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

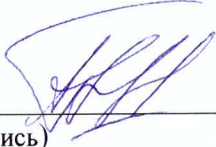
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 25 до 40 слайдов по каждой лекции);
- оснащенная макетами для проведения практических работ лаборатория (ауд. 501а -3)

#### **Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 500.
2. Слайды ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.01 - Радиотехника.

Рабочую программу составил д.т.н. профессор  Самойлов А.Г.  
(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 № 1 от 1.09.16 года

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.04.01 - Радиотехника

Протокол № 1 от 2.09.16 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.  
(ФИО, подпись)

### 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 \_\_\_\_\_ год

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.