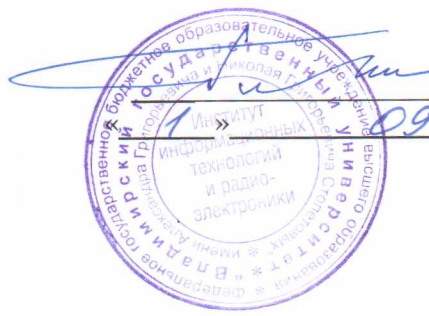


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИИТР  
А.А. Галкин  
2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Статистическая теория передачи сигналов»

**направление подготовки:**

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

**направленность (профиль) подготовки:**

Мобильные средства связи

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Статистическая теория передачи сигналов» является подготовка в области знания основных средств расчета помехоустойчивости современных радиотехнических систем при создании радиоэлектронной аппаратуры.

Задачи: Формирование практических навыков работы с научными методами расчета и проектирования в области радиотехнических и телекоммуникационных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория передачи сигналов» относится к части дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Формируемые компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	<p>УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации</p> <p>УК-1.2 Умеет соотносить различные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности</p> <p>УК-1.3 Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений</p>	<p>Знает сущность и значение информации в развитии современного информационного общества.;</p> <p>Умеет применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики и использовать основные приемы обработки экспериментальных данных</p> <p>Владеет навыками сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи.</p>	<p>Тестовые вопросы</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>
ПК-2 Способен проводить предпроектную подготовку системного проекта телекоммуникационной системы	<p>ПК-2.1 Знает современные требования по производительности доступности, безопасности, масштабируемости, и интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций)</p> <p>ПК-2.2. Умеет определять задачи, решаемые с помощью инфокоммуникационной системы и ожидаемые результаты ее использования</p> <p>ПК-2.3 Владеет навыками сравнительного анализа и определения рисков, связанных с</p>	<p>Знает физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия блоков телекоммуникационных систем и воздействие помех на них.</p> <p>Умеет организовывать монтаж и настройку инфокоммуникационного оборудования и определять дифференциальные параметры электронных приборов по их статическим характеристикам);</p> <p>Владеет навыками реализации экспериментальных исследований, выбора техниче-</p>	<p>Тестовые вопросы</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

	реализацией различных вариантов	ских средств и обработки результатов.	
--	---------------------------------	---------------------------------------	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Введение.	6	1	1				4	
2.	Обзор видов помеховой обстановки при передаче сигналов и влияние мешающих воздействий на параметры сигналов	6	2,3	2	4		4	6	
3.	Методы частичного разнесения для борьбы с сосредоточенными и импульсными помехами, а также при воздействии селективно-частотных замираний	6	4,5	1				6	
4.	Особенности частотной избыточности при передаче цифровых сигналов	6	6,7	2			2	8	Рейтинг-контроль 1
5.	Избыточность в системах с разнесением. Общие подходы к обработке сигналов. Квазиоптимальные методы объединения сигналов.	6	8,9	2	4		2	8	
6.	Методы борьбы с внешними помехами, использующие компенсационный сигнал.	6	10,11	2				8	
7.	Методы борьбы с внешними помехами, использующие набор компенсационных сигналов.	6	12,13	1	4			6	Рейтинг-контроль 2
8.	Использование избыточно-	6	14,15	2				6	

	сти для борьбы с комплексом узкополосных помех								
9.	Обобщенный метод комбинирования разнесенных сигналов при частотной и временной избыточности.	6	16	2				8	
10.	Методы подавления помех при ограниченной информации о помеховой обстановке. Использование метода моментов и энтропийных свойств сигналов	6	17	2				6	
11.	Методы использования избыточности по уровню в телекоммуникационных системах с кодированием сигналов. Перспективы развития методов борьбы с помехами в системах передачи информации	6	18	1	2			6	Рейтинг-контроль 3
Всего за 2 семестр				18	18			72	экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП, КР									
Итого по дисциплине				18	18			72	экзамен (36)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение. Модели сигналов систем передачи информации.

Тема 1. Модель аналоговых сигналов в системах передачи информации.

Структура модели аналоговых сигналов в системах передачи.

Тема 2. Модель цифровых сигналов в системах передачи информации.

Структура модели цифровых сигналов в системах передачи.

Раздел 2. Обзор видов помеховой обстановки при передаче сигналов и влияние мешающих воздействий на параметры сигналов.

Тема 1. Основные параметры помеховой обстановки.

Особенности использования параметров помеховой обстановки

Тема 2. Влияние основных особенностей помеховой обстановки на параметры передаваемых сигналов.

Различная степень влияния параметров помеховой обстановки на помехоустойчивость передачи сигналов.

Раздел 3. Методы частичного разнесения для борьбы с сосредоточенными и импульсными помехами, а также при воздействии селективно-частотных замираний.

Тема 1. Классическое и частичное разнесение.

Принципы организации разнесенной передачи и приема.

Тема 2. Возможности частичного частотного разнесения для борьбы с селективно-частотными замираниями.

Влияние разнесения на селективно-частотные замирания сигналов.

Раздел 4. Особенности частотной избыточности при передаче цифровых сигналов.

Тема 1. Формы частотной избыточности.

Свойства различных форм частотной избыточности.

Тема 2. Использование частотной избыточности.  
Способы использования частотной избыточности

Раздел 5. Избыточность в системах с разнесением. Общие подходы к обработке сигналов.  
Квазиоптимальные методы объединения сигналов.

Тема 1. Выигрыш при использовании параметрической избыточности сигналов.

Виды параметрической избыточности сигналов.

Тема 2. Сложности при практическом использовании избыточности сигналов и необходимость применения квазиоптимальных методов.

Отличия свойств оптимальных и квазиоптимальных методов избыточности.

Раздел 6. Методы борьбы с внешними помехами, использующие компенсационный сигнал.

Тема 1. Принципы компенсации помех.

Особенности обработки сигналов компенсационными методами.

Тема 2. Варианты использования компенсационного сигнала.

Схемы для реализации компенсационного сигнала.

Раздел 7. Методы борьбы с внешними помехами, использующие набор компенсационных сигналов.

Тема 1. Компенсационный сигнал в пространственном разнесении.

Реализация компенсационного сигнала при пространственном разнесении.

Тема 2. Компенсационный сигнал в частотном разнесении.

Реализация компенсационного сигнала при частотном разнесении.

Раздел 8. Использование избыточности для борьбы с комплексом узкополосных помех

Тема 1. Особенности воздействия узкополосных помех.

Влиянии ширины спектра помехи на подавление сигнала.

Тема 2. Совместное влияние комплекса узкополосных помех.

Взаимная зависимость воздействия помех из их комплекса на помехоустойчивость передачи сигналов.

Раздел 9. Обобщенный метод комбинирования разнесенных сигналов при частотной и временной избыточности.

Тема 1. Сходство параметров частотной и временной избыточности.

Особенности параметров частотной и временной избыточности, обуславливающих их сходство.

Тема 2. Основной алгоритм комбинирования при частотно-временной избыточности.

Структура алгоритма комбинирования при частотно-временной избыточности.

Раздел 10. Методы подавления помех при ограниченной информации о помеховой обстановке. Использование метода моментов и энтропийных свойств сигналов.

Тема 1. Формы представления ограниченной информации о помеховой обстановке.

Причины ограничения информации о помеховой обстановке

Тема 2. Энтропийные показатели, как универсальные параметры объема доступной информации.

Статистические свойства энтропийных показателей.

Раздел 11. Методы использования избыточности по уровню в телекоммуникационных системах с кодированием сигналов. Перспективы развития методов борьбы с помехами в системах передачи информации.

Тема 1. Избыточность по уровню. Многоуровневые сигналы.

Параметры избыточности сигналов по уровню.

Тема 2. Возможности использования избыточности по уровню, преимущества и недостатки этого метода.

Методика использования избыточности сигналов по уровню.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 2. Обзор видов помеховой обстановки при передаче сигналов и влияние мешающих воздействий на параметры сигналов.

Тема 1. Основные параметры помеховой обстановки.

Тема 2. Влияние основных особенностей помеховой обстановки на параметры передаваемых сигналов.

Раздел 5. Избыточность в системах с разнесением. Общие подходы к обработке сигналов. Квазиоптимальные методы объединения сигналов.

Тема 1. Выигрыш при использовании параметрической избыточности сигналов.

Тема 2. Сложности при практическом использовании избыточности сигналов и необходимость применения квазиоптимальных методов.

Раздел 7. Методы борьбы с внешними помехами, использующие компенсационный сигнал.

Тема 1. Компенсационный сигнал в пространственном разнесении.

Тема 2. компенсационный сигнал в частотном разнесении.

Раздел 11. Методы использования избыточности по уровню в телекоммуникационных системах с кодированием сигналов. Перспективы развития методов борьбы с помехами в системах передачи информации .

Тема 1. Избыточность по уровню. Многоуровневые сигналы.

Тема 2. Возможности использования избыточности по уровню, преимущества и недостатки этого метода.

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

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Вопросы для рейтинг-контроля**

##### Рейтинг-контроль 1

1. Какие модели сигналов используются при описании сигнально-помеховой обстановки?
2. Как типы систем передачи информации влияют на сложность используемых моделей сигналов и их особенности?
3. Какие параметры сигналов испытывают наибольшее воздействие от помех?
4. Влияет ли вид используемой модуляции сигналов на помехоустойчивость передачи информации и каким образом?
5. Какие типовые виды помех чаще участвуют в создании помеховой обстановки?
6. Какое происхождение имеют типовые виды помех?
7. Что относится к основным видам естественных помех?
8. Назвать основные факторы, являющиеся причиной появления естественных помех.

9. Что можно отнести к искусственным помехам?
10. Что может являться причиной искусственных помех?

#### Рейтинг-контроль 2

1. В чем проявляется сходство при воздействии естественных и искусственных помех на системы передачи информации?
2. В чем состоит проблема электромагнитной совместимости средств и систем РЭА?
3. В чем заключается частичное частотное разнесение и какими параметрами оно может быть охарактеризовано?
4. Какие особенности частичного частотного разнесения могут быть использованы для подавления помеховых воздействий?
5. В отношении каких видов помех эффективно использовать частичное частотное разнесение?
6. Охарактеризовать в целом совокупность методов защиты от радиопомех.
7. В чем состоит сущность защиты приемников от перегрузок и в каких условиях она эффективна?
8. В чем состоит избыточность ресурсов при передаче цифровых сигналов?
9. В чем состоят квазиоптимальные методы объединения сигналов?
10. В каких условиях удобнее использовать квазиоптимальные методы объединения разнесенных сигналов по сравнению с оптимальными?

#### Рейтинг-контроль 3

1. В чем состоят компенсационные принципы подавления помех от внешних источников?
2. Какие условия необходимы для использования компенсационных методов борьбы с внешними помехами?
3. В чем состоит метод пространственной селекции?
4. В чем состоит метод поляризационной селекции?
5. В чем состоит метод частотной и фазовой селекции?
6. В чем состоит метод временной селекции?
7. В каких условиях сигнально-помеховой обстановки возможно использовать тот или иной метод селекции?
8. Какие методы применяются для борьбы с комплексом одновременно действующих независимых помех?
9. В чем состоит обобщенный метод комбинирования разнесенных сигналов?
10. Как может быть использовано обобщенное комбинирование разнесенных сигналов для борьбы с внешними помехами?
11. В чем состоят типовые ограничения на априорную информацию о помеховой обстановке?
12. Когда и в чем проявляется избыточность по уровню сигналов и как она может быть использована для борьбы с помехами?

### **5.2. Промежуточная аттестация**

#### **Контрольные вопросы к экзамену**

1. Классификация материалов электронной техники
2. Модели сигналов систем передачи информации, испытывающие воздействие помех.
3. Составляющие помеховой обстановки.
4. Виды естественных помех
5. Виды искусственных помех.
6. Взаимные помехи и электромагнитная совместимость РЭА.
7. Общая характеристика методов защиты от помех.
8. Защита приемников от перегрузок.

9. Использование методов частичного разнесения в системах передачи информации.
10. Особенности частотной избыточности при передаче цифровых сигналов.
11. Избыточность в системах с разнесением и квазиоптимальные методы объединения сигналов.
12. Компенсационные методы борьбы с помехами.
13. Пространственная, поляризационная, частотная и фазовая селекция.
14. Борьба с комплексом узкополосных помех.
15. Обобщенный метод комбинирования разнесенных сигналов.
16. Методы подавления помех при ограниченной информации о помеховой обстановке.
17. Методы подавления помех с использованием избыточности по уровню в системах передачи информации.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

**Задания для СРС** (Подготовить развернутые сообщения по следующим вопросам)

1. Учет воздействия помех, возникающих при прохождении сигналов в моделях каналов связи.
2. Сравнительный уровень различных компонентов помеховой обстановки на параметры надежности и качества передачи сигналов.
3. Основные отличия естественных помех от искусственных помех.
4. Сравнительная эффективность различных применяемых методов защиты от помех.
5. Практические границы применимости методов защиты приемников от перегрузок и особенности их использования.
6. Связь методов частичного и кратного разнесения и их реализация при параллельной передаче сигналов.
7. Виды параметрической избыточности в системах передачи сигналов.
8. Основные ограничения применимости компенсационных методов подавления помех в системах передачи информации.
9. Возможности борьбы с комплексами помех.
10. Условия использования методов борьбы с помехами при ограниченной информации о помеховой обстановке и возможности этих методов.

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

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература		
1. Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость электронных средств и систем. [Электронный ресурс] - ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники -2014. – 229с.	2014	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> <a href="https://search.rsl.ru/ru/record/01007576021">https://search.rsl.ru/ru/record/01007576021</a>
2. Электромагнитная совместимость в электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Жежеленко, М.А. Короткевич. – Минск: Выш.	2011	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> <a href="https://search.rsl.ru/ru/record/01007492620">https://search.rsl.ru/ru/record/01007492620</a>



шк., 2014. – 197 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2184-9.		
3 Проектирование устройств генерирования и формирования сигналов в системах подвижной радиосвязи [Электронный ресурс] / Шахгильдян В.В. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. - /ISBN9785913590886.html	2005	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book">http://www.studentlibrary.ru/book</a> <a href="https://search.rsl.ru/ru/record/01007565729">https://search.rsl.ru/ru/record/01007565729</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Защита информации: Учебное пособие / А.П. Жук, Е.П. Жук, О.М. Лепешкин, А.И. Тимошкин. - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 392 с.: ISBN 978-5-369-01378-6	2015	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=367588">https://znanium.com/catalog/document?id=367588</a>
2 Электронная техника: Учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 352 с.:	2013	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> <a href="https://search.rsl.ru/ru/record/01002598127">https://search.rsl.ru/ru/record/01002598127</a>
3. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Ф. Шаталов, И.Н. Воротников, М.А. Мастепаненко и др. – Ставрополь: АГРУС, 2014 200с.	2014	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a> <a href="https://www.iprbookshop.ru/47397">https://www.iprbookshop.ru/47397</a> .

## 6.2. Периодические издания

### Отечественные журналы:

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

### Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

### Зарубежные журналы:

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

## 6.3. Интернет-ресурсы


1. <http://www.edu.ru/>
2. <http://www.studentlibrary.ru/>
3. <http://www.bibliorossica.com/>
4. <http://znanium.com/>
5. <http://www.iprbookshop.ru/>
6. <http://www.mathworks.com/>
7. <https://exponenta.ru/matlab>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и лабораторного типа.

Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3, 335-3.

Практические занятия проводятся в ауд. 410-3, 228-3.

Рабочую программу составил Полушин П.А. профессор каф. РТ и РС 

Рецензент

ОАО «Владимирское КБ радиосвязи», Генеральный директор, А.Е.Богданов 

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 1 от 21.08.20

Заведующий кафедрой РТ и РС Никитин О.Р. 

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

Протокол № 1 от 4.09.20 года

Председатель комиссии Никитин О.Р зав. каф. РТ и РС 

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 21/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 20.08.21 года

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой  О.Р. Никитин

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_