



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) "Теория сигналов" являются

1. Приобретение знания, умения и навыков, обеспечивающих достижение целей основной образовательной программы по направлению подготовки «Электроника, радиотехника и системы связи».
2. Подготовка кадров высшей квалификации в области инфотелекоммуникаций для решения задач создания новой и совершенствования существующей техники связи 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 инфотелекоммуникаций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)

Дисциплина "Теория сигналов" относится к дисциплинам базовой части (Б1.В.ДВ.1.1.)

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

Дисциплина "Теория сигналов" непосредственно связана с дисциплинами гуманитарного цикла («История и философия науки») и общепрофессионального цикла («Информационные технологии в науке и образовании», «Теория и методология экспериментальных исследований») опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Необходимыми предшествующими дисциплинами для дисциплины "Теория сигналов" являются теоретические дисциплины: "Статистическая теория связи", "Устройства генерирования и формирования сигналов"

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

В результате освоения дисциплины "Теория сигналов" обучающийся должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ОПК и ПК):

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способностью ставить задачи исследования, формировать план его реализации с выбором эффективных методов, разработкой методик и программ экспериментальных исследований (ПК-1);

В результате освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты образования:

**1) Знать:** основные свойства аналоговых и цифровых сигналов, применяемых в системах телекоммуникаций и в связи, формы представления сигналов, методы обработки и формирования сигналов, основные методы измерения параметров сигналов и их спектров, принципы построения устройств обработки сигналов в системах телекоммуникаций и в комплексах связи различного назначения, методы и средства получения, хранения и обработки информации (ОПК-1);

**2) Уметь:** составлять планы экспериментов, использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач формирования радиосигналов осуществлять поиск информации с использованием информационных систем, правильно обрабатывать и представлять результаты исследований, разрабатывать практические схемы устройств передачи сигналов (ПК-1);

**3) Владеть:** основными навыками получения, обработки, систематизации и анализа сигналов, спектральными методами анализа детерминированных и случайных сигналов и их преобразований в электрических цепях, приемами обработки экспериментальных данных, информацией о



формах представления результатов исследований, методами проектирования устройств передачи информации (ОПК-1, ПК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) "Теория сигналов"

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СР	
1	Введение. Классификация систем связи	2	2	-	-	10	
2	Каналы связи. Преобразование сигналов в каналах связи.	2	-	-	2	10	
3	Модели каналов связи	2	2	-	-	10	
4	Модели сигналов и помех	2	2	-	-	12	
5	Кодирование в каналах с помехами. Теоремы Шеннона.	2	-	-	2	10	
6	Применение помехоустойчивого кодирования	2	-	-	2	10	
7	Управление колебаниями. Виды модуляции.	2	2	-	-	10	
8	Потенциальная помехоустойчивость	2	2	-	-	10	
9	Эффективность систем связи. Предел Шеннона	2	-	-	2	8	
	<b>ИТОГО:</b>	2	10	-	8	90	зачет

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

С целью формирования и развития профессиональных навыков аспирантов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18 часов на лекционных занятиях.

##### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа аспирантов включает закрепление теоретического

материала при подготовке к зачету. 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. Аспирантам предоставляется компьютерный курс лекций.

### **5.4. Лекции приглашенных специалистов**

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

- доктора технических наук, профессора Ярославского государственного университета имени П.Г. Демидова Ю.А. Брюханова.

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

### **6.1. Вопросы к зачету**

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.
8. Задержка сигналов в каналах связи.
9. Замирания сигналов.
10. Методы разнесенного приема.
11. Ошибки в дискретных каналах
12. Методы помехоустойчивого кодирования.
13. Эффективность помехоустойчивого кодирования.
14. Первая теорема Шеннона.
15. Вторая теорема Шеннона.
16. Теорема Шеннона для непрерывных каналов.
17. Энтропия непрерывного случайного сигнала.
18. Критерий минимума среднего риска.
19. Критерии и правила принятия решения.
20. Предел Шеннона.
21. Эффективность систем связи.

### **6.2. 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 сигналом.
- фильтр согласования каскадов.

14. Что такое критерии минимума среднего риска?

- мажорный критерий.
- мягкий критерий.
- байесовский критерий.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 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=397329>
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 (МОДУЛЯ)

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 экспериментальных работ лаборатория (ауд. 501а - 3, ауд. 507-3)

### 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 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Рабочую программу составил д.т.н. профессор  Самойлов А.Г.

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»  
к.т.н.

 Богданов А.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 12 от 20.06.16 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Протокол № 10 от 22.06.16 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 14/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 4 от 30.05.17 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 15/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 2 от 4.09.18 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 19/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 12 от 26.06.19 год

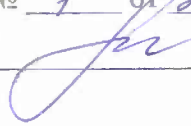
Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 21.08.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

 ОР Якубов

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 \_\_\_\_\_