

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Рабочая программа дисциплины (модуля)
ТЕОРИЯ СИГНАЛОВ

Направление и направленность (профиль)
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Интернет-вещей и
оптические системы и сети

Год набора на ОПОП
2023

Форма обучения
очная

Владивосток 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Теория сигналов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (утв. приказом Минобрнауки России от 19.09.2017г. №930) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Белоус И.А., кандидат физико-математических наук, доцент, Кафедра информационных технологий и систем, Igor.Belous@vvsu.ru

Утверждена на заседании кафедры информационных технологий и систем от 31.05.2023 , протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кийкова Е.В.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1575633692
Номер транзакции	0000000000B701A9
Владелец	Кийкова Е.В.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целями дисциплины являются: формирование у студентов навыков анализа/синтеза радиотехнических сигналов; изучение методов преобразования радиотехнических сигналов.

Основные задачи изучения дисциплины: 1) сообщить студентам основной комплекс знаний, необходимых для понимания принципов функционирования радиотехнических устройств и систем; 2) привить навыки инженерного анализа и синтеза радиотехнических сигналов; 3) продемонстрировать в общей постановке и на конкретных примерах основные классы математических моделей радиотехнических сигналов и методов их обработки.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (Б-ИК)	ОПК-1 : Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2к : Использует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации для решения задач инженерной деятельности	РД1	Знание	основных методов и способов и средств получения, хранения, переработки информации
			РД2	Умение	применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
			РД3	Навык	владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
	ОПК-3 : Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1к : Применяет основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	РД4	Знание	основных закономерностей передачи информации в инфокоммуникационных системах, основных видов сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностей передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем

			РД5	Умение	применять осно закономерности передачи инфор инфокоммуника системах, основ виды сигналов, используемых в телекоммуника системах, особе передачи различ сигналов по кан трактам телекоммуника систем
			РД6	Навык	владения основн закономерности передачи инфор инфокоммуника системах, основ видами сигнало используемых в телекоммуника системах, особенностями различных сигн каналам и тракт телекоммуника систем

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки.

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо-емкость	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттес-тации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная			Внеауди-торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи	ОФО	Б1.Б	4	3	73	36	0	36	1	0	35	Э

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ОФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ОФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Основы общей теории детерминированных сигналов	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	8	0	4	5	текущий тест
2	Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	10	0	16	10	текущий тест
3	Модулированные радиосигналы	РД1, РД2, РД3, РД4, РД5, РД6	10	0	16	10	текущий тест
4	Основы теории случайных сигналов	РД1, РД2, РД4, РД5	8	0	0	10	текущий тест
Итого по таблице			36	0	36	35	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ОФО

Тема 1 Основы общей теории детерминированных сигналов.

Содержание темы: Предмет изучения дисциплины. Радиоканал и его основные характеристики. Понятие о важнейших преобразованиях сигналов в радиотехнических цепях, устройствах и системах. Области применения теории цепей и сигналов, как базовой дисциплины для изучения специальных радиотехнических дисциплин. Математические модели радиотехнических сигналов. Классификация радиотехнических сигналов. Детерминированные и случайные сигналы. Аналоговые, дискретизированные по времени сигналы, квантовые по уровню сигналы, цифровые сигналы. Аналоговые, дискретные и цифровые системы. Принцип динамического представления сигналов. Функция включения и дельта-функция. Произвольный сигнал в виде суммы элементарных колебаний. Системы ортогональных функций. Норма, энергия и метрика. Обобщенный ряд Фурье и его свойства.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

Тема 2 Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов.

Содержание темы: Периодические сигналы. Гармонический анализ периодических сигналов. Ряд Фурье в базисе тригонометрических функций. Комплексная форма ряда Фурье. Спектры простейших периодических сигналов. Ряд Фурье периодической последовательности импульсов, образованной гармоническим сигналом. Угол отсечки. Функция Берга. Гармонический анализ непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность и ее свойства. Спектры неинтегрируемых сигналов. Обобщенная формула Рэлея. Энергетический спектр сигнала. Автокорреляционная и взаимно-корреляционная функции. Связь между спектральными и корреляционными характеристиками сигналов. Функции корреляции дискретных сигналов. Коды Баркера.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

Тема 3 Модулированные радиосигналы.

Содержание темы: Несущее колебание и моделирующая функция. Виды модуляции радиотехнических сигналов. Радиосигналы с амплитудной модуляцией и их характеристики. Однотональный АМ-сигнал. Мощность АМ-сигнала. Амплитудная модуляция произвольным

периодическим и непериодическим сигналом. Спектральные характеристики АМ-сигналов. Сигналы с балансной и однополосной модуляцией. Сигналы с угловой модуляцией. Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Девияция частоты и индекс угловой модуляции. Однотональные сигналы с угловой модуляцией. Спектр однотонального ЧМ-сигнала при малых и больших индексах модуляции. Практическая ширина спектра. Энергетические соотношения в сигнале с угловой модуляцией. Понятие о спектре сигнала с многотональной угловой модуляцией. Импульсные сигналы и их характеристики. Связь между параметрами импульса и шириной его спектра. Импульсная модуляция (ИМ) и ее виды. Амплитудная импульсная модуляция. Широтная импульсная модуляция. Фазовая импульсная модуляция. Частотная импульсная модуляция. Импульсные сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). Практическое применение ЛЧМ колебаний. Модуляция цифровых сигналов. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция, лабораторная работа.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

Тема 4 Основы теории случайных сигналов.

Содержание темы: Принципы математического описания случайных сигналов. Статистические характеристики случайных величин. Плотность вероятности и функция распределения. Моменты. Гауссовские случайные величины. Основные понятия теории случайных процессов. Моментные функции. Функция корреляции и её физический смысл. Измерение статистических характеристик стационарных случайных процессов. Корреляционная теория стационарных случайных процессов. Спектральное представление реализаций. Спектральная плотность мощности. Теорема Винера-Хинчина. Понятие белого шума. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: лекция.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: подготовка к текущему и промежуточному тестированию.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

В ходе изучения дисциплины «Теория сигналов» студенты могут посещать аудиторские занятия (лекции, лабораторные занятия, консультации). Особенность изучения дисциплины «Теория сигналов» состоит в выполнении комплекса лабораторных работ, главной задачей которого является получение навыков работы с функциональными блоками генерирования, передачи, обработки, преобразования и восстановления радиотехнических сигналов.

Особое место в овладении частью тем данной дисциплины может отводиться самостоятельной работе, при этом во время аудиторных занятий могут быть рассмотрены и проработаны наиболее важные и трудные вопросы по той или иной теме дисциплины, а второстепенные и более легкие вопросы, а также вопросы, специфичные для той или иной ООП, могут быть изучены студентами самостоятельно.

Ниже перечислены предназначенные для самостоятельного изучения студентами те вопросы, которые во время проведения аудиторных занятий изучаются недостаточно или изучение которых носит обзорный характер.

1 Тема. Обработка случайных сигналов линейными стационарными системами

Спектральная плотность мощности случайного колебания на выходе линейной стационарной системы. Шумовая полоса пропускания цепи.

Источники шума в радиотехнических устройствах. Тепловой шум активного сопротивления. Дробовой шум электронных приборов. Формула Шоттки.

Нормализация случайного сигнала на выходе линейной инерционной цепи.

2 Тема. Элементы теории синтеза линейных частотных фильтров

Классификация электрических частотных фильтров по виду АЧХ. Постановка задачи синтеза фильтра по заданной частотной характеристике. Виды аппроксимации частотных характеристик. Фильтры нижних частот с характеристиками Баттерворта, Чебышева, Гаусса, Кауэра и Золотарева. Расположение полюсов передаточной функции на плоскости комплексных чисел. Переход от низкочастотного фильтра-прототипа к фильтрам с другими видами частотных характеристик. Фильтры верхних частот. Полосовые и режекторные фильтры.

Процедура реализации схемы фильтра. Синтез LC-фильтров. Пассивные RC-фильтры. Активные RC-фильтры. Некаскадная и каскадно-развязанная реализация на звеньях второго и первого порядка. Реализация активных RC-фильтров на операционных усилителях. Пьезоэлектрические и электромеханические фильтры.

3 Тема. Обработка сигналов нелинейными безынерционными системами

Понятие нелинейной безынерционной системы. Способы математического описания характеристик нелинейных элементов. Аппроксимация вольт-амперных характеристик (ВАХ) нелинейных элементов. Степенная аппроксимация ВАХ. Кусочно-линейная аппроксимация. Показательная аппроксимация.

Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом внешнем воздействии. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой. Нелинейные резонансные усилители и умножители частоты.

Безынерционные нелинейные преобразования суммы нескольких гармонических колебаний. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при возбуждении сигналом со сложным спектральным составом. Комбинационные частоты. Реализация амплитудной модуляции. Детектирование АМ, ФМ и ЧМ сигналов. Преобразование частоты.

4 Тема. Обработка сигналов в параметрических линейных системах

Классификация параметрических систем. Способы реализации безынерционных параметрических устройств. Цепь с параметрическим активным сопротивлением. Передаточная функция параметрической систем. Модуляция как параметрический процесс. Реализация угловой модуляции.

Радиотехнические цепи с параметрическими реактивными элементами. Принципы параметрического усиления. Теорема Мэли-Роу.

5 Тема. Линейные цепи с обратной связью. Автоколебательные системы

Понятие обратной связи. Положительная и отрицательная обратная связь. Устойчивость цепей с обратной связью. Критерии устойчивости Найквиста и Раусса-Гурвица.

Автогенераторы гармонических колебаний с внешней положительной обратной связью. Режим малого сигнала. Условия самовозбуждения автогенератора. Мягкий и жесткий режим самовозбуждения автогенератора. Автогенераторы в режиме больших колебаний. Устойчивость стационарных режимов. RC-автогенераторы. LC-автогенераторы. Трехточечные автогенераторы. Автогенераторы с внутренней обратной связью. Стабилизация частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты автогенераторов.

6 Тема. Дискретные сигналы и цифровые фильтры

Математические модели дискретных сигналов. Моделированные импульсные последовательности и их спектры. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ). Прямое и обратное Z-преобразование дискретных сигналов.

Линейные стационарные цифровые фильтры (ЦФ). Понятие системной функции

фильтра. Трансверсальные и рекурсивные ЦФ. Устойчивость алгоритмов цифровой фильтрации. Формы реализации ЦФ. Некоторые методы синтеза ЦФ. Эффекты квантования в ЦФ.

Применение функций Уолша в цифровой обработке сигналов.

7 Тема. Теория оптимальной фильтрации сигналов

Понятие отношения сигнал/шум. Согласованные фильтры для выделения сигнала известной формы. Согласованный фильтр как коррелятор. Примеры реализации согласованных фильтров. Предельно достижимое отношение сигнал/шум.

Сравнительная оценка помех устойчивости амплитудной и угловой модуляции.

При реализации дисциплины (модуля) применяется электронный учебный курс, размещённый в системе электронного обучения Moodle.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

0.1 Основная литература

0.2 Дополнительная литература

0.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

Отсутствуют

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

ТЕОРИЯ СИГНАЛОВ

Направление и направленность (профиль)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи. Интернет-вещей и
оптические системы и сети

Год набора на ОПОП
2023

Форма обучения
очная

Владивосток 2023

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (Б-ИК)	ОПК-1 : Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2к : Использует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации для решения задач инженерной деятельности
	ОПК-3 : Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1к : Применяет основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, и используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ОПК-1 «Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-1.2к : Использует фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации для решения задач инженерной деятельности	РД1	Знание	основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации	сформировавшееся систематическое знание основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации
	РД2	Умение	применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	сформировавшееся систематическое умение применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
	РД3	Навык	владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	сформировавшиеся систематические навыки владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации

Компетенция ОПК-3 «Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности»

Таблица 2.2 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код результата	Тип результата	Результат	
ОПК-3.1к : Применяет основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	РД4	Знание	основных закономерностей передачи информации в инфокоммуникационных системах, основных видов сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностей передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	сформировавшееся систематическое знание основных закономерностей передачи информации в инфокоммуникационных системах, основных видов сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностей передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем
	РД5	Умение	применять основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	сформировавшееся систематическое умение применять основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем
	РД6	Навык	владения основными закономерностями передачи информации в инфокоммуникационных системах, основными видами и сигналами, используемых в телекоммуникационных системах, особенностями передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	сформировавшиеся систематические навыки владения основными закономерностями передачи информации в инфокоммуникационных системах, основными видами сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностями передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения	Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС

			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Очная форма обучения				
РД1	Знание : основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.3. Модулированные радиосигналы	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.4. Основы теории случайных сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
РД2	Умение : применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
		1.3. Модулированные радиосигналы	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
		1.4. Основы теории случайных сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа

			Собеседование	Тест
РД3	Навык : владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
		1.3. Модулированные радиосигналы	Лабораторная работа	Лабораторная работа
РД4	Знание : основных закономерностей передачи информации в инфокоммуникационных системах, основных видов сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностей передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.3. Модулированные радиосигналы	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.4. Основы теории случайных сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
РД5	Умение : применять основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
		1.3. Модулированные радиосигналы	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
			Лабораторная работа	Лабораторная работа

		1.4. Основы теории случайных сигналов	Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
РД6	Навык : владения основными закономерностями передачи информации в инфокоммуникационных системах, основными видами сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностями передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
		1.3. Модулированные радиосигналы	Лабораторная работа	Лабораторная работа

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочное средство				
	Тест	Собеседование	Лабораторные работы	Реферат	Итого
Лекции		5		20	25
Лабораторные занятия			50		50
Самостоятельная работа				5	5
Промежуточная аттестация	20				20
Итого	20	5	50	25	100

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворитель- но»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.
------------	--	---

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примеры тестовых заданий

1. В каких (широко применимых) сигналах манипулируемые параметры изменяются через строго фиксированные интервалы времени?

- 1) Дискретно-кодированные сигналы
- 2) Частотно дискретизированный сигнал
- 3) Узкополосные сигналы
- 4) Детерминированные сигналы

2. В процедуре модуляции участвуют первичный сигнал $s(t)$ и некоторое вспомогательное колебание $u_{\text{нес}}(t)$, называемое:

- 1) Гармоническим колебанием
- 2) Негармоническим колебанием
- 3) Несущим колебанием
- 4) Вынужденным колебанием

3. В радиотехнических информационных системах, в соответствии с формой несущего колебания различают:

- 1) Частотную модуляцию
- 2) Модуляцию гармонической несущей
- 3) Модуляцию дискретизации
- 4) Импульсную модуляцию

4. В радиотехнических информационных системах, по виду управляемого параметра несущего колебания в случае гармонической несущей различают:

- 1) Амплитудную модуляцию
- 2) Фазовую модуляцию
- 3) Частотную модуляцию
- 4) Импульсную модуляцию

5. В радиотехнических информационных системах, по виду управляющего сигнала можно выделить:

- 1) Ограниченную модуляцию
- 2) Непрерывную модуляцию
- 3) Дискретную модуляцию
- 4) Постоянную модуляцию

6. Выберите верные основополагающие принципы, сформулированные Ф. Вудвордом:

1) Зондирующий импульс радиолокатора должен иметь сложную внутреннюю структуру, т.е. произведение эффективной полосы частот F радиосигнала на его длительность T должно быть существенно больше единицы: $FT \gg 1$

2) Принцип сжатия импульса. Внутренняя структура зондирующего сигнала должна быть такой, чтобы допускать на приемной стороне сжатие распределенного во времени сигнала в короткий импульс, соответствующий полосе F

3) Зондирующий импульс радиолокатора должен иметь сложную внутреннюю структуру, т.е. произведение эффективной полосы частот F радиосигнала на его длительность T должно быть существенно меньше единицы: $FT \ll 1$

4) Принцип сжатия импульса. Внешняя структура зондирующего сигнала должна быть такой, чтобы допускать на приемной стороне увеличение распределенного во времени сигнала в широкий импульс, соответствующий полосе F

7. Гармонический сигнал с амплитудой и начальной фазой, равными соответственно значениям амплитудного и фазового спектра периодического сигнала при некотором

значении аргумента?

- 1) Гармоника
 - 2) Сигнал
 - 3) Последовательный импульс
 - 4) Периодичный импульс
8. Детерминированные сигналы переносят информацию?

- 1) Да, эти сигналы являются основными при преобразовании сообщения
- 2) Нет, эти сигналы являются вспомогательными при различных преобразованиях

сигналов

- 3) Нет, поскольку значения сигнала на всем интервале времени неизвестны
- 4) Правильного варианта ответа нет

9. Если в качестве несущего колебания используется импульсная последовательность, то аналогом фазовой модуляции является:

- 1) Временная импульсная модуляция
- 2) Широтная импульсная модуляция
- 3) Частотная модуляция
- 4) Модуляция дискретизации

10. Если в качестве несущего колебания используется импульсная последовательность, то аналогом частотной модуляции является:

- 1) Фазовая модуляция
- 2) Широтная импульсная модуляция
- 3) Временная частотная модуляция
- 4) Непрерывная модуляция

11. Если на интервале времени $(0, T_c)$ сигнал описывается одной элементарной функцией времени, то такой сигнал называется:

- 1) Абсолютным сигналом
- 2) Одиночным сигналом
- 3) Простым сигналом
- 4) Реверсивным сигналом

12. Если начальные фазы гармоник первого лепестка полагаются равным нулю, тогда фазы гармоник третьего лепестка составят:

- 1) $\varphi = -2\pi$
- 2) $\varphi = -\pi$
- 3) $\varphi = -3\pi$
- 4) Нет верного ответа

13. Как называется модуль разности начальных фаз двух гармонических сигналов одинаковой частоты?

- 1) Фазовый сдвиг (Сдвиг фаз)
- 2) Коэффициент гармоник
- 3) Отношение сигнал-помеха
- 4) Время запаздывания

14. Как называется разность между максимальным и минимальным значениями сигнала на протяжении заданного интервала времени?

- 1) Размах сигнала
- 2) Амплитуда
- 3) Период сигнала
- 4) Эффективное (среднеквадратическое) напряжение

15. Каким будет модулированный сигнал, у которого в качестве изменяемого параметра выступает амплитуда несущего колебания?

- 1) Непрерывным
- 2) Амплитудно-моделированным
- 3) Гармоническим
- 4) Фазовым

16. Какое понятие вводится для того, чтобы отличить по объему один ансамбль от другого?

- 1) Амплитуда
- 2) Частота
- 3) Начальная фаза
- 4) Кратность модуляции

17. Какое понятие описывает нахождение сигналов, обладающих заданными свойствами?

- 1) Анализ сигналов
- 2) Синтез сигналов
- 3) Дискретизация сигналов
- 4) Введение кратности модуляции

18. Какой метод синтеза ДКП неэффективен при достаточно больших периодах?

- 1) Направленный перебор
- 2) Синтез пары: сигнал-фильтр
- 3) Синтез ДКП на основе известных множеств
- 4) Синтез ДКП на основе линейных рекуррентных последовательностей

19. Какой метод синтеза ДКП состоит из двух этапов: поиск необходимых условий существования ДКП с заданными параметрами и направленный перебор в ограниченной области?

- 1) Направленный перебор
- 2) Синтез пары: сигнал-фильтр
- 3) Синтез ДКП на основе известных множеств
- 4) Синтез ДКП на основе линейных рекуррентных последовательностей

20. Какой сигнал является периодическим детерминированным?

- 1) Сигнал известной формы, хаотично повторяющийся через интервал времени
- 2) Сигнал известной формы, периодически повторяющийся через интервал времени, называемый периодом повторения
- 3) Сигнал неизвестной формы, периодически повторяющийся через интервал времени, называемый периодом повторения
- 4) Известной формы сигнал, не повторяющийся по времени

21. Какой сигнал является периодическим детерминированным?

- 1) Сигнал известной формы, хаотично повторяющийся через интервал времени
- 2) Сигнал известной формы, периодически повторяющийся через интервал времени, называемый периодом повторения
- 3) Сигнал неизвестной формы, периодически повторяющийся через интервал времени, называемый периодом повторения
- 4) Известной формы сигнал, не повторяющийся по времени

22. Какой теоремой следует воспользоваться, чтобы преодолеть противоречие между ограничением спектра сигнала и конечным временем его существования?

- 1) Теоремой Фарадея
- 2) Теоремой Витрика
- 3) Теоремой Котельникова
- 4) Теоремой Найквиста

23. Квантование по уровню значений отсчётов $s(k\Delta t)$ в простейшем случае представляет собой:

- 1) Округление этих значений до меньшего целого числа
- 2) Округление этих значений до ближайшего целого числа
- 3) Преобразование этих значений в соответствующую систему счисления

24. Кроме амплитуды несущее колебание характеризуется также:

- 1) Частотой
- 2) Начальной фазой
- 3) Временем

- 4) Коэффициентом амплитудной модуляции
25. Максимальное значение разности мгновенных значений сигналов, взятых в один и тот же момент времени на протяжении заданного интервала времени это:
- 1) Абсолютное отклонение сигналов
 - 2) Отношение сигнал-помеха
 - 3) Фазовый спектр периодического сигнала
 - 4) Минимальное значение сигнала
26. Назовите манипулируемые параметры ДКС:
- 1) Амплитуда
 - 2) Фаза
 - 3) Частота
 - 4) Такт
 - 5) Все ответы верны
27. Одним из преимуществ ЧМ сигналов является то, что для передачи информации используется:
- 1) Вся энергия сигнала
 - 2) Половина энергии сигнала
 - 3) Треть энергии сигнала
 - 4) Энергия сигнала практически не используется
28. Операция обратного преобразования цифрового сигнала в аналоговый выполняется:
- 1) Цифро-аналоговым преобразователем
 - 2) Аналогово-цифровым преобразователем
 - 3) Фазовый преобразователь
 - 4) Частотный преобразователь
29. Процесс преобразования аналогового (непрерывного) сигнала в такую последовательность называется:
- 1) Цифро-комплексным преобразованием
 - 2) Разрядным преобразованием
 - 3) Разрядно-аналоговым преобразованием
 - 4) Аналогово-цифровым преобразованием
30. Процесс формирования последовательности отсчётов называется:
- 1) Дискретизацией непрерывного сигнала
 - 2) Выявление последовательностей
 - 3) Округление последовательностей
 - 4) Квантование по уровню

Краткие методические указания

Тест проводится в электронной форме во время последнего в учебном периоде лабораторного занятия. Тест состоит из 10-30 тестовых заданий. На выполнение теста отводится 10-30 минут. Во время проведения теста использование литературы и других информационных ресурсов допускается только по предварительному согласованию с преподавателем.

Шкала оценки

№	Баллы	Описание
5	19–20	Процент правильных ответов от 90% до 100%
4	16–18	Процент правильных ответов от 80 до 89%
3	13–15	Процент правильных ответов от 60 до 79%
2	9–12	Процент правильных ответов от 45 до 59%
1	0–8	Процент правильных ответов менее 45%

5.2 Примерный перечень вопросов по темам

Тема 1:

1. Что такое система базисных тригонометрических функций?
2. Дайте определение амплитудного и фазового спектра периодического сигнала.
3. Какой характер носит спектр последовательности прямоугольных импульсов?
4. Чем отличается спектр одиночного импульса от спектра периодической последовательности импульсов?
5. Как показать, что система функций $\{ \cos n \omega_0 t, \sin n \omega_0 t \}$ является полной и ортогональной?
6. Почему простое гармоническое колебание $\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ играет особую важную роль в радиотехнике?
7. Как определяются коэффициенты ряда Фурье?
8. Запишите прямое и обратное преобразование Фурье.
9. Как изменится форма сигнала, если из спектра периодического пилообразного колебания удалить четные гармоники?
10. Как рассчитывается среднеквадратическая погрешность аппроксимации сигнала конечным числом ортогональных составляющих?
11. Из каких соображений выбирается реальная ширина спектра прямоугольных колебаний, пилообразного периодического колебания, периодической последовательности треугольных импульсов?

Тема 2:

1. Сформулируйте теорему Котельникова для сигналов с ограниченным спектром.
2. Какой вид имеет спектр дискретного выборочного сигнала при $f_{\text{выб}} > 2f_m$, при $f_{\text{выб}} = 2f_m$, при $f_{\text{выб}} < 2f_m$?
3. Разложите ряд Котельникова по ортогональным функциям отсчета. Чему равны коэффициенты этого ряда?
4. Для чего при восстановлении сигнала по дискретным выборкам требуется идеальный ФНЧ?
5. Какой вид имеют амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики идеального ФНЧ?
6. Объясните погрешности синтеза реальных сигналов по дискретным отсчетам.
7. Запишите математически теорему В.А. Котельникова.
8. Что такое частота Найквиста? Какова она для речевого сигнала?
9. Как определяется база сигнала?
10. При каких условиях замена непрерывного сигнала дискретным может стать неадекватной?
11. Как величина среднеквадратичной ошибки связана с частотой дискретизации непрерывного сигнала?
12. Каким образом совокупность отсчетов сигнала можно преобразовать в цифровую последовательность?
13. В чем состоит процедура квантования дискретного сигнала по уровню?
14. Из каких соображений выбирается шаг квантования сигнала? Что такое шум квантования?
15. Что понимается под операцией кодирования в устройстве аналогово-цифрового преобразователя (АЦП)?
16. Приведите схему АЦП и покажите сигналы на входах всех его элементов.
17. Как выполняется операция обратного преобразования цифрового сигнала в аналоговый в системе ЦАП?

Тема 3:

1. Приведите классификацию видов модуляции.
2. Каким выражением описывается амплитудно-модулированный сигнал?
3. Что такое коэффициент глубины модуляции АМ-сигнала?
4. Нарисуйте спектр АМ-сигнала и поясните его состав.
5. Чем отличаются сигналы балансной модуляции от сигналов однополосной амплитудной модуляции?
6. Что такое частотная модуляция сигнала?

7. Чем отличается частотная модуляция от фазовой модуляции сигнала?
8. Поясните, что такое девиация частоты и индекс частотной модуляции.
9. Какой спектр имеют ЧМ и ФМ-сигналы?
10. Чем отличается сигнал дискретной амплитудной модуляции от непрерывного АМ-сигнала?
11. Покажите временную диаграмму и спектр сигнала при дискретной частотной модуляции.
12. Поясните, как формируется сигнал при дискретной фазовой модуляции? Почему ширина спектра дискретного АМ и ФМ-сигналов одинакова?
13. Перечислите основные свойства программы Multisim.
14. Как задаются параметры основных элементов цепей?
15. Как задаются параметры радиосигналов с АМ и ЧМ?
16. Как смоделировать импульсный радиосигнал с АМ?
17. Как смоделировать радиосигналы с АИМ?
18. Как смоделировать частотно-модулированные радиосигналы со сложным первичным сигналом?
19. Как получить спектральные характеристики сигналов?
20. В чем состоит принципиальное различие в спектрах видео- и радиосигналов?
21. Как получить числовые значения спектральных характеристик?
22. Как измерить параметры сигналов по осциллограмме виртуального осциллографа?
23. Приведите классификацию сигналов.
24. Объясните необходимость модуляции как основного радиотехнического процесса.
25. Приведите примеры узкополосных сигналов.
26. Как связаны между собой спектральные плотности видеоимпульса и радиоимпульса?
27. Какова причина искажений сообщения, наблюдаемых при перемодуляции сигнала?
28. От чего зависит распределение мощности в спектре однотонального АМ-сигнала?
29. Объясните принцип построения векторной диаграммы АМ сигнала.
30. Чем принципиально отличаются осциллограммы сигналов с балансной амплитудной модуляцией и обычных АМ-сигналов?

Тема 4:

1. Дайте общепринятое определение «сложного широкополосного сигнала».
2. Почему сложные широкополосные сигналы называют шумоподобными?
3. Почему переход к сложным широкополосным сигналам позволяет сгладить противоречия между требованиями высокой разрешающей способностью по дальности и дальностью обнаружения цели в импульсных радиолокационных станциях (РЛС)?
4. Какие требования выдвигаются к внутренней структуре зондирующих импульсов систем с широкополосными сигналами?
5. Как связана пропускная способность радиоканала связи с полосой частот, отводимых для передачи информации?
6. Почему применение сложных шумоподобных сигналов позволяет повысить достоверность передачи информации?
7. Какое свойство сложных широкополосных сигналов обеспечивает скрытность работы радиотехнических систем.
8. Какое свойство шумоподобных сигналов обеспечивает уплотнение действующих каналов связи?
9. Дайте определение дискретно-кодированных сигналов (ДКС).
10. Какие свойства дискретно-кодированных сигналов (ДКС) определяются дискретно-кодowymi последовательностями (ДКП)?
11. Что понимается под анализом ДКП?
12. В каких случаях требуется поиск новых правил кодирования?
13. Что является основной качественной характеристикой ДКП?
14. Как определяется мощность правила кодирования?
15. Дайте определение системы сигналов.

Краткие методические указания

Вопросы по темам обсуждаются на лекциях в форме собеседования со студентами в течение специально отведенного времени.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	5	Студент демонстрирует знания на итоговом уровне: свободно оперирует приобретенными знаниями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
4	4	Студент демонстрирует знания на среднем уровне: освоил основные положения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний на новые, нестандартные ситуации.
3	2-3	Студент демонстрирует знания и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, испытываются значительные затруднения при оперировании знаниями и при их переносе на новые ситуации.
2	0-1	Студент демонстрирует знания на уровне ниже базового: проявляется недостаточность знаний.

5.3 Перечень тем рефератов

1. Информация, сообщения, сигналы и помехи.
2. Представление сигналов в виде рядов ортогональных функций.
3. Спектральное представление периодических и непериодических сигналов.
4. Погрешности дискретизации и восстановления непрерывных сигналов.
5. Нормальный случайный процесс (гауссов процесс).
6. Понятие аналитического сигнала.
7. Автокорреляция дискретного сигнала.
8. Амплитудная модуляция гармонического колебания.
9. Формирование и детектирование сигналов угловой модуляции.
10. Фазовая (относительно-фазовая) манипуляция сигналами.
11. АМ-сигналы.
12. ЧМ-сигналы.
13. Амплитудная манипуляция.
14. Частотная манипуляция.
15. Характеристики аналоговых и импульсных сигналов.
16. ИКМ.
17. QAM.
18. QSPK.

Краткие методические указания

К защите допускаются работы с уровнем оригинальности не ниже 70%. При оценке выполненного задания учитывается глубина и полнота раскрытия темы; Проработанность вопросов темы; Владение терминологическим аппаратом; Умение делать выводы и давать аргументированные ответы; Логичность и последовательность изложения материала.

Шкала оценки

Оценка	Баллы	Описание
5	17-25	Студент демонстрирует знания на итоговом уровне: свободно оперирует приобретенными знаниями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
4	12-16	Студент демонстрирует знания на среднем уровне: освоил основные положения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний на новые, нестандартные ситуации.
3	5-11	Студент демонстрирует знания и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, испытываются значительные затруднения при оперировании знаниями и при их переносе на новые ситуации.
2	0-4	Студент демонстрирует знания на уровне ниже базового: проявляется недостаточность знаний.

5.4 Пример заданий на лабораторную работу

Тема 1. Изучение характеристик электрических сигналов

Тема 2. Изучение характеристик АМ-сигналов

Тема 3. Изучение характеристик ЧМ-сигналов

Тема 4. Анализ сигналов по Фурье

Тема 5. Синтез сигналов по Фурье

Тема 6. Дискретизация и восстановление сигналов

Тема 7. Импульсно-кодовая модуляция

Тема 8. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования

Тема 9. Амплитудная и частотная манипуляции

Краткие методические указания

После выполнения каждой лабораторной работы студент должен представить отчет о ее выполнении, а также, по указаниям преподавателя, выполнить дополнительные практические задания по теме лабораторной работы.

Шкала оценки

№	Баллы	Описание
5	43–50	Студент демонстрирует умения на итоговом уровне: умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
4	31–42	Студент демонстрирует умения на среднем уровне: освоил основные умения, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
3	19–30	Студент демонстрирует умения и навыки на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных умений, навыков по дисциплинарной компетенции, испытываются значительные затруднения при оперировании умениями и при их переносе на новые ситуации.
2	13–18	Студент демонстрирует умения и навыки на уровне ниже базового: проявляется недостаточность умений и навыков.
1	0–12	Студентом проявляется полное или практически полное отсутствие умений и навыков.