

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И
СЕРВИСА

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

Рабочая программа дисциплины (модуля)

ТЕОРИЯ СИГНАЛОВ

Направление и направленность (профиль)

09.03.02 Информационные системы и технологии. Информационные системы и технологии

Год набора на ОПОП
2019

Форма обучения
очная

Владивосток 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Теория сигналов» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии (утв. приказом Минобрнауки России от 19.09.2017г. №926) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 05.04.2017 г. N301).

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 31.05.2022 , протокол № 7

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кийкова Е.В.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1575633692
Номер транзакции	00000000078DB60
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	
09.03.02 «Информационные системы и технологии» (Б-ИС)	ОПК-1 : Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2к : Решает профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний	РД1	Знание	основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации
			РД2	Умение	применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации
			РД3	Навыки	владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
			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 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	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

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

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

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 обуче- ния	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудо- емкость (З.Е.)	Объем контактной работы (час)					СРС	Форма аттес- тации	
					Всего	Аудиторная			Внеауди- торная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА			КСР
09.03.02 Информационные системы и технологии	ОФО	Б1.Б	3	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. Широкая 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 аудиторные 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 из лекционных тем, которые во время проведения аудиторных занятий изучаются недостаточно или изучение которых носит обзорный характер.

Тема 1. 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.

Тема 2. 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.

Тема 3. 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.

Тема 4. 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.

Тема 5. 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.

Тема 6. 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.

Тема 7. 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.

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)

7.1 Основная литература

1. Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. Теория электрической связи : Учебники [Электронный ресурс] - Томск : ТУСУР , 2015 - 194 - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480585

2. Пашинцев В. П. Математические методы теории сигналов [Электронный ресурс] , 2010 - 44 - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/705262>

7.2 Дополнительная литература

1. Денисов В. П., Дудко Б. П. Радиотехнические системы : для студентов радиотехнических специальностей высших учебных заведений : учебное пособие

[Электронный ресурс] - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники , 2012 - 344 - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=208614

2. Каратаева Н. А. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебники [Электронный ресурс] - Томск : ТУСУР , 2012 - 261 - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480452

3. Электрические цепи и сигналы. Теория и практика : Учебники [Электронный ресурс] - Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ) , 2012 - 168 - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=278040

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

1. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/>

2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

3. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных - Режим доступа: <http://oaji.net/>

4. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: <https://www.prlib.ru/>

5. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

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

Основное оборудование:

- Лабораторная платформа NI ELVIS //+Circuit Design Bundle
- Лабораторный стенд "Радиотехника и телекоммуникации" Емона DATExTelecommunication Board for NI ELVIS

Программное обеспечение:

- NI Circuit Design Suite 13.0 Education

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И
СЕРВИСА

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

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

ТЕОРИЯ СИГНАЛОВ

Направление и направленность (профиль)
09.03.02 Информационные системы и технологии. Информационные системы и технологии

Год набора на ОПОП
2019

Форма обучения
очная

Владивосток 2022

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
09.03.02 «Информационные системы и технологии» (Б-ИС)	ОПК-1 : Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2к : Решает профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний

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 применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной 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 : Решает профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний	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	Навыки	владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	сформировавшиеся систематические навыки владения основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации

	Р Д 4	Зн ан ие	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
	Р Д 5	У м ен ие	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
	Р Д 6	Н ав ы ки	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 2 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 ра	Собеседование	Реферат	

		диосигналы	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	Навыки : 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 перед	1.1. Основы общей теории детерминированных сигналов	Собеседование	Реферат
			Собеседование	Тест
		1.2. Спектральный и корреляционный анализ периодических сигналов	Собеседование	Реферат

	ачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем	реляционный анализ периодических сигналов	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
		1.4. Основы теории случайных сигналов	Лабораторная работа	Лабораторная работа
			Лабораторная работа	Тест
			Собеседование	Лабораторная работа
			Собеседование	Тест
РД6	Навыки : владения основными закономерностям и 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» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5 Примерные оценочные средства

5.1 Примеры тестовых заданий

1. Сигнал, дискретизированный по времени и квантованный по уровню, называется:

- 1) шумоподобным
- 2) цифровым
- 3) аналоговым
- 4) импульсным

2. Сигнал, произвольный по величине и непрерывный по времени, называется:

- 1) импульсным
- 2) шумоподобным
- 3) цифровым
- 4) аналоговым

3. Спектр сигнала, определяемый совокупностью коэффициентов C_n обобщенного ряда Фурье $\sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n \varphi_n(t)$, где $\varphi_n(t)$ -система ортогональных функций на отрезке $[a, b]$, определяется по формуле:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

4. Для аппроксимации аналоговых сигналов чаще всего используются:

- 1) тригонометрические функции
- 2) функции Хаара
- 3) функции Лаггера
- 4) функции Уолша

5. Спектр периодического сигнала представляет собой:

- 1) набор гармоник с определенной частотой, амплитудой и фазой
- 2) определенный интеграл от мгновенного значения сигнала за период
- 3) производную от мгновенного значения сигнала
- 4) функцию спектральной плотности сигнала

6. Количество гармоник в лепестке периодического сигнала, где T -период, t_u – длительность импульса, определяется по формуле:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

7. Спектральная плотность непериодического сигнала определяется выражением:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

8. Прямое преобразование Фурье определяется выражением:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

9. Обратное преобразование Фурье определяется выражением:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

10. Корреляционная функция детерминированного сигнала $S(t)$ с временным сдвигом τ определяется выражением:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

11. Взаимная корреляционная функция двух различных сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$ с временным сдвигом τ определяется выражением:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

12. Частота отчетов $f_{отс}$ для цифровой обработки аналоговых сигналов и f_B - верхняя частота спектра аналогового сигнала по теореме Котельникова должны удовлетворять

требованию:

- 1) $f_{отс} > f_b$
- 2) $f_{отс} > 2 f_b$
- 3) $f_{отс} = f_b$
- 4) $f_{отс} < 2 f_b$

13. Для дискретизации гармонического колебания по условиям теоремы Котельникова количество отсчетов за период должно быть равно:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

14. Для восстановления аналоговых сигналов по дискретным отсчетам используется:

- 1) фильтр верхних частот
- 2) фильтр нижних частот
- 3) полосовой фильтр
- 4) режекторный фильтр

15. Частота среза f_c фильтра нижних частот для восстановления аналогового сигнала с верхней частотой спектра f_b должна быть равна:

- 1) $f_c = f_b$
- 2) $f_c = 2 f_b$
- 3) $f_c = 0,5 f_b$
- 4) $f_c = 4 f_b$

16. Погрешность синтезирования аналоговых сигналов по дискретным отсчетам уменьшается:

- 1) с увеличением разрядности АЦП и уменьшением порядка ФНЧ, восстанавливающего аналоговый сигнал
- 2) с уменьшением разрядности АЦП и увеличением порядка ФНЧ, восстанавливающего аналоговый сигнал
- 3) с увеличением разрядности АЦП и увеличением порядка ФНЧ, восстанавливающего аналоговый сигнал
- 4) с уменьшением разрядности АЦП и уменьшением порядка ФНЧ, восстанавливающего аналоговый сигнал

17. Аналитическое выражение амплитудно-модулированного сигнала имеет вид:

- 1) $u(t) = U(S(t))\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- 2) $u(t) = U_0 \cos((\omega_0 t + KS(t)))$
- 3) $u(t) = U_0 \cos(((\omega_0 + KS(t))t + \varphi_0))$
- 4) $u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

18. Аналитическое выражение частотно-модулированного сигнала имеет вид:

- 1) $u(t) = U(S(t))\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- 2) $u(t) = U_0 \cos((\omega_0 t + KS(t)))$
- 3) $u(t) = U_0 \cos(((\omega_0 + KS(t))t + \varphi_0))$
- 4) $u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

19. Аналитическое выражение фазо-модулированного сигнала имеет вид:

- 1) $u(t) = U(S(t))\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
- 2) $u(t) = U_0 \cos((\omega_0 t + KS(t)))$
- 3) $u(t) = U_0 \cos(((\omega_0 + KS(t))t + \varphi_0))$
- 4) $u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

20. Спектр двухполосного амплитудного колебания с верхней частотой модуляции F_{mb} занимает полосу частот:

- 1) $P_c = F_{mb}$
- 2) $P_c = 2 F_{mb}$
- 3) $P_c = 3 F_{mb}$
- 4) $P_c = 4 F_{mb}$

21. Основная энергия частотно-модулированного сигнала с индексом модуляции m и верхней частотой модуляции F_{mb} сосредоточена в полосе частот:

- 1) $P_c = mF_{mb}$
- 2) $P_c = 2m F_{mb}$
- 3) $P_c = 3 mF_{mb}$
- 4) $P_c = 4m F_{mb}$

22. Спектр ОБП (SSB) сигнала с верхней частотой F_{mb} занимает полосу частот:

- 1) $P_c = F_{mb}$
- 2) $P_c = 2F_{mb}$
- 3) $P_c = 3 F_{mb}$
- 4) $P_c = 4 F_{mb}$

23. Коэффициент амплитудной модуляции M сигнала $u(t) = 10\cos 1000t + 4\cos 1100t + 4\cos 900t$ равен:

- 1) 0.6
- 2) 0.7
- 3) 0.8
- 4) 0.9

24. Наибольшая эффективность использования передатчика достигается использованием:

- 1) двухполосного АМ сигнала
- 2) балансного АМ сигнала
- 3) ОБП сигнала с полной несущей
- 4) ОБП сигнала с подавленной несущей

25. Наихудшую помехоустойчивость имеет:

- 1) ФМ – сигнал
- 2) АМ – сигнал
- 3) ЧМ – сигнал
- 4) ФМ-АМ – сигнал

26. При амплитудной модуляции с увеличением коэффициента модуляции:

- 1) увеличивается эффективность использования передатчика и уменьшается уровень нелинейных искажений сигнала
- 2) увеличивается эффективность использования передатчика и уровень нелинейных искажений сигнала
- 3) уменьшается эффективность использования передатчика и уровень нелинейных искажений сигнала
- 4) увеличивается эффективность использования передатчика и увеличивается уровень нелинейных искажений сигнала

27. Наилучшую помехоустойчивость имеет:

- 1) цифровой сигнал с амплитудной модуляцией
- 2) цифровой сигнал с импульсно-кодовой модуляцией
- 3) цифровой сигнал с частотной модуляцией
- 4) цифровой сигнал с фазовой модуляцией

28. Цифровой сигнал вида: $V=FT$, где F – ширина спектра передаваемого сообщения, T – длительность двоичного символа, V – база сигнала, называется простым, если

- 1) $V > 1$
- 2) $V < 1$

- 3) $B=1$
- 4) $B \gg 1$

29. Цифровой сигнал вида: $B=FT$, где F – ширина спектра передаваемого сообщения, T – длительность двоичного символа, B – база сигнала, называется шумоподобным, если

- 1) $B > 1$
- 2) $B < 1$
- 3) $B = 1$
- 4) $B \gg 1$

30. У шумоподобного сигнала мощность сигнала S и мощность шума N связаны соотношением

- 1) $S=N$
- 2) $S > N$
- 3) S
- 4) $S <$

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 $\{ \cos n \omega t, \sin n \omega t \}$ является полной и ортогональной?
6. Почему простое гармоническое колебание $\cos(\omega t + \theta)$ играет особо 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 синтезирования 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 однотонового 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 способности 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.