

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и менеджменту качества
Е.Н.Живицкая

29.06.2015

Регистрационный № УД -6-260/р

«Теория электрической связи»

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальностей:

1-45 01 01 Инфокоммуникационные технологии (по направлениям)

1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях

для направления специальности

1-45 01 02-01 Инфокоммуникационные системы (стандартизация, сертификация и контроль параметров)

Кафедра защиты информации

Всего часов по
дисциплине 350

Зачетных единиц 9,5

2015 г.

Учебная программа учреждения высшего образования составлена на основе типовой учебной программы «Теория электрической связи», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь “_____” _____ 201 г., регистрационный номер № ТД – _____ /тип. и учебных планов специальностей 1-45 01 01 Инфокоммуникационные технологии (по направлениям), 1-98 01 02 Защита информации в телекоммуникациях, направления специальности 1-45 01 02-01 Инфокоммуникационные системы (стандартизация, сертификация и контроль параметров)

Составители:

Л.Л. Ключев, профессор кафедры защиты информации, доктор технических наук, профессор;

И.И. Черная, доцент кафедры защиты информации, кандидат технических наук, доцент

Рассмотрена и рекомендована к утверждению:

Кафедрой защиты информации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 18 от 13 мая 2015 г.)

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 8 от 19.06.2015)

СОГЛАСОВАНО

Эксперт-нормоконтролер

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

План учебной дисциплины в дневной форме обучения:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары		
1-45 01 01	Инфокоммуникационные технологии (по направлениям)	2	3	86	52	16	18	-	экзамен
		2	4	68	34	16	18	-	экзамен
1-45 01 02-01	Инфокоммуникационные системы (стандартизация, сертификация и контроль параметров)	2	3	86	52	16	18	-	экзамен
		2	4	68	34	16	18	-	экзамен
1-98 01 02	Защита информации в телекоммуникациях	2	3	86	52	16	18	-	экзамен
		2	4	68	34	16	18	-	экзамен

План учебной дисциплины в заочной форме обучения:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Контрольные работы	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары			
1-45 01 01-01	Инфокоммуникационные технологии (системы телекоммуникаций)	2	4	20	12	4	4	-	1	экзамен
		3	5	16	8	4	4	-	1	экзамен
1-45 01 01-02	Инфокоммуникационные технологии (сети инфокоммуникаций)	2	4	20	12	4	4	-	1	экзамен
		3	5	16	8	4	4	-	1	экзамен
1-45 01 01-04	Инфокоммуникационные технологии (цифровое теле- и радиовещание)	2	4	20	12	4	4	-	1	экзамен
		3	5	16	8	4	4	-	1	экзамен

План учебной дисциплины в заочной форме обучения для получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием:

Код специальности (направления специальности)	Название специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом уво)				Академ. часов на курс. работу (проект)	Контрольные работы	Форма текущей аттестации
				Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия, семинары			
1-45 01 01-04	Инфокоммуникационные технологии (цифровое теле- и радиовещание)	2	3	20	12	4	4	-	1	экзамен
		2	4	16	8	4	4	-	1	экзамен

Место дисциплины.

Цель преподавания учебной дисциплины: обеспечение базовых знаний в области электросвязи, необходимых как для последующего изучения специальных дисциплин, так и для работы на производстве.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний в области общей теории связи, включающей основы теории сигналов, основы теории информации, основы теории оптимальных методов приема сигналов на фоне помех, включая взаимную переходную помеху;
- формирование навыков по расчету временных, спектральных и информационных характеристик и параметров сигналов, каналов и систем связи;
- изучение принципов формирования и передачи сигналов по каналам и линиям связи;
- изучение принципов оптимального приема сигналов на фоне помех;
- овладение методами расчета количества информации, производительности источников сообщений, скорости передачи информации, пропускной способности каналов с помехами;
- овладение методами расчета потенциальной и реальной помехоустойчивости приема сигналов на фоне помех;
- овладение методами линейного разделения групповых сигналов оптимальными приемниками в многоканальных системах связи;
- овладение методом и расчетом эффективности систем электросвязи.

В результате изучения учебной дисциплины «Теория электрической связи» формируются следующие компетенции:

академические:

- умение применять базовые научно- теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владение системным и сравнительным анализом
- умение работать самостоятельно
- владение междисциплинарным подходом при решении проблем;
- умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники

социально-личностные:

- умение работать в команде;
- обладание качествами гражданственности;
- обладание способностью к критике и самокритике;

профессиональные:

- умение проводить сравнительный технико-экономический анализ вариантов построения и практического применения систем телекоммуникаций;
- умение применять методы анализа, синтеза и оптимизации в своей профессиональной области;
- способность анализировать и оценивать собранные данные;
- умение измерять и оценивать характеристики инфокоммуникационных систем;
- владение современными средствами инфокоммуникаций;
- способность применять методы анализа, синтеза и оптимизации структуры систем защиты информации и телекоммуникаций;
- умение разрабатывать и использовать методы математического и физического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов и систем защиты информации и телекоммуникаций в целом;
- способность анализировать и прогнозировать показатели качества функционирования и другие параметры систем защиты информации и телекоммуникаций;
- умение вести переговоры с другими заинтересованными участниками.

В результате изучения учебной дисциплины обучаемый должен:

знать:

- математические модели сигналов и каналов связи;
- статистические характеристики случайных сигналов;

- теорию помехоустойчивой передачи информации;
- принципы многоканальной связи;
- цифровые методы спектрального и корреляционного анализа;

уметь:

- представлять в аналитическом виде модели сигналов и каналов связи;
- представлять в аналитическом виде преобразования сигналов;
- оценивать помехоустойчивость и эффективность систем связи

владеть:

- методами расчета параметров сигналов и каналов передачи;
- методами пропускной способности каналов связи.

Перечень учебных дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной учебной дисциплины.

№ п.п.	Название дисциплины	Раздел, темы
1.	Математика	Все разделы и темы
2.	Физика	Темы: «Колебательные процессы», «Постоянный электрический ток», «Электромагнитные колебания»
3.	Теория электрических цепей	Тема «Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета»

1. Содержание учебной дисциплины

№ тем	Наименование разделов, тем	Содержание тем
1	2	3
Раздел 1 Математические модели сигналов		
1	Обобщенный ряд Фурье	Разложение сигналов в обобщенный ряд Фурье. Понятие о базисных функциях. Дискретные спектры сигналов. Множественность дискретных спектров. Выражение энергии сигнала.
2	Ряды Фурье	Базисные экспоненциальные и тригонометрические функции. Разложение сигнала в ряд Фурье в комплексной форме и в ряд Фурье в тригонометрической форме.
3	Ряд Уолша	Базисные функции Уолша. Свойства. Разложение сигнала в

		ряд Уолша.
4	Интеграл Фурье	Спектральная плотность сигнала. Свойства. Вычисление спектральной плотности сигналов, удовлетворяющих условию абсолютной интегрируемости. Свертка спектральных плотностей сигналов.
5	Преобразование Фурье периодических сигналов	Вычисление спектральной плотности периодических сигналов. Дельта-функция. Применение свойств дельта-функции.
6	Дискретное преобразование Фурье	Связь дискретного преобразования Фурье с рядом Фурье в комплексной форме. Прямое и обратное преобразования. Свойства ДПФ. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Преобразование ограниченного числа отсчетов (выборки) линейным цифровым фильтром (ЦФ). Выборка на выходе ЦФ и ее математическое выражение. Спектральная плотность выборки. Обратное преобразование Фурье спектральной плотности выборки. Z - преобразование входной и выходной выборок. Системная функция ЦФ. Коэффициент передачи ЦФ. Связь коэффициента передачи с системной функцией.
7	Энергетические характеристики сигнала	Спектральная плотность энергии и мощности сигнала. Энергия сигнала. Равенство Парсеваля. Автокорреляционная функция сигнала с ограниченной энергией. Связь между АКФ и спектральной плотностью энергии сигнала. Связь между спектральной плотностью мощности сигнала и периодической АКФ. Связь корреляционной функции дискретного сигнала с корреляционной функцией кодовой последовательности. Взаимно корреляционная функция сигналов. Свойства ВКФ.
8	Сложные сигналы	Векторное и функциональное пространство. Норма функции, определяющая сигнал. Расстояние между двумя функциями (сигналами). Оптимальные двоичные сигналы. Оптимальные множества сигналов. Кодированные сигналы. АКФ кодовой последовательности, состоящей из конечного числа двоичных символов. Свойства АКФ. Вычисление АКФ кодовой последовательности. Взаимно корреляционная функция двух кодовых последовательностей одинаковой длины. Вычисление ВКФ кодовых последовательностей. АКФ периодической кодовой последовательности и АКФ периодического кодированного сигнала. Симплексные и ортогональные коды и их применение в цифровых системах связи.
9	Теорема Котельникова	Формулировка теоремы Котельникова. Ряд Котельникова, как частный случай разложения сигнала в обобщенный ряд Фурье по системе базисных функций. Свойства этих базисных функций. Вычисление весовых спектральных коэффициентов. Усеченный ряд Котельникова.

Раздел 2. Модуляция сигналов		
10	Импульсно-кодовая модуляция	Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Структурная схема аналого-цифрового преобразователя сигналов. Основные характеристики двоичного сигнала на выходе АЦП. Восстановление сигнала по его отсчетным значениям. Структурная схема цифро-аналогового преобразователя.
11	Амплитудная модуляция сигналов	Амплитудная модуляция (АМ) гармонического носителя (непрерывная и дискретная). Виды модуляций: с подавленной несущей, с большим уровнем несущей, с одной боковой полосой. Двоичная амплитудная модуляция. Спектральное представление сигналов.
12	Фазовая модуляция сигналов	Угловая модуляция непрерывных сигналов. Комплексное и квазигармоническое представление сигналов. Аналитический сигнал. Мгновенная фаза и мгновенная частота сигнала. Непрерывная фазовая модуляция (ФМ). Дискретная ФМ. Двоичная фазовая и относительная фазовая модуляция (ОФМ). Многократная ОФМ. Квадратурная амплитудная модуляция. Формирование сигналов в соответствии с модуляционными кодами. Ширина спектров. Базы сигналов.
13	Частотная модуляция сигналов	Непрерывная частотная модуляция (ЧМ). Непрерывный ЧМ сигнал с малым индексом модуляции. Непрерывный ЧМ сигнал с большим индексом модуляции. Дискретная ЧМ. Двоичная частотная модуляция. Спектральное представление сигналов. Формирование сигналов в соответствии с модуляционными кодами. Ширина спектров. Базы сигналов.
14	Модуляция шумоподобного сигнала	Двоичная амплитудная, двоичная фазовая модуляция и модуляция по форме шумоподобного сигнала (ШС). Обобщенные структурные схемы модуляторов. Временные и спектральные характеристики сигналов. Ширина спектров сигналов. Базы сигналов. Энергетическая скрытность передачи информации в системах с ШС.
Раздел 3. Математические модели каналов связи		
15	Непрерывные каналы. Математические модели.	Математическая модель непрерывного случайного процесса (сигналов и помех). Интегральная функция распределения (n-мерная). Плотность распределения вероятности (n-мерная). Одномерная функция распределения и одномерная плотность распределения вероятности. Среднее значение и дисперсия непрерывной случайной величины. Вероятность реализации непрерывной случайной величины. Стационарный и эргодический случайные процессы. Среднее значение, дисперсия и корреляционная функция эргодического случайного процесса. Узкополосный случайный процесс. Смесь сигнала и шума на входе канала. Модель непрерывного канала без шума. Модель непрерывного канала с аддитивным гауссовым шумом. Функ-

		ция правдоподобия. Канал с неопределенной фазой сигнала. Функция правдоподобия.
16	Дискретные каналы. Математические модели.	Понятия и определения: событие, вероятность события, достоверное событие, невозможное событие, полная группа событий, частота (статистическая вероятность). Непрерывная случайная величина, дискретная случайная величина. Математическая модель дискретного канала связи. Симметричный однородный и без памяти дискретный канал. Переходные вероятности в двоичном симметричном и несимметричном каналах. Вектор ошибки. Выражение вероятности кратной ошибки. Математическая модель дискретно-непрерывного канала. Функция правдоподобия. Особенности оптических каналов связи.
Раздел 4. Основы теории передачи информации		
17	Энтропия источника дискретных сообщений	Математическая модель источника дискретных сообщений (ИДС). Математическое описание дискретного сообщения на выходе ИДС. Количество информации на выходе ИДС. Понятие энтропии. Свойства энтропии.
18	Информационные характеристики источника дискретных сообщений и дискретного канала	Производительность ИДС. Передача информации по дискретному каналу. Взаимная информация. Средняя взаимная информация. Скорость передачи информации по каналу связи с помехами. Пропускная способность дискретного канала связи.
19	Дифференциальная энтропия	Определение дифференциальной энтропии. Свойства дифференциальной энтропии. Дифференциальная энтропия нормального закона распределения. Энтропия квантованного отсчета.
20	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала	Эквивалентные сигналы на входе и выходе непрерывного канала. Определение энтрон – энтропии и ее математическое выражение. Производительность источника непрерывных сообщений. Взаимная информация. Средняя взаимная информация. Скорость передачи информации по каналу связи с помехами. Пропускная способность непрерывного канала.
Раздел 5. Помехоустойчивость систем связи.		
21	Критерии оптимального приема дискретных сигналов, известных точно	Цель оптимального приема дискретных сообщений. Потенциальная и реальная помехоустойчивость. Количественная оценка помехоустойчивости. Оптимальный приемник. Посимвольный прием и прием в целом. Постановка задачи оптимального приема дискретных сообщений. Критерий максимальной обратной вероятности, критерий максимума отношения правдоподобия, информационный критерий.
22	Синтез опти-	Постановка задачи синтеза оптимального приемника дискрет-

	мального приемника дискретных сигналов, известных точно	ного сигнала, известного точно. Обнаружение и распознавание сигналов на фоне нормального белого шума. Реализация оптимальных приемников на корреляторах и согласованных фильтрах. Свойства согласованного фильтра.
23	Сравнительный анализ помехоустойчивости дискретных сигналов, известных точно	Вывод формул для вероятностей ошибок, определяющих потенциальную помехоустойчивость приема на фоне нормального белого шума двоичных сигналов, известных точно, АМ, ЧМ, ФМ и ОФМ сигналов. Формулы, определяющие вероятности ошибок при приеме на фоне нормального белого шума ортогональных сигналов, известных точно: дискретных ЧМ сигналов, шумоподобных сигналов, модулированных по форме, а также неортогональных сигналов, известных точно: сигналов многократной ФМ и ОФМ.
24	Прием дискретного сигнала со случайными параметрами	Оптимальный прием при неопределенной (случайной) фазе дискретного сигнала на фоне нормального белого шума. Критерий оптимального приема. Синтез оптимальных приемников сигналов со случайными начальными фазами. Оптимальные структуры приемников сигналов (корреляционные приемники, приемники, построенные на согласованных фильтрах). Двоичные сигналы: АМ, ЧМ, с однократной ОФМ. Сложные сигналы: дискретный ЧМ, ШС, модулированный по форме. Анализ оптимальных приемников, построенных на корреляторах и согласованных фильтрах.
25	Качественные показатели оптимального некогерентного приема дискретных сигналов	Оценка помехоустойчивости приема сигналов со случайной начальной фазой на фоне нормального белого шума. Двоичные сигналы: АМ, ЧМ, с однократной ОФМ. Сложные сигналы: дискретный ЧМ, ШС, модулированный по форме. Выражения для вероятностей ошибок.
26	Методы приема дискретных сообщений в каналах с рассеянием	Дискретный канал с замираниями сигнала. Влияние ионизированных слоев на передачу дискретной информации. Коэффициент передачи канала. Замирания сигнала. Способы повышения качества передаваемой информации в условиях замираний сигналов: разнесенный в пространстве прием; прием сигналов, разнесенных по частоте; оптимальный прием кодированных сигналов с суммированием энергий наиболее интенсивных составляющих сигнала.
Раздел 6. Статистические характеристики шумов квантования.		
27	Передача непрерывных сообщений цифровыми методами	Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Структурная схема системы передачи. Преимущества и недостатки цифровых методов передачи. Спектральная плотность сигнала АИМ-2. Погрешность воспроизведения сигнала первичного

	дами	сигнала в ЦАП и пути ее уменьшения. Мощность шума квантования при равномерном квантовании. Отношение сигнал/квантованный шум.
28	Влияние флуктуационных помех и шума квантования на качество передачи сообщений	Влияние флуктуационных помех на качество передачи непрерывных сообщений цифровыми методами. Среднее значение и дисперсия шумовой составляющей при воспроизведении уровня квантования в ЦАП. Влияние квантования отсчетных значений в АЦП и флуктуационных помех, присутствующих в канале, на качество передачи сообщений. Формула, определяющая качество сообщения на выходе ЦАП.
Раздел 7. Основы теории разделения сигналов		
29	Основные понятия теории многоканальной передачи дискретных сообщений	Структурная схема многоканальной системы связи. Понятия: первичный сигнал, каналный сигнал, групповой сигнал, линейный сигнал. Раздельный способ уплотнения сигналов. Синхронное и асинхронное формирование группового сигнала. Признаки каналных сигналов. Виды разделения дискретных сигналов.
30	Постановка задачи разделения сигналов в цифровых многоканальных системах связи	Условие линейного разделения дискретных модулированных сигналов. Понятия: определитель Грама, скалярное произведение, линейный каналный оператор. Взаимная помеха и ее подавление в синхронных и асинхронных многоканальных системах связи.
31	Способы разделения дискретных сигналов в синхронных многоканальных системах связи	Частотное разделение сигналов, разделение сигналов по форме, фазовое разделение. Реализация разделения модулированных двоичными информационными посылками по амплитуде и начальной фазе дискретных каналных сигналов. Действие линейного каналного оператора на групповой сигнал.
32	Способы разделения дискретных сигналов в асинхронных многоканальных системах связи	Особенности частотного разделения и кодового разделения дискретных сигналов. Временное разделение дискретных сигналов в цифровых многоканальных системах связи асинхронной иерархии. Пространственное разделение сигналов. Поляризационное разделение сигналов.
Раздел 8. Оценка эффективности систем связи.		
33	Эффективность систем связи	Определение эффективности систем связи. Оптимальные системы связи. Критерии оптимальности. Инженерный синтез систем связи.
34	Анализ систем	Энергетическая и частотная эффективность систем связи.

	связи по их эффективности	Идеальные системы связи. Функциональная связь между энергетической и частотной эффективностью. Сравнительный анализ систем связи по энергетической и частотной эффективности.
--	---------------------------	---

2. Информационно-методический раздел

2.1. Литература

2.1.1. Основная

2.1.1.1. Клюев Л.Л. Теория электрической связи: учебник/Л.Л. Клюев – Мн.: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2015. - 447с.: ил.- (Высшее образование).

2.1.2. Дополнительная

2.1.2.2. Агеев Д.В. Основы теории линейной селекции / Д.В. Агеев// Научно-технический сборник ЛЭИС. 1935. №10.

2.1.2.3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы/ С.И. Баскаков. – М.: Высш. шк.,1988.

2.1.2.4. Бернард, С. Цифровая связь. Теоретические основы и принципы применения. Пер с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

2.1.2.5. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. 13-е изд. – М.: Наука, 1986.

2.1.2.6. Гуткин, Л.С. Теория оптимальных методов радиоприема при флуктуационных помехах/ Л.С. Гуткин М.: Сов. радио, 1972.

2.1.2.7. Заездный А.М. Фазо-разностная модуляция/ А.М. Заездный, А.М., Окунев, Ю.Б. Рахович. М.: Связь, 1967.

2.1.2.8. Заездный А.М. Основы расчетов по статистической радиотехнике/ А.М. Заездный. М.: Связь, 1969.

2.1.2.9. Залманзон Л.А. Преобразование Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях/ Л.А. Залманзон. М.: Наука, 1989.

2.1.2.10. Клюев Л.Л. Теория электрической связи: учебник/Л.Л. Клюев – Мн.:Техноперспектива,2008.

2.1.2.11. Теория электрической связи. Учебник для вузов/ А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.Н.Коржик, М.В. Назаров; под ред. Кловского . М.: Радио и связь, 1999.

2.1.2.12. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости/ В.А. Котельников. М.: Госэнергоиздат, 1956.

2.1.2.13. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники/ Б.Р. Левин. М.: Сов. радио, 1976.Кн. 1– 1974, Кн.2 –1975. Кн.3 – 1976.

2.1.2.14. Проксис, Дж. Цифровая связь. Пер с англ./Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000.

2.1.2.15. Феер, К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции расширенных спектров. – М.: Радио и связь, 2000.

2.1.2.16. Шеннон К. Математическая теория связи. Работы по теории информации и кибернетике/ К. Шеннон; пер. с англ. М.:ИЛ,1963.

2.1.2.17. Рощупкин Я.В., Черная И.И. Теория электросвязи. Лабораторный практикум в 2-х частях. Часть 1./ Я.В. Рощупкин, И.И.Черная – Мн.: БГУИР, 2013.

2.2 Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

2.2.1 Компьютерные программы

2.2.1.1. Компьютерная программа для исследования спектров базовых сигналов.

2.2.1.2. Компьютерная программа для исследования спектров модулированных сигналов.

2.2.1.3. Компьютерная программа для исследования одномерных плотностей распределения вероятностей шума и смеси сигнала и шума.

2.2.2. Наглядные пособия:

2.2.2.1. Разложение сигналов по ортогональным функциям.

2.2.2.2. Синтез сигналов по отсчетам.

2.2.2.3. Преобразование случайных сигналов.

2.2.2.4. Узкополосный, нормальный процесс.

2.2.2.5. Оптимальный прием сигналов.

2.2.2.6. Рабочая характеристика приемника.

2.2.2.7. Структура оптимального приемника.

2.2.3 Оборудование

2.2.3.1. Генератор модулированных сигналов.

2.2.3.2. Осциллограф.

2.2.3.3. Частотомер.

2.2.3.4. Лабораторная установка «Синтез сигналов по отсчетам».

2.2.3.5. Лабораторная установка «Фильтр нижних частот».

2.2.3.6. Лабораторная установка «Исследование оптимального приема сигналов на фоне помех».

2.2.3.7. ПЭВМ.

2.3 Перечень тем практических занятий, их название

Целью практических занятий является закрепление теоретического курса, приобретение навыков решения задач, активизация самостоятельной работы студентов.

№ темы по п.1	Название практического занятия	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3	4
2	Ряды Фурье	Расчет спектров сигналов и расчет сигналов по их спектрам для экспоненциальных и тригонометрических базисных функций.	2.2.1.1 2.2.2.1
4	Интеграл Фурье	Расчет спектральной плотности ограниченных и неограниченных во времени сигналов.	2.2.1.1 2.2.2.1
7	Энергетические характеристики сигнала	Расчет энергии по выражению сигнала и по его спектру. Расчет автокорреляционных функций простых сигналов.	
8	Сложные сигналы	Расчет автокорреляционных функций кодированных сигналов.	
12	Фазовая модуляция сигналов	Расчет ширины спектра и базы сигналов с многократной относительной фазовой модуляцией	
13	Частотная модуляция сигналов	Расчет ширины спектра и базы дискретных частотно-модулированных сигналов.	2.2.1.2
14	Модуляция шумоподобного сигнала	Расчет ширины спектра и базы шумоподобных сигналов, модулированных по амплитуде, фазе (знаку) и форме.	
17	Энтропия источника дискретных сообщений	Расчет энтропии и производительности источника дискретных сообщений.	
18	Информационные характеристики источника дискретных сообщений и дискретного канала	Расчет скорости передачи информации по дискретному каналу и пропускной способности дискретного канала.	
22	Синтез оптимального приемника дискретных сигналов, известных точно	Расчет выигрыша в помехоустойчивости при оптимальном обнаружении и распознавании двоичных сигналов, известных точно.	2.2.2.4 2.2.2.5 2.2.2.7
23	Сравнительный анализ помехоустойчивости дискретных сигналов, известных точно	Расчет вероятности ошибки при оптимальном приеме дискретных ЧМ и ОФМ сигналов, известных точно. Расчет вероятности ошибки при оптимальном приеме одного из m ортогональных кодированных сигналов, известных точно.	2.2.2.4 2.2.2.5 2.2.2.7 2.2.3.6
24	Прием дискретного сигнала со случайными параметрами	Расчет вероятностей ошибок при оптимальном приеме одного из m ортогональных дискретных ЧМ сигналов и одного из m ортогональных ШС сигналов, модулированных по форме.	

25	Качественные показатели оптимального некогерентного приема дискретных сигналов	Расчет вероятности ошибки при оптимальном приеме двоичного АМ сигнала со случайной начальной фазой, двоичного ОФМ сигнала со случайной начальной фазой и двоичного ЧМ сигнала со случайной начальной фазой.	
----	--	---	--

2.4. Перечень тем лабораторных занятий, их название

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков выполнения эксперимента, обработки экспериментальных данных, анализа результатов, грамотного оформления отчетов.

Номер темы по п.1.	Наименование лабораторной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
	2	3	4
2	Исследование характеристик базовых телекоммуникационных сигналов	Исследуются спектры базовых сигналов (гармонического сигнала, последовательности видеоимпульсов).	2.2.2.1
4, 12, 13	Исследование характеристик модулированных сигналов	Исследуются спектры двоичных сигналов (АМ, ФМ и ЧМ).	2.2.2.1 2.2.3.1 2.2.3.2 2.2.3.2 2.2.3.3
9	Синтез сигналов по отсчетам	Изучается синтез сигналов по отсчетам в соответствии с теоремой Котельникова. Изучаются характеристики ФНЧ, входящего в состав цифро-аналогового преобразователя	2.2.2.2 2.2.3.4 2.2.3.5
22	Исследование законов распределения выборочных значений случайных сигналов	Изучаются законы распределения случайных величин: нормальный закон, закон Рэлея, равномерный закон и др.	2.2.2.3 2.2.2.4
23	Исследование оптимального приема сигналов на фоне нормального белого шума	Изучается оптимальный прием сигнала, известного точно, на фоне нормального белого шума и структура оптимального приемника, построенного на базе согласованного фильтра.	2.2.2.5 2.2.2.6 2.2.2.7 2.2.3.6

2.5 Контрольная работа, ее характеристика

Основная цель выполнения контрольной работы состоит в усвоении и закреплении студентами-заочниками знаний, полученных во время установочных занятий и в результате самостоятельной работы с рекомендованной литературой и электронными учебно-методическими комплексами по дисциплине.

№ темы по п.1	Наименование контрольной работы	Содержание	Обеспеченность по пункту 2.2
1	2	3	4
3, 5, 7, 12, 13	Спектральный и корреляционный анализ	Контрольная работа содержит 6 заданий, связанных с наиболее важными вопросами спектрального и корреляционного анализа, с генерированием и модуляцией шумоподобных сигналов, основами цифровой обработки сигналов	2.2.1.1; 2.2.1.2
18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26	Расчет основных технических характеристик цифровой системы передачи непрерывных сообщений	Контрольная работа содержит 4 задания, связанных с расчетом основных технических характеристик цифровой системы передачи непрерывных сообщений	2.2.2.5; 2.2.2.7; 2.2.3.5; 2.2.3.6; 2.2.3.7

3.1 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в дневной форме обучения

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний студентов
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
1	2	3	4	5	6	7
Семестр 3						
	Раздел 1. Математические модели сигналов	26	8	12	48	
1	Обобщенный ряд Фурье	2			2	Текущий контроль
2	Ряды Фурье	2	2	2	2	Опрос, защита лабораторной работы
3	Ряд Уолша	2			4	Текущий контроль
4	Интеграл Фурье	2	2	2	4	Опрос, защита лабораторной работы
5	Преобразование Фурье периодических сигналов	2			6	Текущий контроль
6	Дискретное преобразование Фурье	4			8	Текущий контроль
7	Энергетические характеристики сигналов	4	2		8	Опрос
8	Сложные сигналы	4	2		8	Опрос
9	Теорема Котельникова	4		8	6	Защита лабораторной работы
	Раздел 2. Модуляция сигналов	14	6	4	30	
10	Импульсно-кодовая модуляция	2			6	Текущий контроль
11	Амплитудная модуляция сигналов	2			4	Текущий контроль
12	Фазовая модуляция сигналов	4	2	2	8	Опрос, защита лабораторной работы

13	Частотная модуляция сигналов	4	2	2	6	Опрос, защита лабораторной работы
14	Модуляция шумоподобного сигнала	2	2		6	Опрос
	Раздел 3. Математические модели каналов связи	4			12	
15	Непрерывные каналы. Математические модели	2			6	Текущий контроль
16	Дискретные каналы. Математические модели	2			6	Текущий контроль
	Раздел 4. Основы теории передачи информации	8	4		22	
17	Энтропия источника дискретных сообщений	2	2		6	Опрос
18	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала	2	2		6	Опрос
19	Дифференциальная энтропия	2			4	Текущий контроль
20	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала	2			6	Текущий контроль
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого	52	18	16	112	
Семестр 4						
	Раздел 5. Основы помехоустойчивости систем связи	18	18	16	50	
21	Критерии оптимального приема дискретных сигналов, известных точно	4			10	Текущий контроль
22	Синтез оптимального приемника дискретных сигналов, известных точно	4	4	8	10	Опрос, защита лабораторной работы
23	Сравнительный анализ помехоустойчивости дискретных сигналов, известных точно	4	4	8	8	Опрос, защита лабораторной работы
24	Прием дискретного сигнала со случайными параметрами	2	4		8	Опрос
25	Качественные показатели оптимального некогерентного приема дискретных сигналов	2	6		8	Опрос
26	Методы приема дискретных сообщений в каналах с рассеянием	2			6	Текущий контроль
	Раздел 6. Статические характеристики шумов квантования	4			14	

27	Передача непрерывных сообщений цифровыми методами	2			6	Текущий контроль
28	Влияние флуктуационного шума квантования на качество передачи сообщений	2			8	Текущий контроль
	Раздел 7. Основные теории разделения сигналов	8			16	
29	Основные понятия теории многоканальной передачи дискретных сообщений	2			2	Текущий контроль
30.	Постановка задачи разделения сигналов в цифровых многоканальных системах	2			6	Текущий контроль
31	Способы разделения сигналов в синхронных многоканальных системах связи	2			4	Текущий контроль
32	Способы разделения дискретных сигналов в асинхронных системах связи	2			4	Текущий контроль
	Раздел 8. Оценка эффективности системы связи	4			4	
33	Эффективность систем связи	2				Текущий контроль
34	Анализ систем связи по их эффективности	2			4	Текущий контроль
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого	34	18	16	84	
	Всего	86	36	32	196	

3.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в заочной форме обучения

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний студентов
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
1	2	3	4	5	6	7
Семестр 4						
	Раздел 1 Математические модели сигналов	8	4	4	122	
1	Обобщенный ряд Фурье				14	Опрос
2	Ряды Фурье	2			12	Опрос
3	Ряд Уолша				12	Опрос, решение примеров, контрольная работа
4	Интеграл Фурье	2	2	2	12	Опрос, решение задач, защита лабораторной работы

5	Преобразование Фурье периодических сигналов				12	Контрольная работа
6	Дискретное преобразование Фурье				16	Опрос, решение задач
7	Энергетические характеристики сигналов		2		14	Контрольная работа
8	Сложные сигналы	2			16	Опрос
9	Теорема Котельникова	2		2	14	Защита лабораторной работы
	Раздел 2. Модуляция сигналов	4			56	
10	Импульсно-кодовая модуляция	2			12	Опрос
11	Амплитудная модуляция сигналов				10	Опрос
12	Фазовая модуляция сигналов	2			12	Опрос, контрольная работа
13	Частотная модуляция сигналов				12	Контрольная работа
14	Модуляция шумоподобного сигнала				10	
	Текущая аттестация					Экзамен
	Итого	12	4	4	178	
Семестр 5						
	Раздел 3. Математические модели каналов связи				12	
15	Непрерывные каналы. Математические модели				6	Опрос
16	Дискретные каналы. Математические модели				6	Опрос
	Раздел 4. Основы теории передачи информации	2	2		34	
17	Энтропия источника дискретных сообщений				10	Опрос
18	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала	2	2		10	Опрос, решение задач, контрольная работа
19	Дифференциальная энтропия				4	Контрольная работа
20	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала				10	Опрос, контрольная работа
	Раздел 5. Основы помехоустойчивости систем связи	4	2	4	48	
21	Критерии оптимального приема дискретных сигналов, известных точно				12	Опрос

22	Синтез оптимального приемника дискретных сигналов, известных точно	2		4	8	Опрос, защита лабораторной работы, контрольная работа
23	Сравнительный анализ помехоустойчивости дискретных сигналов, известных точно	2			8	Опрос, решение задач, контрольная работа
24	Прием дискретного сигнала со случайными параметрами				8	Опрос, решение задач, контрольная работа
25	Качественные показатели оптимального некогерентного приема дискретных сигналов		2		6	Контрольная работа
26	Методы приема дискретных сообщений в каналах с рассеянием				6	Опрос, контрольная работа
	Раздел 6. Статистические характеристики шумов квантования.				16	
27	Передача непрерывных сообщений цифровыми методами				10	Опрос
28	Влияние флуктуационного шума квантования на качество передачи сообщений				6	Опрос
	Раздел 7. Основы теории разделения сигналов				16	
29	Основные понятия теории многоканальной передачи дискретных сообщений				4	Опрос
30	Постановка задачи разделения сигналов в цифровых многоканальных системах				4	Опрос
31	Способы разделения сигналов в синхронных многоканальных системах связи				4	Опрос
32	Способы разделения дискретных сигналов в асинхронных системах связи				4	Опрос
	Раздел 8. Оценка эффективности систем связи.	2			10	
33	Эффективность систем связи				6	Опрос
34	Анализ систем связи по их эффективности	2			4	Опрос
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого	8	4	4	136	
	Всего	20	8	8	314	

3.3 Учебно-методическая карта учебной дисциплины в заочной форме обучения для получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием

Номер раздела, темы по п.1	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний студентов
		ЛК	ПЗ	Лаб. зан.		
1	2	3	4	5	6	7
Семестр 3						
	Раздел 1 Математические модели сигналов	8	4	4	122	
1	Обобщенный ряд Фурье				14	Опрос
2	Ряды Фурье	2			12	Опрос
3	Ряд Уолша				12	Опрос, решение примеров, контрольная работа
4	Интеграл Фурье	2	2	2	12	Опрос, решение задач, защита лабораторной работы
5	Преобразование Фурье периодических сигналов				12	Контрольная работа
6	Дискретное преобразование Фурье				16	Опрос, решение задач
7	Энергетические характеристики сигналов		2		14	Контрольная работа
8	Сложные сигналы	2			16	Опрос
9	Теорема Котельникова	2		2	14	Защита лабораторной работы
	Раздел 2. Модуляция сигналов	4			56	
10	Импульсно-кодовая модуляция	2			12	Опрос
11	Амплитудная модуляция сигналов				10	Опрос
12	Фазовая модуляция сигналов	2			12	Опрос, контрольная работа
13	Частотная модуляция сигналов				12	Контрольная работа
14	Модуляция шумоподобного сигнала				10	
	Текущая аттестация					Экзамен

	Итого	12	4	4	178	
Семестр 4						
	Раздел 3. Математические модели каналов связи				12	
15	Непрерывные каналы. Математические модели				6	Опрос
16	Дискретные каналы. Математические модели				6	Опрос
	Раздел 4. Основы теории передачи информации	2	2		34	
17	Энтропия источника дискретных сообщений				10	Опрос
18	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала	2	2		10	Опрос, решение задач, контрольная работа
19	Дифференциальная энтропия				4	Контрольная работа
20	Информационные характеристики непрерывного источника и непрерывного канала				10	Опрос, контрольная работа
	Раздел 5. Основы помехоустойчивости систем связи	4	2	4	48	
21	Критерии оптимального приема дискретных сигналов, известных точно				12	Опрос
22	Синтез оптимального приемника дискретных сигналов, известных точно	2		4	8	Опрос, защита лабораторной работы, контрольная работа
23	Сравнительный анализ помехоустойчивости дискретных сигналов, известных точно	2			8	Опрос, решение задач, контрольная работа
24	Прием дискретного сигнала со случайными параметрами				8	Опрос, решение задач, контрольная работа
25	Качественные показатели оптимального некогерентного приема дискретных сигналов		2		6	Контрольная работа
26	Методы приема дискретных сообщений в каналах с рассеянием				6	Опрос, контрольная работа
	Раздел 6. Статистические характеристики				16	

	шумов квантования.					
27	Передача непрерывных сообщений цифровыми методами				10	Опрос
28	Влияние флуктуационного шума квантования на качество передачи сообщений				6	Опрос
	Раздел 7. Основы теории разделения сигналов				16	
29	Основные понятия теории многоканальной передачи дискретных сообщений				4	Опрос
30	Постановка задачи разделения сигналов в цифровых многоканальных системах				4	Опрос
31	Способы разделения сигналов в синхронных многоканальных системах связи				4	Опрос
32	Способы разделения дискретных сигналов в асинхронных системах связи				4	Опрос
	Раздел 8. Оценка эффективности систем связи.	2			10	
33	Эффективность систем связи				6	Опрос
34	Анализ систем связи по их эффективности	2			4	Опрос
	Текущая аттестация					экзамен
	Итого	8	4	4	136	
	Всего	20	8	8	314	

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ
УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Перечень учебных дисциплин	Кафедра, обеспечивающая учебную дисциплину по п. 1	Предложения об изменениях в содержании по изучаемой учебной дисциплине	Подпись заведующего кафедрой, обеспечивающей учебную дисциплину по п. 1 (с указанием номера и даты заседания кафедры)
1	2	3	5
Основы теории информации	Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций	–	Протокол № 13 от 10.06.2015
Прикладная теория кодирования	Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций	–	Протокол № 13 от 10.06.2015
Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	Кафедра систем телекоммуникаций	–	Протокол № 18 от 08.06.2015
Функциональные устройства инфокоммуникаций	Кафедра защиты информации	–	Протокол № 19 от 10.06.2015
Цифровые телекоммуникационные системы	Кафедра систем телекоммуникаций	–	Протокол № 18 от 08.06.2015
Методы формирования и обработки телекоммуникационных сигналов	Кафедра систем телекоммуникаций	–	Протокол № 18 от 08.06.2015
Спутниковые и радиорелейные системы передачи	Кафедра систем телекоммуникаций	–	Протокол № 18 от 08.06.2015
Проектирование инфокоммуникационных сетей	Кафедра систем телекоммуникаций	–	Протокол № 18 от 08.06.2015
Системы подвижной радиосвязи и радиоопределения	Кафедра систем телекоммуникаций	–	Протокол № 18 от 08.06.2015
Основы теории телетрафика	Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций	–	Протокол № 13 от 10.06.2015

Заведующий кафедрой
защиты информации

Л.М.Лыньков