

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: направление 210400.62 Телекоммуникации

Шифр по учебному плану: СД.Ф.2

Факультет: радиотехники и электроники очная форма обучения

Курс: 4, семестр: 8

Лекции: 28

Практические работы: - Лабораторные работы: 14

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 8

Самостоятельная работа: 32

Экзамен: - Зачет: 8

Всего: 74

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 550400 Телекоммуникации.(№ 18 тех/бак от 10.03.2000)

СД.Ф.2, 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
СД.Ф.2	<p>Концептуальная записка по направлению 210400.62 Телекоммуникации</p> <p>Системы и сети связи с подвижными объектами:</p> <ul style="list-style-type: none"> - архитектура сетей; методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена; - системы сетевого управления, системы сигнализации; - общие принципы построения систем подвижной радиосвязи; международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования; - планы и диапазоны частот, понятие о кластере; виды услуг, предоставляемых в сетях СПР; основы проектирования СПР; методы частотно-территориального планирования; - расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети 	74

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	Решение Ученого совета РЭФ протокол №3 от 19.03.2008
Адресат курса	Студенты 4 курса, обучающиеся по направлению 210400 Телекоммуникации
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 ра-диосвязи; - 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 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;
Ядро дисциплины	общие принципы построения систем подвижной радиосвязи (СПР) основы проектирования СПР современные цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Предшествующие по учебному плану дисциплины: 1. Теория электрической связи 2. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей 3. Основы теории систем связи с подвижными объектами
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	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.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	1. Учебная деятельность включает в себя посещение лекций, выполнение и защи-ту лабораторных работ, а также выполнение и защиту РГЗ. РГЗ 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. РГЗ оформляется в виде пояснительной записки, которая включает в себя титульный лист, исходные данные и решение задачи. 2. Промежуточный контроль - расчетно-графическая работа. Итоговый контроль - курсовой зачёт в устной форме

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: архитектура сетей; методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена		
Цифровая связь через многолучевые каналы с замираниями. Способы борьбы с ухудшениями характеристик связи, вызванными эффектами замирания. Методы цифровой модуляции, используемые в современных системах связи. Модуляция с эффективным использованием полосы частот. Построение модуляторов и демодуляторов.	2	12, 19, 20, 6
Методы кодирования речи в современных цифровых системах связи. Вокодеры. Канальное кодирование. Блочное и сверточное кодирование. Декодер Витерби.	2	12, 18, 19, 20, 6, 8
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 X.25. Модель OSI. Система сигнализации ОКС №7.	4	10, 2, 4, 5
Модуль: Описание стандартов конкретных систем подвижной связи		
Дидактическая единица: общие принципы построения систем подвижной радиосвязи; международные, федеральные и региональные стандарты на цифровые и аналоговые СПР общего, персонального и корпоративного пользования		
Общие сведения о сетях подвижной связи. Общие сведения о сотовых, транкинговых, спутниковых сетях, сетях персонального радиовызова и бесшнуровой телефонии. Стандарт DECT.	4	1, 10, 13, 3, 4, 5, 7
Модуль: Классификация существующих сетей подвижной связи. Общее описание их архитектуры, элементов и принципов функционирования		
Дидактическая единица: планы и диапазоны частот, понятие о кластере; виды услуг, предоставляемых в сетях СПР; основы проектирования СПР; методы частотно-территориального планирования		
Принципы сотовой связи. Организация сотовой сети. Элементы сотовой сети. Понятие кластера.	4	1, 13, 3, 7
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
Модуль: Основы проектирования сетей подвижной связи и расчета их основных параметров		
Дидактическая единица: расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети		
Расчет параметров частотно территориального планирования в системах сотовой связи.	4	11, 16, 21, 3, 7

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 8			
Модуль: Описание стандартов конкретных систем подвижной связи			
Дидактическая единица: архитектура сетей; методы модуляции; методы многостанционного доступа; протоколы обмена			
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).	2	12, 18, 19, 20, 6
Модуль: Классификация существующих сетей подвижной связи. Общее описание их архитектуры, элементов и принципов функционирования			
Дидактическая единица: расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети			
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	4	12, 18, 19, 20, 6, 8

	через многолучевые и АБГШ каналы. Исследования проводятся с использованием моделей MatLab (Simulink).		
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 (Simulink).	4	12, 18, 19, 6, 8
Модуль: Основы проектирования сетей подвижной связи и расчета их основных параметров			
Дидактическая единица: планы и диапазоны частот, понятие о кластере; виды услуг, предоставляемых в сетях СПР; основы проектирования СПР; методы частотно-территориального планирования			
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

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 8, Подготовка к зачету

Подготовка ответов на вопросы - 10 час.

Семестр- 8, РГЗ

Примеры типовых задач, используемых в РГЗ - 12 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 занятиям

Проработка лекций - 10 час.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Формой отчетности по дисциплине является курсовой зачёт. Для допуска к зачёту студент должен выполнить и защитить все лабораторные работы, а также выполнить и защитить РГЗ. Зачёт проводится в устной форме и включает в себя 2 вопроса 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. Прокис Д. Д. Цифровая связь : пер. с англ. / Прокис Дж. ; под ред. Д. Д. Кловского. - М., 2000. - 797 с. : ил., табл.
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. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. – М. : Горячая линия-Телеком, 2006. – 529 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
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. Ратынский М. В. Основы сотовой связи / М. В. Ратынский ; под ред. Д. Е. Зимина. - М., 2000. - 248 с. : ил.
9. Громаков Ю. А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи / Ю. А. Громаков. – М. : АОЗТ «Мобил. Телесистемы» : АО «Эко-Трендз», 1997. – 239 с.

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

Вопросы зачёта (курсовой зачёт):

1. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа. Метод FDMA.
2. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа. Метод TDMA.
3. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа. Метод CDMA.
4. Методы дуплексной передачи данных.
5. Каналы со случайным доступом. Протокол ALOHA.
6. Каналы со случайным доступом. Протоколы CSMA.
7. Модель OSI.
8. Протокол X.25 для сетей с коммутацией пакетов.
9. Алгоритмы ARQ.
10. Общеканальная система сигнализации (ОКС №7).
11. Классификация систем подвижной связи. Системы персонального радиовызова.
12. Классификация систем подвижной связи. Системы бесшнуровой телефонии.
13. Классификация систем подвижной связи. Транкинговые системы.
14. Классификация систем подвижной связи. Сотовая телефония.
15. Классификация систем подвижной связи. Спутниковые системы радиосвязи.
16. Концепция системы сотовой подвижной связи.
17. Упрощенное планирование классической системы сотовой связи.
18. Использование секторизации сот для увеличения отношения сигнал/соканальная помеха.
19. Способы увеличения ёмкости сотовой системы. Секторинг.
20. Способы увеличения ёмкости сотовой системы. Сплиттинг
21. Способы увеличения ёмкости сотовой системы. Концепция микросотовых зон.
22. Распределение каналов в сотах. Учет межканальной помехи.
23. Элементы теории трафика применительно к сотовым системам.
24. Стратегии распределения каналов.
25. Общая характеристика систем сотовой подвижной связи первого поколения.