

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

Рабочая программа по дисциплине

**ТЕОРИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы специалитета по специальности

**10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»**

Специализация:

**Разработка защищенных телекоммуникационных систем**

Квалификация:

**Специалист**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Информационная безопасность  
телекоммуникационных систем»

  
Бурлов В.Г.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета

 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 2018 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Бурлов В.Г.

Авторы-разработчики:

 Рябухов И.Р.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Дисциплина «Теория радиотехнических сигналов» имеет целью обучить студентов в области основ построения радиоэлектронной аппаратуры сложных информационных систем. Это достигается обучением студентов методам анализа радиотехнических сигналов, ознакомлением с характеристиками и свойствами сигналов применительно к телекоммуникационным системам передачи информации.

### **Основные задачи дисциплины «Теория радиотехнических сигналов»**

- сформировать необходимый минимум специальных теоретических и практических знаний, которые обеспечивают понимание принципов использования радиосигналов в области защиты данных в телекоммуникационных системах;

- развить способность анализировать свойства сигналов применительно к радиоэлектронным системам обработки информации.

### **Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория радиотехнических сигналов» (шифр Б1.В.10) относится к базовой части профессионального цикла программы подготовки специалиста (код 10.05.02) Информационная безопасность телекоммуникационных систем. Изучение её базируется на следующих дисциплинах: «Языки программирования», «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Дискретная математика».

Дисциплина «Теория радиотехнических сигналов» является предшествующей для изучения следующих базовых дисциплин: «Теория информации и кодирования», «Сети и системы передачи информации», «Техническая защита информации», «Основы проектирования защищенных ТКС».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Теория радиотехнических сигналов»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-3	Способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач
ПК – 14	Способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Теория радиотехнических сигналов» обучающийся должен:

Код компетенции	Результаты обучения
<p>ОПК-3</p> <p>ОПК-3</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, связанные с математическим описанием сигналов и анализом их свойств, характеристик и параметров;</li> <li>– основы структурного, корреляционного анализа сигналов, представление сигналов в частотно-временной областях;</li> <li>– современные виды сигналов, их особенности и свойства, обеспечивающие основные характеристики защищенных телекоммуникационных систем;</li> <li>– модели современных сигналов и алгоритмы их формирования</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять математические модели детерминированных и случайных сигналов во временной и частотной области;</li> <li>– находить основные спектральные и энергетические характеристики сигналов;</li> <li>– применять основные методы анализа сигналов при их преобразовании в радиоэлектронной аппаратуре;</li> <li>– выделять информационную составляющую в спектральной области сигнала;</li> <li>– использовать современную измерительную аппаратуру для определения характеристик и параметров сигналов;</li> <li>– пользоваться научно-технической информацией по радиотехническим сигналам в современных системах связи.</li> </ul>
<p>ОПК-3</p> <p>ПК – 14</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использованием ЭВМ для машинного анализа параметров и характеристик сигналов;</li> <li>– методом подбора характеристик и параметров сигналов, их вида применительно к обеспечению улучшенных характеристик и свойств защищенных телекоммуникационных систем;</li> <li>– экспериментальными методами анализа сигналов в узлах аппаратуры с применением измерительных средств.</li> </ul>

## Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Уровень освоения компетенции	Результат обучения	Результат обучения
	ОПК-3: Знать, уметь, владеть	ПК-14: Знать, уметь, владеть
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании
	не умеет	не выделяет основные идеи
	не знает	допускает грубые ошибки
базовый	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой
	Способен показать основную идею в развитии	Способен показать основную идею в развитии
	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике
продвинутый	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению
	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа
	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить

## Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
Базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области

продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет ЗЕТ - 4 зачетные единицы, 144 часов.

##### Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>80</b>
в том числе:	
лекции	48
практические занятия	32
лабораторные работы	-
<b>Самостоятельная работа (СР) – всего:</b>	<b>64</b>
в том числе:	
контрольная работа	16
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен (4)



#### 4.1. Структура дисциплины

#### Очное обучение

№ п/п	темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, / в рамках практических занятий/ час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич. занятия	Самост. работа			
1	Введение	4	2			Опрос и оценка знаний		
2	Общие сведения о сигналах	4	2		2	Вопросы и ответы в баллах		ОПК-3
3	Методы представления сигналов	4	2	2	2	Вопросы и ответы в баллах	2	ОПК-3
4	Спектральный анализ сигналов	4	8	4	8	Вопросы и оценка знаний	2	ОПК - 3
5	Корреляционный анализ сигналов	4	8	4	6	Вопросы и ответы в баллах, контрольная работа	2	ОПК-3

<b>6</b>	Вероятностные методы анализа сигналов	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Вопросы и оценка знаний	<b>2</b>	ОПК-3
<b>7</b>	Импульсные и цифровые видеосигналы	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	Вопросы и оценка знаний	<b>2</b>	ОПК-3 ПК - 14
<b>8</b>	Аналоговые сигналы	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	Вопросы и ответы в баллах	<b>2</b>	ОПК-3
<b>9</b>	Импульсные и цифровые радиосигналы	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Вопросы и ответы в баллах, контрольная работа	<b>2</b>	ОПК-3 ПК - 14
<b>10</b>	Структура и виды широкополосных сигналов	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	Вопросы и ответы в баллах	<b>2</b>	ОПК-3 ПК - 14
<b>ИТОГО</b>			<b>48</b>	<b>32</b>	<b>46</b>	<b>16</b>		
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена (54 часа)						<b>180 часов</b>		

## **Содержание дисциплины**

### **Тема 1. Общие сведения о сигналах**

Основные понятия и определения: первичные сигналы, видеосигналы, радиосигналы, помехи и искажения. Первичные сигналы: аналоговые, непрерывно-квантованные, дискретно-непрерывные, дискретно-квантованные и цифровые, их структура и математические модели. Математические модели и классификация радиотехнических сигналов: детерминированные и случайные, вещественные и комплексные, аналитические, узкополосные и широкополосные, непрерывные и импульсные, аналоговые, дискретные и цифровые, периодические и непериодические, простые и сложные, модулирующие, модулированные и манипулированные сигналы. Методы представления сигналов: временное, динамическое, частотное и векторное представления сигналов, обобщенные ряды Фурье. Энергия и мощность сигналов, единицы их измерения. Ортогональные сигналы, примеры полных ортонормированных систем сигналов.

### **Тема 2. Методы представления сигналов**

Описание сигналов временными функциями: действительные и комплексные сигналы. Динамическое представление сигналов посредством функций включения и дельта-функций, понятие обобщенных функций. Векторное представление сигналов: Евклидово и Гильбертово пространства сигналов. Понятие узкополосного сигнала: математическая модель, комплексная огибающая, мгновенная частота и полная фаза, их свойства, связь между спектрами узкополосного сигнала и его комплексной огибающей. Понятие аналитического и сопряженного сигналов: математическая модель, энергия и взаимосвязь их спектров.

### **Тема 3. Спектральный анализ сигналов**

Спектральный анализ периодических сигналов: тригонометрический ряд Фурье, комплексный ряд Фурье, спектры типовых периодических сигналов.

Спектральный анализ непериодических сигналов: прямое и обратное преобразования Фурье, физический смысл спектрального представления сигналов, спектры типовых одиночных импульсов, взаимосвязь спектров одиночного импульса и периодической последовательности импульсов. Основные свойства преобразований Фурье и их использование при определении спектров сигналов и занимаемая полоса частот, соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра.

#### **Тема 4. Корреляционный анализ сигналов**

Виды корреляционных функций сигналов. Автокорреляционные функции периодического и непериодического сигналов, их взаимосвязь с соответствующими энергетическими спектрами. Интервал корреляции и эффективная ширина спектра сигнала. Взаимная корреляционная функция двух сигналов, ее свойства и взаимосвязь с взаимным энергетическим спектром этих сигналов.

#### **Тема 5. Вероятностные методы анализа сигналов**

Место и роль случайных величин и процессов в теории радиотехнических сигналов. Случайные величины: функция распределения и плотность распределения вероятностей, средние значения и моменты случайных величин, наиболее часто используемые плотности распределения вероятностей, корреляция и статистическая независимость случайных величин, плотность распределения вероятностей суммы случайных величин, характеристическая функция случайной величины. Случайные процессы: непрерывные и дискретные, стационарные и нестационарные, эргодические и неэргодические случайные процессы. Вероятностные модели простых случайных процессов. Корреляционные функции случайных процессов Энергетический спектр стационарного случайного процесса: теорема Винера-Хинчина, интервал корреляции и эффективная ширина спектра.

## **Тема 6. Импульсные и цифровые видеосигналы**

Импульсный переносчик и его модулируемые параметры. Видеосигналы с аналоговой импульсной модуляцией: сигналы с амплитудно-импульсной (АИМ), широтно-импульсной (ШИМ), фазо-импульсной (ФИМ) и частотно-импульсной (ЧИМ) модуляцией. Видеосигналы с квантованной аналоговой импульсной модуляцией: сигналы с квантованной амплитудно-импульсной (КАИМ), квантованной широтно-импульсной (КШИМ), квантованной фазо-импульсной (КФИМ) и квантованной частотно-импульсной (КЧИМ) модуляцией.

## **Тема 7. Аналоговые радиосигналы**

Гармонический переносчик и его модулируемые параметры.. Радиосигналы с амплитудной модуляцией (АМ): спектры и энергетические характеристики АМ-сигналов при гармоническом и сложном модулирующих сигналах, сигналы с балансной АМ, АМ-сигналы с одной боковой полосой. Радиосигналы с угловой модуляцией: фаза и мгновенная частота сигнала, сигналы с частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) модуляцией, их спектры при гармоническом и негармоническом модулирующих сигналах, узкополосные и широкополосные ЧМ-сигналы

## **Тема 8. Импульсные и цифровые радиосигналы**

Структура импульсных радиосигналов с двумя степенями модуляции. Наиболее распространенные импульсные радиосигналы ФИМ-АМ и АИМ-ЧМ. Базовые виды цифровых радиосигналов: сигналы  $КИМ_a$ -АМ с амплитудной манипуляцией, сигналы  $КИМ_a$ -ЧМ с частотной манипуляцией и сигналы  $КИМ_a$ -ФМ с фазовой манипуляцией. Двоичные радиосигналы: сигналы  $КИМ_2$ -АМ с пассивной и активной паузой, ортогональные сигналы  $КИМ_2$ -ЧМ с частотной манипуляцией и сигналы  $КИМ_2$ -МЧМ с минимальной частотной манипуляцией, сигналы  $КИМ_2$ -ФМ с фазовой манипуляцией и сигналы  $КИМ_2$ -ОФМ с относительной фазовой манипуляцией. Сравнение многоосновных радиосигналов по необходимой полосе частот и по потенциальной помехоустойчивости.

## **Тема 9. Структура и виды широкополосных сигналов**

Широкополосные сигналы: сигналы с расширением полосы и сигналы с расширением спектра сигналов, когерентные и некогерентные сложные сигналы, сигналы с гармонической и с дискретной несущей, кодовые псевдослучайные последовательности (ПСП). Шумоподобные сигналы: частотно-временное представление, спектры, корреляционные функции, основные типы, свойства и области применения. Понятие сверхширокополосных сигналов.

## **Тема 10. Шумоподобные фазоманипулированные сигналы**

Шумоподобные двоичные ФМн-сигналы. Критерии оптимизации и виды двоичных кодовых последовательностей: последовательности Баркера, М-последовательности, последовательности Лежандра и Якоби, минимаксные, нелинейные и дополнительные последовательности, последовательности максимальной вероятности. Спектры, корреляционные свойства, формирование и обработка кодовых последовательностей Баркера и М-последовательностей. Наиболее распространенные системы ФМн-сигналов, формируемые на основе линейных ПСП.

### 4.3 Лабораторные работы и практические занятия.

#### Практические занятия.

№ п/п	№ Темы дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	3	вычисление и анализ спектров периодических сигналов.	Расчётные практические работы	ОПК – 3
2	3	методы и способы вычисления спектров непериодических сигналов.	Расчётные практические работы	ОПК – 3
3	3	основные свойства преобразования Фурье.	Расчётные практические работы	ОПК – 3
4	4	принципы корреляционного анализа сигналов.	Расчётные практические работы	ОПК – 3
5	5	методика вычисления автокорреляционных функций сигнала и взаимокорреляционных функций сигналов.	Расчётные практические работы	ОПК – 3
6	7	спектры модулированных радиосигналов. Методы их вычисления.	Расчётные практические работы	ОПК – 3
7	8	дискретные сигналы. Свойства Z-преобразования.	Расчётные практические работы	ОПК – 3 ПК-14
8	9	принципы цифровой фильтрации дискретных сигналов. Понятие о цифровых фильтрах.	Расчётные практические работы	ОПК -3 ПК – 14
9	9	спектры сигналов с импульсной модуляцией.	Расчётные практические работы	ОПК -3 ПК – 14
10	10	методы повышения разрешения сигналов по частотно-временным параметрам.	Расчётные практические работы	ОПК -3 ПК – 14

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины**

**5.1 Текущий контроль**

Текущий контроль проводится в виде тестирования по изучаемому материалу отдельных студентов на предмет правильного ответа, а также выполнения контрольных заданий.

**а) Образцы тестовых заданий:**

**Раздел I. Элементы общей теории РТС (ОПК-3)**

**1. Как связаны частота и фаза гармонического несущего колебания радиотехнических сигналов?**

- а) Они независимы друг от друга
- б) У них имеется линейная зависимость
- в) Скорость изменения фазы сигнала во времени определяет его частоту

**2. Какие числовые характеристики применяют для описания прямоугольных импульсных сигналов?**

- а) Коэффициент прямоугольности
- б) Амплитуда, длительность
- в) Количество пульсаций на вершине импульса

**3. В чем состоит разница между видеоимпульсом и радиоимпульсом?**

- а) Начальной фазой
- б) Математической моделью
- в) Скоростью нарастания фронтов

**4. Как формулируется принцип динамического представления сигналов?**

- а) Суммой функций включения (Хэвисайда) или дельта-функций (Дирака)
- б) В виде суммы кусочно-линейных функций
- в) В виде суммы экспоненциальных функций



**5. Каковы основные свойства дельта-функций?**

- а) Большая протяженность во времени
- б) Бесконечная амплитуда
- в) Единичный интеграл и свойство фильтрации значений сигнала при интегрировании

**6. Каков физический смысл квадрата нормы сигнала?**

- а) Амплитуда сигнала
- б) Длительность сигнала
- в) Энергия сигнала

**7. Каков физический смысл скалярного произведения двух сигналов?**

- а) Определяет взаимную независимость сигналов
- б) Характеризует энергетическую взаимосвязь двух сигналов
- в) Характеризует линейную взаимосвязь двух сигналов

**8. Что определяет метрика в линейном пространстве сигналов?**

- а) Амплитудную разницу двух сигналов
- б) Различие по временной зависимости
- в) Как далеко друг от друга два сигнала расположены в линейном пространстве сигналов

**9. Колебания какой физической природы передают радиотехнические сигналы?**

- а) Акустической
- б) Гравитационной
- в) Электромагнитной

## Раздел II. Спектральные представления сигналов (ОПК-3)

### 1. Какова роль простого гармонического колебания в теории сигналов?

- а) Является базисной функцией для спектрального представления сигналов
- б) Обладает бесконечной протяженностью во времени
- в) Обладает постоянной амплитудой и частотой

### 2. Что означает понятие «периодический сигнал»?

- а) Состоит из множества гармонических колебаний
- б) Сигнал, повторяющийся через равные промежутки во времени
- в) Сигнал, обладающий свойством мультипликативности

### 3. Как принято определять длительность импульсного сигнала произвольной формы?

- а) По уровню 0,5 от максимального значения
- б) По уровню 0,1 от максимального значения
- в) По нулевому уровню

### 4. В чем состоит характерная особенность спектра дельта-функции?

- а) Сосредоточен в ограниченной полосе частот
- б) Равномерный спектр на всем частотном диапазоне
- в) Обладает периодичностью гармонических составляющих

### 5. Какова связь между длительностью импульса и шириной его спектра?

- а) Связаны экспоненциальной зависимостью
- б) Чем меньше длительность, тем шире его частотный спектр
- в) Чем больше длительность, тем шире его спектр

### 6. В чем состоит условие существования спектральной плотности?

- а) Бесконечная протяженность сигнала во времени
- б) Сигнал должен обладать ограниченной энергией
- в) Сигнал должен обладать постоянной амплитудой

## **7. В чем различия спектров периодического и непериодического сигналов?**

- а) Различие по ширине частотного спектра
- б) У периодического сигнала спектр дискретный, у непериодического – сплошной
- в) У периодического сигнала спектр равномерный, а у непериодического неравномерный

## **8. Как в спектральной области сигналов отображаются операции дифференцирования и интегрирования?**

- а) При дифференцировании гармоники вычитаются, а при интегрировании складываются
- б) При дифференцировании сигнала спектральная плотность умножается на комплексный множитель, а при интегрировании она делится на тот же комплексный множитель
- в) Нет различий в этих операциях

## **Раздел III. Энергетические спектры сигналов.**

### **Принципы корреляционного анализа (ОПК-3, ПК-14)**

#### **1. Каков физический смысл взаимного энергетического спектра двух сигналов?**

- а) Взаимный энергетический спектр характеризует степень перекрытия спектров двух сигналов и вносит вклад в их взаимную энергию, которая определяется скалярным произведением
- б) Характеризует временной вид сигналов – периодический или непериодический
- в) Характеризует энергетическое различие двух сигналов

**2. Каков должен быть взаимный энергетический спектр сигналов, чтобы они были ортогональны?**

- а) Он должен быть узкополосным
- б) Он должен отсутствовать
- в) Он должен быть равен разности спектральных плотностей сигналов

**3. Играет ли роль фаза спектральной плотности сигнала при определении его энергетического спектра?**

- а) Имеет основное значение
- б) При определении энергетического спектра сигнала информации о его фазовом спектре не играет никакой роли
- в) Играет роль при определении энергетического спектра периодического сигнала

**4. Что определяет автокорреляционная функция (АКФ) сигнала?**

- а) Временную форму сигнала
- б) Количественную оценку степени отличия сигнала и его смещенную во времени копию
- в) Амплитудный спектр сигнала

**5. Каким должен быть энергетический спектр сигнала, чтобы его главный лепесток АКФ был узким?**

- а) Спектр должен быть узкополосным
- б) Спектр должен быть периодическим
- в) Спектр должен быть широкополосным

**6. Какие ограничения необходимо наложить на вид АКФ сигнала, чтобы она могла соответствовать реальному сигналу?**

- а) АКФ должна иметь вид экспоненты
- б) АКФ не должна быть знакопеременной
- в) АКФ должна иметь вид плоской функции

**7. В чем различие между автокорреляционной (АКФ) и взаимокорреляционной (ВКФ) функциями?**

а) АКФ может быть периодической функцией во времени, а ВКФ не может быть периодической функцией во времени

б) АКФ симметрична (четная функция) относительно нулевого уровня, а ВКФ не является четной функцией во времени

в) Максимального значения одинакового уровня АКФ и ВКФ достигают при нулевом сдвиге относительно начала координат

**8. Какими свойствами должна обладать АКФ сигнала, обеспечивающей высокие технические характеристики радиотехнических систем?**

а) Широким интервалом корреляции

б) Форма АКФ должна быть плоской

в) Малым интервалом корреляции и низким уровнем боковых лепестков

**9. В чем различие амплитудных и энергетических спектров одних и тех сигналов?**

а) Различие в ширине спектров

б) Различие в огибающих спектров

в) Амплитудные спектры обладают фазовым спектром, а энергетические спектры нет

#### **Раздел IV. Модулированные сигналы. ( ОПК-3, ПК-14)**

**1. Какими параметрами принято характеризовать глубину амплитудной модуляции?**

а) Амплитудой несущего колебания

б) Амплитудой сигнала модуляции

в) Коэффициентом модуляции  $M$ , который определяется соотношением между амплитудами модулирующего и несущим колебаниями

**2. Какова причина искажений сообщения при амплитудной модуляции?**

- а)* Амплитуда сигнала модуляции превышает амплитуду несущего колебания
- б)* Полоса пропускания канала передачи превышает ширину спектра сигнала сообщения
- в)* Амплитуда сигнала сообщения меньше амплитуды несущего колебания

**3. В каком соотношении обычно находятся между собой частоты несущего и модулирующего колебаний?**

- а)* Эти частоты примерно равны
- б)* Частота несущего колебания значительно превышает частоту сигнала сообщения
- в)* Частота несущего колебания меньше частоты сигнала модуляции

**4. Какой вид имеют осциллограммы сигналов с обычной амплитудной и балансной модуляцией?**

- а)* Имеют одинаковый вид
- б)* Осциллограммы сигналов с балансной модуляцией имеют вид биений двух гармонических колебаний с равными амплитудами и близкими частотами
- в)* Имеют вид пере модуляции, когда коэффициент амплитудной модуляции больше единицы

**5. В чем заключаются достоинства однополостной амплитудной модуляции?**

- а)* Упрощается техническая реализация модуляции
- б)* Значительно упрощается обработка сигналов в приемном устройстве
- в)* Значительно сокращается полоса частот при передаче и имеет место энергетический выигрыш

**5. В чем различия между сигналами с частотной модуляцией (ЧМ) и фазовой модуляцией (ФМ)?**

- а)* Сигналы с ЧМ и ФМ не имеют различий
- б)* При ЧМ изменяется амплитуда колебаний, а при ФМ амплитуда колебаний остается постоянной

*в)* Изменение фазы в ЧМ колебаниях пропорционально интегралу от передаваемого сигнала, а в ФМ колебаниях - пропорционально сигналу модуляции

**6. Как связаны между собой частота модуляции в ЧМ сигналах, индекс модуляции и девиации частоты?**

*а)* Между ними имеется линейная зависимость

*б)* Индекс модуляции равен сумме частоте модуляции и девиации частоты

*в)* Индекс модуляции равен отношению девиации частоты к частоте модуляции

**7. Что означает термин «девиация частоты» при угловой модуляции?**

*а)* Скорость изменения частоты

*б)* Максимальное отклонение частоты от начального значения

*в)* Скорость изменения фазы колебаний

**8. В чем различие между спектрами АМ и ЧМ колебаниями?**

*а)* Спектры АМ и ЧМ колебаний ничем не отличаются

*б)* Амплитуды боковых частотных составляющих у АМ и ЧМ сигналов не равномерны

*в)* У АМ колебания верхняя и нижняя боковые колебания синфазны, а у ЧМ колебания они находятся в противофазе

**9. При настройке и диагностики системы связи с АМ сигналом, как должен быть настроен приемный канал чтобы не искажалась принимаемая информация?**

*а)* Полоса пропускания приемного канала должна быть точно равна ширине спектра принимаемого сигнала на всех частотах

*б)* Полоса пропускания приемного канала должна быть намного больше ширины спектра сигнала

*в)* Параметры приемного канала и характеристики принимаемого сигнала должны быть согласованы как по частотным параметрам так по соотношению мощностей сигнала помехи

Правильные ответы помечены жирным курсивом

## **б) Образцы контрольных заданий:**

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу учебной дисциплины; средство - комплект контрольных заданий.

1. Методы вычисления и графическое изображение спектров периодических и непериодических сигналов прямоугольной формы.

2. Определение спектральной плотности мощности случайного процесса с линейно убывающей автокорреляционной функцией.

3. Вычисление спектральной плотности экспоненциального видеоимпульса с заданными параметрами.

4. Вычисление спектра мощности случайного процесса с заданной функцией корреляции.

5. Нахождение АКФ заданного дискретного сигнала.

## **5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы**

Самостоятельная работа связана с изучением и конспектированием отдельных вопросов лекционного материала, выделенного преподавателем и решения рекомендованных задач. Для успешного выполнения самостоятельной работы необходимо:

- в соответствии с заданной темой проработать соответствующий лекционный материал;
- подобрать необходимую литературу из рекомендованного списка;
- проработать материал разделов, относящиеся к теме работы.
- Составить конспект и выполнить решение задач.

Контроль выполнения самостоятельной работы обучающегося осуществляется проверкой представленного материала и собеседование по определению понимания изученного материала.



### **5.3 Промежуточный контроль: зачет, экзамен.**

#### **Образцы заданий к зачету:**

1. Принцип динамического представления сигналов
2. Линейное пространство сигналов, виды и характеристики
3. Комплексный ряд Фурье
4. Преобразование Фурье от взаимного энергетического спектра двух сигналов
5. Спектр АМ сигнала
6. Автокорреляционная функция ЛЧМ сигнала
7. Основные свойства белого шума
8. Теорема Винера – Хинчина
9. Характеристики узкополосных случайных процессов
10. Характеристики угловой модуляции
11. Базовые виды цифровых радиосигналов
12. Виды широкополосных сигналов, их свойства и области применения

#### **Образцы заданий к экзамену:**

1. Математические модели классификация радиотехнических сигналов
2. Векторное представление сигналов
3. Прямое и обратное преобразование Гильберта
4. Спектральный анализ периодических сигналов
5. Спектральный анализ непериодических сигналов
6. Автокорреляционные функции периодических и непериодических сигналов
7. Взаимная корреляционная функция двух сигналов и ее свойства
8. Корреляционные функции случайных процессов
9. Радиосигналы с угловой модуляцией и их характеристики
10. Шумоподобные сигналы: частотно-временное представление, спектры, корреляционные функции, основные типы, свойства и области применения.

## **6. Учебно – методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Романюк, В. А. Основы радиосвязи : учебник для вузов / В. А. Романюк. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 288 с.
2. Бонч-Бруевич, М. А. Основы радиотехники. Собрание трудов / М. А. Бонч-Бруевич. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 526 с.
3. Берикашвили, В. Радиотехнические системы: основы теории : учебное пособие для академического бакалавриата / В. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 105 с.
4. Радиотехнические системы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Застела [и др.] ; под общ.ред. М. Ю. Застела. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 495 с.
5. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 2007.

### **б) дополнительная литература:**

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Лабораторный практикум/Баскей В.Я., Меренков В.М., Соколова Д.О. и др. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 113 с.
2. Сиберт У.М., Цепи, сигналы, системы, ч. 1,2 под ред. И.С. Рыжака, М.: Мир. 1988.
3. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Радио и связь, 2007.

### **в) программное обеспечение и Интернет – ресурсы:**

программное обеспечение -: Windows 9X/2000/XP, MS Office XP, MatLab;

<https://biblio-online.ru> – ЭБС Юрайт;

<http://elib.rshu.ru/> - ЭБС [ГидроМетеоОнлайн](#) структурная часть фонда библиотеки РГГМУ

<http://www.prospektnauki.ru> - ЭБС издательства «Перспект науки»

<http://znanium.com> – ЭБС znanium.com

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходимо:

- по лекциям - постоянно прорабатывать материал предыдущей лекции с дополнительным его освоением по учебной литературе;
- по практическим занятиям – проработать методы решения аудиторных задач;
- выполнить домашние задания;
- при подготовке к контрольным работам – проработать решения предыдущих аудиторных и домашних задач.

## 8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Раздел дисциплины	Образовательные технологии	Оценочные средства	Перечень программного обеспечения
1	Общие сведения о сигналах	Традиционная лекция	Опрос и оценка знаний	
2	Методы представления сигналов	Проблемная лекция. Расчетно-графическая работа	Вопросы и ответы в баллах	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
3	Спектральный анализ сигналов	Традиционная лекция. Расчётные практические работы	Вопросы и ответы в баллах	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
4	Корреляционный анализ сигналов	Проблемная лекция. Расчетно-графическая работа	Опрос и оценка знаний	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
5	Вероятностные методы анализа сигналов	Традиционная лекция. Расчётные практические работы	Вопросы и ответы в баллах, контрольная	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,

			работа	
6	Импульсные и цифровые сигналы	Проблемная лекция. Расчетно-графическая работа	Опрос и оценка знаний	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
7	Аналоговые сигналы	Традиционная лекция. Расчетные практические работы	Вопросы и ответы в баллах	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
8	Импульсные и цифровые радиосигналы	Традиционная лекция. Расчетные практические работы	Вопросы и ответы в баллах, контрольная работа	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
9	Структура и виды широкополосных сигналов	Проблемная лекция. Расчетно-графическая работа	Вопросы и ответы в баллах	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,
10	Шумоподобные фазоманипулированные сигналы	Проблемная лекция. Расчетно-графическая работа	Вопросы и ответы в баллах, контрольная работа	Windows 9X/2000/XP, MS Office XP,

### **9. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

**Учебная аудитория для проведения занятий практического типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования** – укомплектовано специализированной мебелью для хранения оборудования и техническими средствами для его обслуживания.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на  
2019/2020 учебный год с изменениями (смотри лист изменений)

Протокол заседания кафедры ИТиСБ от 07.05.2019 №5

## Лист Изменений

Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры ИТиСБ  
от 07.05.2019 №5

1. Дисциплина перенесена на 2 семестр.