

**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

31/34/1

**Одобрено кафедрой
«Транспортная связь»**

**Утверждено
деканом факультета
«Управление процессами
перевозок»**

МОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

**Рабочая программа
для студентов VI курса**

специальности

**210700 АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ (АТС)**

специализации

210702 СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ (СПИ)



Москва – 2004

Программа составлена в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровня подготовки инженера путей сообщения по специальности 210700 (АТС).

С о с т а в и т е л и: канд. тех. наук, проф. С.С. КОСЕНКО
преп. Д.А. ПОКАЦКИЙ

© Российский государственный открытый технический университет путей сообщения Министерства путей сообщения Российской Федерации, 2004

1. ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы радиосвязи на железнодорожном транспорте являются важным средством управления перевозочным процессом. Средства радиосвязи позволяют повысить эффективность использования подвижных транспортных объектов, улучшить оперативное управление и обеспечить безопасность движения.

Наряду с традиционными радиотехническими системами – поездной, станционной и оперативно-ремонтной связи, в настоящее время широко применяются транкинговые, сотовые и спутниковые системы мобильной связи, которые являются предметом изучения курса “Радиотехнические системы железнодорожного транспорта” студентами специализации СПИ.

Развитие сетей мобильной связи происходит опережающими темпами по сравнению с традиционными радиотехническими системами. С каждым годом появляются новые средства мобильной связи, аппаратура с широким кругом возможностей, влияющие на саму технологию работы железнодорожного транспорта и изменяющие условия и специфику труда железнодорожников.

Поэтому цель преподавания дисциплины “Мобильные системы связи” – изложить основные принципы построения современных систем мобильной связи; дать основные характеристики аппаратуры сотовой и транкинговой связи; научить основным методам расчета энергетических параметров мобильных систем связи. Это достигается с помощью курса лекций, лабораторных и контрольных работ, а также самоподготовкой студентов по прилагаемому списку литературы.

Данная дисциплина является завершающей в цикле учебных дисциплин, формирующих уровень знаний современного инженера в области электросвязи не только на железнодорожном транспорте, но и в других отраслях народного хозяйства страны.

Программа этого курса базируется на передовых достижениях работников железнодорожного транспорта и других сфер деятельности, где необходимо оперативное и качественное решение задач управления в реальном масштабе времени.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучив дисциплину, студент должен:

2.1. Знать и уметь использовать:

теоретические положения курса;

принципы и стандарты проектирования систем мобильной связи на железнодорожном транспорте;

основные принципы построения, состав оборудования и характеристики систем мобильной связи;

основные методы расчета энергетических параметров мобильных систем связи;

диапазоны частот и виды модуляции в сотовых, транкинговых и спутниковых системах связи;

особенности распространения радиоволн и типы применяемых антенн в системах мобильной связи.

2.2. Владеть:

знаниями о тенденциях развития современных мобильных систем и перспективах их использования на железнодорожном транспорте для совершенствования управления технологическими процессами;

знаниями международных стандартов сетей подвижной радиосвязи, рекомендаций Международного союза электросвязи (МСЭ);

знаниями принципов построения профессиональных систем подвижной радиосвязи, систем персонального вызова, сотовых и транкинговых систем, систем беспроводных телефонов и спутниковых систем связи;

навыками выбирать оптимальную систему мобильной связи для различных отраслей хозяйства железных дорог;

навыками выбора диапазона частот и видов модуляции в мобильных системах связи;

навыками организации каналов в различных системах, управления в сетях связи;

навыками расчета сетей подвижной радиосвязи, определения энергетических параметров в системах мобильной связи.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Курс -VI
Общая трудоемкость дисциплины	110	
Аудиторные занятия:	16	
Лекции	8	
Лабораторный практикум	8	
Самостоятельная работа	79	
Контрольная работа	15	Одна
Вид итогового контроля		Дифферен.зачет (с оценкой)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ

Раздел дисциплины	Лекции, ч	Лабораторный практикум, ч
1. История развития, современные состояния и роль мобильных систем	0,5	
2. Классификация и стандарты систем мобильной связи	0,5	
3. Системы сухопутной подвижной радиосвязи. Общие принципы построения	1	
4. Транкинговые системы радиосвязи и системы персонального радиовызова	2	4
5. Сотовые системы подвижной связи. Системы беспроводных телефонов	2	4
6. Спутниковые системы связи	1	
7. Проектирование сетей мобильной связи	1	

4.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1

1.1. История развития систем мобильной связи. Современное состояние оснащенности мобильными средствами желез-

нодорожного хозяйства. Основные концепции развития этих средств до 2010 г. Передовой опыт управления перевозочным процессом и организации управления с использованием современных средств мобильной связи.

В данном разделе рассматривают хронологию разработок и использование средств мобильной связи, их роль в совершенствовании управления и развития железнодорожного транспорта, а также передовые достижения железных дорог.

[1, гл.1; 3, гл.1; 9]

Раздел 2

2.1. Сети подвижной радиосвязи общего пользования (СПРОП) и спутниковые системы связи (ССС) как совокупность технических средств (радиооборудование, антенны, коммутационное оборудование, соединительные линии и сопряжения), с помощью которых можно представить подвижным абонентам связь между собой и абонентами телефонной сети общего пользования (ТФОП). Международный союз электросвязи (МСЭ), международная электротехническая комиссия, Государственная комиссия по радиочастотам, Государственная инспекция электросвязи.

2.2. Профессиональные системы подвижной радиосвязи (PMR, PARM), системы персонального вызова (СПРВ), сотовые системы подвижной связи (ССПС), системы беспроводных телефонов общего пользования (СТ), спутниковые системы связи (ССС).

В данном разделе приводятся основы построения сетей мобильной связи, состав технических средств и их функциональное назначение. Дан перечень основных организаций, разрабатывающих международные стандарты для сетей подвижной радиосвязи, приводятся требования к аппаратуре радиосредств, рекомендованные Европейским институтом стандартов в области техники связи. Рассматриваются общие характеристики систем подвижной радиосвязи, персонального вызова, беспроводных телефонов общего пользования и систем сотовой и спутниковой радиосвязи.

[2, гл.1; 2; 3, гл.1; 4, гл.2; 3; 5]

Раздел 3

3.1. Структурная схема системы сухопутной подвижной радиосвязи (ССПР). Направленность связи. Способы управления, координированные и некоординированные ССПР. Радиальные, линейные и территориальные зоны обслуживания. Категории обслуживания и число обслуживаемых абонентов, спектральная эффективность. Виды соединений с коммутируемой телефонной сетью общего пользования (ТФСОР, PSTN), сетью пакетной передачи (PDN), цифровой сетью интегрального обслуживания (ЦСИО, ISDN). Диапазоны частот и виды модуляции в ССПР. Методы разделения режимов передачи и приема. Частотный и временной ТДД дуплексы. Разделение каналов. Многостанционный доступ с частотным (МДЧР, FDMA) временным (МДВР, TDMA), кодовым (МДКР, CDMA), пространственным (МДПР, SDMA) разделениями каналов. Характер распространения радиоволн в диапазонах частот ССПР, классификация помех, проблемы ЭМС. Не основные излучения передатчиков: внеполосные и побочные на гармониках, субгармониках, паразитные, комбинационные, интермодуляционные.

В данном разделе рассматриваются общие структурные схемы построения систем сухопутной подвижной радиосвязи. Даются понятия способов управления сетями, зон обслуживания, видов соединений, методов доступа. Важное внимание уделяется видам модуляции, методам разделения каналов, особенностям распространения радиоволн и видам помех, которые в целом влияют на электромагнитную совместимость мобильных систем связи.

[2, гл.2; 3, гл.3, 4; 4, гл. 1, 2, 3; 8, гл.7]

Раздел 4

4.1. Профессиональные системы с закрепленными за абонентами каналами связи и со свободным доступом абонентов к общему частотному ресурсу (транкинговые). Транкинговые системы со сканирующим поиском свободного канала, с выделенным каналом управления, с совмещенным каналом управления. Стандарты МРТ на системы транкинговой связи.

Транкинговые системы LTR. Общеввропейские транкинговые системы подвижной радиосвязи стандартов TETRA и GSM-R.

4.2. Современные и перспективные системы персонального радиовызова (СПРВ). СПРВ, использующие код POCSAG. Код ERMES в СПРВ. Объединение стандартов POCSAG, ERMES и FLEX.

В данном разделе рассматриваются принципы построения транкинговых сетей связи, общеввропейские стандарты этих сетей применительно к требованиям железнодорожной радиосвязи. Даются сравнительные характеристики аналоговых и цифровых транкинговых систем.

[1, гл.8; 5, гл.2; 7, гл.1,2; 6]

Раздел 5

5.1. Стандарты сотовых систем подвижной связи (ССПС). Особенности построения ССПС с макро-, микро- и пикосотовой структурами. Перспективные ССПС. Аналоговые ССПС стандартов NMT-4SO и AMPS.

5.2. Цифровая ССПС стандарта GSM. Общая характеристика стандарта GSM. Структурная схема и состав оборудования сетей GSM, сетевые и радиоинтерфейсы. Структура служб и передача данных в стандарте GSM. Структура ТОМА-кадров и формирование сигналов в стандарте GSM.

5.3. Организация физических и логических каналов в стандарте GSM. Кодирование и перемещение в каналах связи и управления. Обработка речи в стандарте GSM. Аспекты безопасности, механизмы аутентификации и идентификации, используемые в стандарте GSM. Управление сетями связи.

5.4. Цифровые сотовые системы D-AMPS и JDC. Общие сведения, сравнение с системой GSM. Системы DCS-1800 и PCS-1900. Цифровые ССПС с кодовым разделением каналов. Принципы МДКР. Аспекты безопасности. Оборудование подвижной и базовой станций. Системы COMA и CODIT.

5.5. Стандарты беспроводных телефонов общего пользования. Система цифрового беспроводного телефона DCT-900. Система DECT и ее взаимодействие с GSM. Система беспроводной связи общего доступа PACS. Система беспроводной персональной связи PHS.

В данном разделе рассматривают принципы построения и особенности сотовых систем связи, структурные схемы передающих и приемных устройств базовых и мобильных станций, принципы формирования сигналов и каналов, дают общие сведения о различных стандартах в области сотовой связи и беспроводных телефонов.

[1, гл.9; 3; 4, гл.3]

Раздел 6

6.1. Организация и построение спутниковой системы связи. Количество запускаемых спутников, надежность связи, мощности передатчиков наземного и спутникового оборудования, антенные системы. Применение на железнодорожном транспорте.

В данном разделе рассматривают основные принципы построения спутниковой системы связи, проблемы и особенности ее использования на железнодорожном транспорте. Указывают диапазоны радиочастот, особенности распространения радиоволн, типы антенн, параметры мощности передатчиков и чувствительности приемных устройств.

[1, гл.14; 10, гл.12]

Раздел 7

7.1. Модель сотовой сети связи и ее параметры. Построение кластера. Влияние параметров трассы. Определение средней мощности сигнала. Характеристики мощности помех. Расчет основных параметров – радиуса соты, площади уверенного приема.

7.2. Расчет высоты орбиты искусственного спутника земли (ИСЗ) над землей. Период обращения ИСЗ. Активные и пассивные ИСЗ. Мощность передатчика на активном стационарном ИСЗ при заданных длинах волн и антеннах. Мощность наземного передатчика для радиосвязи при помощи пассивного ретранслятора. Определение числа ИСЗ при заданной надежности связи.

В данном разделе приведены основные методы проектирования сетей мобильной связи, определение основных энергетических параметров систем при различных условиях распространения радиоволн в небольших и крупных городах. Также

представлены формулы расчета мощности передающих устройств в системах спутниковой связи.

[1, гл.7, 14; 2, гл.3; 10, гл.14]

4.3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Номер раздела дисциплины	Название работы
4	Изучение структурных схем построения транкинговой связи.
5	Изучение схем построения сотовой связи. Исследование беспроводного телефона.

4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Не предусмотрены.

5. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Студенты, изучившие дисциплину «Мобильные системы связи», выполняют контрольную работу. Она посвящена методам расчета энергетических параметров сотовой или транкинговой связи, а также основных параметров спутниковой связи.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Телекоммуникационные технологии на железнодорожном транспорте / Под ред. Г.В. Горелова. – М.: МК МПС России, 1999.

2. Системы мобильной связи: Уч. пос. для вузов/ В.П.Ипатов, В.К.Орлов, И.М.Самойлов, В.Н.Смирнов.– М.: Горячая линия – Телеком, 2003.

3. Р а т ы н с к и й М.В. Основы сотовой связи. – М.: Радио и связь, 1998.

4. К а р т а ш е в с к и й В.Г., С е м е н о в С.Н., Ф и р с т о в а Т.В. Сети подвижной связи. – М.: Эко – Трендз, 2001.

5. Г р о м а к о в Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи.– М.: МЦ МТИ, 1997.

Дополнительная

6. С о л о в ь е в А.А. Пейджинговая связь. – М.: Эко – Трендз, 2000.

7. К о с и л и н А.Н., С о б о л е в И.Б. Транкинговые системы – будущее подвижной радиосвязи. // Мобильные системы.– 1999. № 11.– С.12-13.

8. Связь с подвижными объектами на железнодорожном транспорте / Под ред. Ю.В.Ваванова. – М.: Транспорт, 1984.

9. Концепция развития связи Российской Федерации / Под ред. В.В.Булгака. – М.: Радио и связь, 1995.

10. Д о л ы х а н о в М.П. Распространение радиоволн. – М.: Радио и связь, 1974.

МОБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Рабочая программа

Редактор *В.И. Чучева*
Компьютерная верстка *Ю.А. Варламова*

Тип. зак.	Изд. зак. 341	Тираж 150 экз.
Подписано в печать	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 0,75		Формат 60×90 $\frac{1}{16}$

Издательский центр РГОТУПСа,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПСа, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2