

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет радиотехники и электроники

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан РЭФ

профессор, д.т.н. Хрусталева  
Владимир Александрович

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы и сети связи с подвижными объектами

ООП: специальность 210402.65 Средства связи с подвижными объектами

Шифр по учебному плану:

Факультет: радиотехники и электроники очная форма обучения

Курс: 1, семестр: 1

Лекции: 34

Практические работы: 34 Лабораторные работы: -

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 1

Самостоятельная работа: 34

Экзамен: 1 Зачет: -

Всего: 102

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 654400 Телекоммуникации.(№ 20 тех/дс от 10.03.2000)

, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Теоретических основ радиотехники протокол № 3 от 22.06.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Райфельд Михаил Анатольевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Спектор Александр Аншелевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Спектор Александр Аншелевич

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
<b>СД.02</b>	Системы и сети связи с подвижными объектами: общие принципы построения систем подвижной радиосвязи; международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования, применяемые в России; пакетные радиосети; подвижные спутниковые службы; архитектура сетей; методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена; системы сетевого управления, системы сигнализации; планы и диапазоны частот, понятие о кластере; виды услуг, предоставляемых в сетях СПР; основы проектирования СПР; методы частотно-территориального планирования; параметры радиоканала; модели предсказания уровня сигнала; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети; проблемы ЭМС; глобальная связь через ИСЗ; глобальная информационная система (ГИС); место России в ГИС; системы подвижной связи третьего поколения.	<b>102</b>

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

### Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС ВПО № 20тех/дс от 10.03.2000
Адресат курса	Студенты 4-5 курса, обучающиеся по специальности 210402 Средства связи с подвижными объектами
Основная цель (цели) дисциплины	техническое обслуживание оборудования систем коммутации и сетей связи, многоканальных систем и направляющих систем электросвязи, средств оп-тической связи, предприятий радиосвязи и телерадиовещания, систем и средств подвижной радиосвязи; разработка проектов коммутационных станций, узлов и сетей электросвязи; оптических линий связи для различ-ных участков телекоммуникационных сетей; многоканальных систем с уче-том направляющих систем электросвязи; стационарных систем и устройств радиосвязи и телерадиовещания; сетей, систем и устройств подвижной радиосвязи; - проектирование и модернизация отдельных устройств и блоков систем связи; - проектирование и внедрение специальных технических и программно-математических средств защиты информации в телекоммуникационных системах; применение методов анализа, синтеза и

	<p>оптимизации структуры телекоммуникационных сетей; многоканальных систем и на-правляющих систем электросвязи; систем оптической связи; систем радио-связи и телерадиовещания; сетей подвижной радиосвязи и составляющих их элементов; - разработка и использование методов математического и фи-зического моделирования в процессе исследования и оптимизации пара-метров отдельных элементов и систем связи в целом;</p>
Ядро дисциплины	<p>общие принципы построения систем подвижной радиосвязи (СПР) основы проектирования СПР современные цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования</p>
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	<p>Предшествующие по учебному плану дисциплины:  1. Теория электрической связи  2. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей  3. Основы теории систем связи с подвижными объектами</p>
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	<p>1. Знать основные выводы теории электросвязи, касающиеся кодирования источников, помехоустойчивого кодирования, помехоустойчивых видов модуляции сообщений. Иметь представления об основных моделях каналов связи.  2. Знать основные закономерности построения сетей связи, основные типы сетей связи, а также основы теории трафика сетей.  3. Знать принципы построения систем подвижной связи, а также основных элементов систем.</p>
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	<p>1. Учебная деятельность в 8-м семестре включает в себя посещение лекций, выполнение и защи-ту лабораторных работ, а также выполнение и защиту РГР. РГР состоит из двух частей. Первая часть представляет собой четыре небольшие типовые задачи из различных разделов теории связи, вторая - более сложная расчетная задача по разработке эквалайзера для многолучевого канала. РГР оформляется в виде пояснительной записки, которая включает в себя титульный лист, исходные данные и решение задачи. Курсовая работа оформляется в виде пояснительной записки, которая включает в себя титульный лист, исходные данные, результаты расчетов час-отно-территориального планирования и бюджета радиолинии..  2. Учебная деятельность в 9-м семестре включает в себя посещение лекций, выполнение и защи-ту лабораторных работ, а также выполнение и защиту курсовой работы. Курсовая работа предполагает: 1. частотно-территориальное планирование сотовой сети с учетом помехи по соседнему каналу; 2. расчет бюджета радиолинии в цифровой сотовой системе связи (расчет мощности передатчика базовой станции, расчет интервала повторного использования частот).  3. Промежуточный контроль - расчетно-графическая работа, курсовая работа. Итоговый контроль - курсовой экзамен в устной форме (по окончанию 8-го семестра) и государственный экзамен по специальности (по окончанию 9-го семестра).</p>

### 3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	Об общих принципах построения систем подвижной радиосвязи
2	О пакетных радиосетях
3	Об архитектуре сетей
4	О системах сетевого управления
5	О системах сигнализации
6	О проблемах ЭМС
знать	
7	Международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования, применяемые в России
8	Методы модуляции
9	Методы многостанционного доступа
10	Протоколы обмена
11	Методы частотно-территориального планирования
12	Модели предсказания уровня сигнала
13	Виды услуг, предоставляемых в сетях СПР
14	Планы и диапазоны частот
15	Системы подвижной связи третьего поколения
уметь	
16	Расчитывать основные параметры частотного плана
17	Расчитывать параметры станций и трафик сети
18	Расчитывать параметры радиоканала
иметь опыт (владеть)	
19	Моделирования многолучевых каналов с замираниями, канальных кодеров и кодеров речи в среде MatLab (Simulink)
20	Расчёта радиолинии с заданными параметрами
21	Расчёта размера соты и интервала повторного использования частот
22	Расчёта уровня обслуживания сети
23	Применения mDSL модемов в проводных линиях связи

### 4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8		
Модуль: Основные понятия и термины; особенности построения подвижных сетей связи; основные проблемы при построении сетей подвижной связи и способы их преодоления		

Дидактическая единица: параметры радиоканала; модели предсказания уровня сигнала		
Каналы связи и их характеристики. Каналы связи с МСИ и АБГШ. Математические модели каналов связи. Цифровые модели каналов связи.	4	19, 20, 6
Цифровая связь через многолучевые каналы с замираниями. Способы борьбы с ухудшениями характеристик связи, вызванными эффектами замирания.	4	12, 19, 20, 6
Дидактическая единица: методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена		
Синтез сигналов для ограниченных по полосе каналов. Синтез ограниченных по полосе сигналов с контролируемой МСИ.	4	12, 18, 20, 6, 8
Синтез оптимальных приемников Эквалайзеры Витерби. Линейное выравнивание.	4	12, 18, 19, 20, 6, 8
Методы цифровой модуляции, используемые в современных системах связи. Модуляция с эффективным использованием полосы частот. Построение модуляторов и демодуляторов.	4	12, 18, 20, 6, 8
Дидактическая единица: проблемы ЭМС		
Канальное кодирование. Блочное и сверточное кодирование. Декодер Витерби.	4	12, 18, 19, 20, 6, 8
Методы кодирования речи в современных цифровых системах связи. Во-кодеры.	4	12, 18, 19, 20, 6
Дидактическая единица: методы многостанционного доступа; протоколы обмена		
Методы множественного доступа. Множественный доступ с частотным, временным и кодовым разделением каналов. Каналы со случайным доступом. Методы дуплексной передачи.	4	18, 9
Дидактическая единица: системы сетевого управления, системы сигнализации		
Сети с коммутацией каналов и пакетов. Протокол Х.25. Модель OSI. Система сигнализации ОКС №7.	2	10, 2, 4, 5
Семестр: 9		
Модуль: Классификация существующих сетей подвижной связи. Общее описание их архитектуры, элементов и принципов функционирования		
Дидактическая единица: международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования, применяемые в России		
Общие сведения о сетях подвижной связи. Общие сведения о сотовых, транкинговых, спутниковых сетях, сетях персонального радиовызова и бесшнуровой телефонии. Стандарт DECT.	4	1, 13, 3, 7
Дидактическая единица: общие принципы построения систем подвижной радиосвязи		
Сети транкинговой связи. Общие принципы построения транкинговых сетей. Популярные	4	1, 10, 13, 3, 4, 5, 7

стандарты аналоговых и цифровых транкинговых сетей (MPT1327, TETRA).		
Принципы функционирования сотовой сети. Методы увеличения абонентской емкости. Переключения в сотовой сети. Принципы регулирования трафика.	4	10, 11, 14, 16, 17, 21, 22, 3, 4, 5
Дидактическая единица: планы и диапазоны частот, понятие о кластере; виды услуг, предоставляемых в сетях СПР		
Принципы сотовой связи. Организация сотовой сети. Элементы сотовой сети. Понятие кластера.	4	1, 13, 3, 7
Дидактическая единица: глобальная связь через ИСЗ; глобальная информационная система (ГИС)		
Системы спутниковой связи. Группировки спутников. Характеристики спутниковых каналов связи. Принципы управления в спутниковых сетях связи.	2	1, 10, 13, 14, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9
Модуль: Основы проектирования сетей подвижной связи и расчета их основных параметров		
Дидактическая единица: основы проектирования СПР; методы частотно-территориального планирования		
Расчет параметров частотно территориального планирования в системах сотовой связи.	4	11, 16, 21, 3, 7
Модуль: Описание стандартов конкретных систем подвижной связи		
Дидактическая единица: международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования, применяемые в России		
Основные стандарты сотовых систем первого поколения (NMT450,900, AMPS). Архитектура и принципы функционирования сетей первого поколения. Протоколы обмена.	4	1, 10, 11, 13, 14, 3, 4, 5, 7
Сотовые системы второго поколения (D-AMPS,GSM,CDMA). Архитектура и функционирование систем второго поколения. Аутентификация пользователей. Протоколы обмена.	4	1, 10, 11, 13, 14, 3, 4, 5, 7, 9
Структура протоколов Um систем сотовой связи второго поколения. Стандарты IS 54, IS 136, GSM, IS 95. Логические каналы управления и трафика систем D-AMPS,GSM,CDMA. Системы сотовой связи третьего поколения.	4	1, 10, 13, 15, 3, 4, 5, 9

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Модуль: Основные понятия и			

термины; особенности построения подвижных сетей связи; основные проблемы при построении сетей подвижной связи и способы их преодоления			
Дидактическая единица: параметры радиоканала; модели предсказания уровня сигнала			
Каналы связи	Изучение математических моделей каналов связи, используемых при проектировании сетей подвижной связи. В лабораторной работе исследуются каналы с АБГШ и многолучевые каналы с замираниями. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).	4	12, 18, 19, 20, 6
Блочное и сверточное кодирование канала связи	Изучение блочного и сверточного кодирования сигналов, используемого в системах подвижной связи. В лабораторной работе исследуется влияние кодирования сигналов на вероятность ошибок, возникающих при прохождении сигналов через многолучевые и АБГШ каналы. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).	4	12, 18, 19, 20, 6, 8
Дидактическая единица: методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена			
Помехоустойчивые спектрально эффективные виды модуляции (BPSK, DBPSK, QPSK, OQPSK, MSK)	Изучение влияния многолучевого и АБГШ каналов на помехоустойчивые и спектрально эффективные виды цифровой модуляции, используемые в системах подвижной связи. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab	4	12, 18, 19, 6, 8

	(Simulink).		
Модуль: Описание стандартов конкретных систем подвижной связи			
Дидактическая единица: методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена			
Вокодеры	Исследование работы вокодеров, и современных алгоритмов кодирования речевых сигналов, используемых в системах связи (рассматриваются кодеки TETRA, MELP). Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink), а также программ - эмуляторов соответствующих кодеков.	4	12, 18, 6, 7
Семестр: 9			
Модуль: Описание стандартов конкретных систем подвижной связи			
Дидактическая единица: общие принципы построения систем подвижной радиосвязи			
Исследование прямого канала трафика системы IS-95	Изучается влияние многолучевого и АБГШ каналов на работу прямого канала трафика системы CDMA. Исследуется работа RAKE-приемника. Изучаются методы модуляции, кодирования, дос-пуа, а также протоколы обмена в прямых каналах трафика и управления IS-95, рассматриваются логические каналы управления и трафика в прямом направлении. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).	4	1, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 7, 8, 9
Исследование обратного канала трафика системы IS-95	Изучается влияние многолучевого и АБГШ каналов на работу	4	1, 10, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 3,

	<p>обратного канала трафика системы CDMA.</p> <p>Исследуется работа RAKE-приемника.</p> <p>Изучаются методы модуляции, кодирования, дос-пуа, а также протоколы обмена в обратных кана-лах трафика и управления IS-95, рассматриваются логические каналы управления и трафика в обрат-ном направлении.</p> <p>Исследования проводятся с ис-пользованием моделей MatLab (Simulink).</p>		4, 7, 8, 9
<p>Модуль: Классификация существующих сетей подвижной связи. Общее описание их архитектуры, эле-ментов и принципов функционирования</p>			
<p>Дидактическая единица: системы сетевого управления, системы сигнализации</p>			
<p>Технология ADSL</p>	<p>Изучаются свойства протоколов xDSL на примере ADSL модема.</p> <p>Изучаются используемые в этих системах типы модуляции, кодирования и прото-колы обмена, используемые каналы связи. Иссле-дования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).</p>	4	1, 10, 12, 13, 14, 16, 23, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
<p>Изучение элементов сети GSM</p>	<p>Изучается влияние многолучевого и АБГШ кана-лов на работу каналов связи системы GSM. Иссле-дуются характеристики отдельных элементов эфирного интерфейса GSM - канального коде-ра/декодера и модулятора/демодулятора.</p> <p>Исследо-вания проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).</p>	4	1, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

## 5. Самостоятельная работа студентов

### Семестр- 8, РГЗ

Примеры типовых задач, используемых в РГЗ - 20 час.

#### Задача 1

При передаче сигнала используется DPSK. Скорость передачи информационных двоичных символов составляет 10 кБит/с. Используется кодирование (7,4). Достаточно ли значение отношения средней мощности сигнала к СПМ шума на входе  $P_r/N_0 = 48$  дБГц для получения вероятности ошибки 0.0001 на выходе декодера.

#### Задача 2

Выбрать модуляцию и код коррекции ошибок для системы связи, работающей с каналом АБГШ при доступной полосе пропускания 2400 Гц,  $E_b/N_0 = 14$ дВ. Требуемые скорость передачи информации и вероятность битовой ошибки 9.6 кбит/с и 0.00001. Выбирать можно из двух типов модуляции - некогерентные ортогональные 8 - FSK и 16 -QAM при детекторах, использующих согласованные фильтры. При выборе кода также возможны две альтернативы - код БЧХ (127,92) или сверточный код со скоростью 1/2.

#### Задача 3

Выбрать код коррекции ошибок для системы связи, работающей с каналом АБГШ, в которой применяется модуляция 8 - PSK и код Грея. Требуемая вероятность битовой ошибки после де-кодирования - 0.000001 при отношении средней мощности сигнала к СПМ шума на входе  $P_r/N_0 = 70$  дБГц и скорости передачи 1 Мбит/с. Выбирать можно из следующих кодов: расширенный код Голея (24,12), код БЧХ(127,64) или код БЧХ(127,36).

#### Задача 4

Телефонный модем работает со скоростью 28.8 Кбит/с. в полосе 3429 Гц. Используется решетчатое кодирование QAM. Рассчитать эффективность использования полосы частот. Для канала АБГШ при  $E_b/N_0 = 10$  дВ рассчитать теоретически доступную пропускную способность в данной полосе.

Пример задачи по расчету эквалайзера для многолучевого канала, используемой в РГР

Эквивалентная модель системы связи, включающая каскадное соединение аналогового формирующего фильтра передатчика, канала с МСИ и АБГШ, согласованного фильтра приемника со стробируемым выходом и обесцвечивающего фильтра, задается с помощью трансверсального фильтра дискретного времени с коэффициентами :  $f_0 - 0.707$ ,  $f_1 - 0.707$ , СПМ белого шума составляет 0.5.

1. Найти оптимальные коэффициенты ячеек трехячеечного линейного эквалайзера основанного на критерии минимума СКО.

2. Определить остаточную МСИ и дисперсию шума на выходе трехячеечного эквалайзера с оптимальными коэффициентами ячеек.

### Семестр- 8, Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену - 20 час.

### Семестр- 8, Подготовка к занятиям

Проработка лекций - 21 час.

### Семестр- 9, Курсовая работа

Вариант исходных данных для курсовой работы - 2 час.

Частота несущего колебания (МГц.) - 900

Скорость передачи (КБит/с) - 42

Полоса канала (КГц) - 42

Вид модуляции - GMSK

Вариант исходных данных для курсовой работы

Частота несущего колебания (МГц.) - 900

Скорость передачи (КБит/с) - 42

Полоса канала (КГц) - 42  
Вид модуляции - GMSK  
Разнесение - 2-х  
Схема объединения - Оптимальное сложение  
Схема демодуляции - Когерентная демодуляция  
Коэффициент шума (дБ) - 3  
Вид замирания в канале связи - Релеевское  
Вероятность битовой ошибки -  $5e-4$   
СКО лог. норм. затенения (дБ) - 4  
Параметр распространения - 3.5  
Высота антенны базовой станции (м) - 25  
Высота антенны мобильной станции (м) - 1.5  
Коэфф. усиления приемной антенны - 1  
Коэфф. усиления перед. антенны - 1  
Радиус соты (км) - 2.5  
Вероятность потери связи в пределах соты - 0.05  
**Семестр- 9, Индив. работа**  
Подготовка к экзамену - 6 час.  
**Семестр- 9, Подготовка к занятиям**  
Проработка лекций - 1 час.

## **6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине**

Формой отчетности по дисциплине в 8-м семестре является курсовой экзамен. Для допуска к курсовому экзамену студент должен выполнить и защитить все лабораторные работы, а также выполнить и защитить РГР. Экзамен проводится в устной форме и включает в себя 2 вопроса по лекционному курсу.

Формой отчетности по дисциплине в 9-м семестре является государственный экзамен по специальности. Для допуска к государственному экзамену по специальности студент должен выполнить и защитить все лабораторные работы, а также выполнить и защитить курсовую работу. Экзамен проводится в устной форме и включает в себя 1 вопрос по лекционному курсу

## 7. Список литературы

### 7.1 Основная литература

#### В печатном виде

1. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 550400 - "Телекоммуникации" и по направлению подготовки дипломированных специалистов , 654400 - "Телекоммуникации" / В. А. Галкин. - М., 2007. - 432 с. : ил. - Рекомендовано УМО.

### 7.2 Дополнительная литература

#### В печатном виде

1. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. – М. : Горячая линия-Телеком, 2006. – 529 с.
2. Средства связи с подвижными объектами : методическое руководство к лабораторным работам по курсам "Основы теории систем связи с подвижными объектами" и "Системы и сети связи с подвижными объектами" для студентов 4 курса факультета радиотехники, электроники и физики (радиотехническое направление) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. : А. А. Спектор, М. А. Райфельд]. - Новосибирск, 2004. - 60 с. : ил.
3. Феер К. Беспроводная цифровая связь: методы модуляции и расширения спектра / К. Феер ; пер. с англ. под ред. В. И. Журавлева ; [Федер. прогр. поддержки книгоизд. России]. – М. : Радио и связь, 2000. – 518,[1] с.
4. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр ; [пер. с англ. Е. Г. Грозы и др.]. – М. [ и др.] : Вильямс, 2003. – 1104 с.
5. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети = Wireless Communications and Networking / В. Столлингс ; [пер. с англ. А. В. Высоцкого и др.]. – М. [и др.] : Вильямс, 2003 (СПб. : ГПП Печ. Двор). – 638 с.
6. Прокис Д. Д. Цифровая связь : пер. с англ. / Прокис Дж. ; под ред. Д. Д. Кловского. - М., 2000. - 797 с. : ил., табл.
7. Карташевский В. Г. Сети подвижной связи / В. Г. Карташевский, С. Н. Семенов, Т. В. Фирстова. – М. : Эко-Трендз, 2001. – 299 с. – (Инженерная энциклопедия Технологии электронных коммуникаций).
8. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи / Ю. А. Громаков. – М. : АОЗТ «Мобил. Телесистемы» : АО «Эко-Трендз», 1997. – 239 с.
9. Ратынский М. В. Основы сотовой связи / М. В. Ратынский ; под ред. Д. Е. Зиминой. - М., 2000. - 248 с. : ил.

## 8. Методическое и программное обеспечение

### 8.1 Методическое обеспечение

#### В печатном виде

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные

телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.

**В электронном виде**

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : методические указания к лабораторным работам № 1-3 для студентов 3 курса РЭФ по специальностям 210402- Средства связи с подвижными объектами и 210404- Многоканальные телекоммуникационные системы / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Н. Галянтич]. - Новосибирск, 2007. - 21, [2] с. : ил.. - Режим доступа:  
<http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/3316.rar>

## 9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Экзаменационные вопросы по 1-й части курса (курсовой экзамен):

1. Исторический обзор развития систем цифровой связи. Элементы и структура систем цифровой связи.
2. Каналы связи и их характеристики. Математические модели каналов связи. Канал АБГШ.
3. Многолучевые каналы связи с замираниями. Характеристики многолучевых каналов с замираниями. Корреляционная функция канала. Многолучевое рассеяние. Профиль многолучевой интенсивности. Полоса частотной когерентности.
4. Многолучевые каналы связи с замираниями. Характеристики многолучевых каналов с замираниями. Спектр мощности. Доплеровское рассеяние. Интервал временной когерентности.
5. Статистические модели для каналов с замираниями. Замирание огибающей. Использование распределение Райса и Рэлея для описания многолучевых каналов с замираниями.
6. Доплеровское рассеяние (физическая причина и общее представление). Быстрые и медленные замирания.
7. Временное рассеяние (физическая причина и общее представление). Частотно-селективные и амплитудные замирания. Явление межсимвольной интерференции.
8. Борьба с ухудшением характеристик связной системы, вызванными эффектами замирания. Борьба с неселективными по частоте медленными замираниями. Виды разнесения.
9. Борьба с искажениями, вызванными частотно - селективными замираниями. Эквалайзер с обратной связью по решению (DFE).
10. Эквалайзер Витерби (MLSE).
11. Расширение спектра методом прямой последовательности (DS/SS).
12. Расширение спектра методом скачков частоты (FH/SS). Ортогональное уплотнение с частотным разделением (OFDM).
13. Борьба с искажениями, вызванными быстрыми замираниями. Использование специальных видов модуляций.
14. Кодирование и чередование.
15. Кодирование источника с целью устранения избыточности. Кодирование речи. Вокодеры линейного предсказания. Структура классического вокодера линейного предсказания.
16. Современные подходы к построению вокодеров линейного предсказания. Фильтры кратко-временного и долговременного предсказания. Методы кодирования сигнала возбуждения.
17. Кодек VSELP.
18. Задача канального кодирования. Блочное кодирование. Корректирующие свойства кода. Коды с контролем четности.
19. Линейные блочные коды (систематические).
20. Циклические коды.
21. Сверточное кодирование. Структура и методы описания сверточного кодера.
22. Алгоритм сверточного декодирования Витерби. Реализация алгоритма Витерби.
23. Корректирующие свойства сверточных кодов. Мягкое и жесткое декодирование.
24. Понятие цифровой модуляции/демодуляции. Понятие узкополосной (baseband) модуляции и полосовой модуляции (bandpass). Методы представления полосовых сигналов.
25. Задача синтеза сигналов для ограниченных по полосе каналов. Основы передачи сигналов по каналам с ограниченной полосой без межсимвольной интерференции.
26. Теорема Найквиста о минимальной полосе канала.
27. Реализуемые канальные фильтры. Фильтр приподнятого косинуса.
28. Использование сигналов с контролируемой МСИ. Сигналы с парциальным откликом.
29. Детектирование данных при контролируемой МСИ. Посимвольное субоптимальное детектирование. Максимально правдоподобное последовательное детектирование.
30. Оптимальный приемник максимального правдоподобия для каналов с МСИ и АБГШ.

31. Алгоритм Витерби для модели фильтрового канала с дискретным временем и белым шумом.
32. Линейное выравнивание. Критерий пикового искажения.
33. Линейное выравнивание. Критерий минимума среднеквадратической ошибки.
34. Виды модуляций, используемых в цифровых системах связи. Спектрально и энергетически эффективные виды модуляций. Модуляция BPSK.
35. Дифференциальные виды модуляций. Модуляция DBPSK.
36. Модуляция QPSK и OQPSK.
37. Модуляция MSK.
38. Понятие множественного доступа. Варианты множественного доступа.
39. Пропускная способность методов множественного доступа (FDMA и TDMA).
40. Пропускная способность методов множественного доступа (CDMA).

Экзаменационные вопросы 2-й части курса, вынесенные на гос. экзамен по специальности:

1. Общие сведения о сетях подвижной связи.
2. Принципы построения сетей транкинговой связи.
3. Аналоговые стандарты транкинговой связи. Транкинговые сети протокола MPT 1327.
4. Транкинговые сети стандарта TETRA.
5. Сети персонального радиовызова. Принципы построения пейджинговых сетей.
6. Принципы сотовой связи. Организация сотовой сети. Способы увеличения пропускной способности.
7. Многократное использование частот.
8. Общие принципы функционирования системы сотовой связи.
9. Переключения в сотовых системах. Стратегии переключения.
10. Регулирование мощности в сотовых системах.
11. Регулирование трафика.
12. Основные модели, используемые при расчете трафика.
13. Расчет параметров частотно-территориального планирования в системах сотовой связи.
14. Определение мощности передатчика и интервала повторного использования частот.
15. Элементы систем сотовой связи. Интерфейсы сотовых систем.
16. Основные характеристики и эфирный интерфейс системы NMT
17. Обслуживание вызова в сетях NMT.
18. Основные характеристики и эфирный интерфейс системы AMPS.
19. Принципы функционирования системы AMPS.
20. Общая характеристика систем второго поколения GSM, D-AMPS, IS-95.
21. Общие принципы проектирования эфирного интерфейса систем TDMA.
22. Понятие частотных, физических и логических каналов в TDMA.
23. Эфирный интерфейс системы D-AMPS. Каналы управления и трафика стандартов IS-54 и IS-136.
24. Логические каналы управления стандарта IS-136.
25. Обслуживание вызовов в системе D-AMPS.
26. Эфирный интерфейс системы GSM.
27. Структура логических каналов системы GSM.
28. Функционирование системы GSM.
29. Основные принципы построения систем с CDMA.
30. Сотовые сети стандарта IS-95.
31. Параметры спутника и элементы системы спутниковой связи. Спутниковые орбиты.
32. Характеристики спутниковых каналов связи. Конфигураций спутниковых сетей.
33. Распределение пропускной способности спутниковых систем (частотное разделение).
34. Распределение пропускной способности спутниковых систем (временное разделение).