

2015

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет имени  
 Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
 (ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»  
 Проректор по учебно-методической работе  
 А.А.Панфилов  
 «07» \_\_\_\_\_ 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
" Современные системы подвижной связи "

Направление подготовки: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

| Семестр      | Трудоемкость (зач. ед, /час.) | Лекций, (час.) | Практ. занятий, (час.) | Лаборат. работ, (час.) | СРС, (час.) | Форма контроля (экз./зачет)        |
|--------------|-------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------|------------------------------------|
| 6            | 4/144                         | 20             |                        | 20                     | 68          | Экзамен(36))                       |
| 2            | 3/108                         |                |                        |                        | 108         | Зачет (переаттестация)             |
| <b>Итого</b> | 7/252                         | 20             |                        | 20                     | 176         | Экзамен(36)+зачет (переаттестация) |

Владимир, 2015

*Мед*

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Современные системы подвижной связи" являются:

1. Получение студентами знаний по вопросам построения радиосетей мобильной связи, особенностей их функционирования для современных стандартов сотовой и транкинговой связи.
2. Освоение путей технической реализации сетей и систем мобильной радиосвязи
3. Подготовка в области проектирования систем мобильной радиосвязи
4. Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной деятельности специалиста.
  - проектно-конструкторской;
  - производственно-технологической;
  - научно-исследовательской;
  - сервисно-эксплуатационной.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные системы подвижной связи» относится к вариативной части дисциплин (Б1.В.ОД.7). Предметом изучения являются классификация, этапы развития наземных средств мобильной связи, особенности их функционирования, принципы организации и основные технические решения на примере стандартов, применяемых в современных системах.

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Изучение курса «Современные системы подвижной связи» базируется на знаниях, полученных в курсах: высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, функция комплексной переменной, операторы Фурье и Лапласа, основы теории цепей, радиотехнические цепи и сигналы. Полученные знания используются в дальнейшем в курсах "Устройства приема и обработки сигналов", "Устройства генерирования и формирования радиосигналов", "Основы теории радиотехнических систем", "Основы телевидения", "Цифровая обработка радиотехнической информации", "Основы проектирования радиотехнических систем", полученные знания могут быть использованы при дипломном проектировании, а также в процессе подготовки и проведения автоматизированных лабораторных исследований и производственных испытаний радиоаппаратуры.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

**Знать:**

- классификацию и эволюцию систем мобильной связи;(ОПК-6)
- принципы передачи сигналов электросвязи, методы модуляции и демодуляции аналоговых и цифровых сигналов;
- принципы многоканальной передачи сообщений, способы частотного, временного и кодового уплотнения каналов.

- характеристики среды распространения радиоволн сотовой и транкинговой связи, помехи и виды искажений сигналов при распространении;
- методы компенсации искажений сигналов на трассе распространения на примерах сотовых сетей связи второго поколения;
- методы помехоустойчивого кодирования в системах мобильной радиосвязи, методы кодирования речевых сообщений;
- архитектуру радиоинтерфейсов мобильных телефонов GSM, cdmaOne, NMT, UMTS, WCDMA, LTE.
- радиоинтерфейсы мобильных систем связи третьего поколения и(ОПК-6,ПК-19) высших поколений

**Уметь:**

- самостоятельно ставить и решать новые инженерные задачи в области проектирования систем мобильной связи;(ОК-7,ОПК-6,ПК-19).
- использовать современные средства вычислительной техники для решения задач обработки сигналов;(ОПК-6)
- самостоятельно работать со специальной литературой

**Владеть:**

- методами и способами инженерного проектирования современных систем мобильной радиосвязи; (ОК-7,ОПК-6,ПК-19)
- методами экспериментальных исследований и испытаний разработанных устройств;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;

**4.СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Современные системы подвижной связи»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7зачетных единиц (252часов).

| № п/п | Раздел дисциплины  | Семестр |      | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |              |                      |                     |             |     |       | Объем учебной работы см применением интерактивных методов | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации |
|-------|--|---------|------|--|--------------|----------------------|---------------------|-------------|-----|-------|---|--|
|       |  | 1       | 2    | Лекции   | Консультации | Практические занятия | Лабораторные работы | Контр. раб. | СРС | КП/КР |   |  |
| 1.    | Структура сетей мобильной связи.Понятие о модели взаимодействия открытых | 6       | 1, 2 | 2  |              |                      | 2                   | Р<br>Г<br>Р | 7   |       | 2/50  |  |

|    |  |   |   |   |  |  |   |  |    |  |      |                        |
|----|--|---|---|---|--|--|---|--|----|--|------|------------------------|
|    | систем. Структура систем мобильной связи. Классификация и эволюция систем мобильной связи. Основные типы систем мобильной связи.   |   |   |   |  |  |   |  |    |  |      |                        |
| 2. | Транкинговые системы связи. Принцип транкинга. История развития транкинговых систем и основные принципы их построения. Аналоговые и цифровые транкинговые системы связи.   | 6 | 3 | 2 |  |  | 2 |  | 6  |  | 2/50 |                        |
| 3  | Структура системы сотовой связи. Методы частотно-территориального планирования. Методы многостанционного доступа. FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA. Методы организации дуплексной связи. FDD, TDD.  | 2 | 4 |   |  |  |   |  | 54 |  |      | Зачет (переаттестация) |
| 4  | Эволюция систем сотовой связи. Системы первого поколения AMPS, NMT, PDC. Второго поколения DAMPS, GSM, IS-95. Системы 2,5 G. Технологии GPRS, EDGE.  | 2 | 5 |   |  |  |   |  | 54 |  |      | Зачет (переаттестация) |
| 5. | Системы персонального вызова. Основы построения, история развития. Основные типы. Системы и стандарты беспроводной телефонии.  | 6 | 4 | 2 |  |  | 2 |  | 7  |  | 2/50 |                        |
| 6. | Системы спутниковой связи. Основные характеристики космического сегмента. Оборудование и структура наземного сегмента. Принципы функционирования основных систем спутниковой связи.  | 6 | 5 | 2 |  |  | 2 |  | 6  |  | 2/25 | Рейтинг контроль №1    |
| 7. | Характеристики среды распространения радиоволн в сотовой связи, помехи в каналах связи. частотные диапазоны, используемые в мобильной связи. Многолучевое распространение радиоволн и его последствия. Затухание сигналов при распространении. Замирания сигналов.. Модуляция сигналов в цифровых и аналоговых системах мобильной связи. Модуляционные форматы сотовых систем связи второго поколения. Модуляционные форматы цифровых стандартов сотовой связи третьего, четвертого поколения. | 6 | 6 | 2 |  |  | 2 |  | 7  |  | 2/50 |                        |

|       |   |   |    |    |  |  |    |  |     |  |       |                     |
|-------|---|---|----|----|--|--|----|--|-----|--|-------|---------------------|
|       |   |   |    |    |  |  |    |  |     |  |       |                     |
| 8.    | Организация множественного доступа и дуплексного режима связи. Множественный доступ с частотным, временным и кодовым разделением каналов. Реальная абонентская емкость сотовых систем мобильной связи. Методы борьбы с искажениями на трассе распространения. Управление мощностью в каналах, разнесенный прием, подавление межсимвольной интерференции, эквалайзинг, алгоритм Витерби. | 6 | 7  | 2  |  |  | 2  |  | 7   |  | 2/50  | Рейтинг контроль №2 |
| 9.    | Помехоустойчивое кодирование в системах мобильной радиосвязи. Блочные коды, сверточные коды, перемежение символов. Информационная безопасность в мобильных системах связи. Методы шифрования, Системы шифрования с открытым ключом. Идентификация и аутентификация в системах мобильной связи.  | 6 | 8  | 2  |  |  | 2  |  | 7   |  | 2/50  |                     |
| 10    | Кодирование речевых сообщений. Речевые кодеки. Кодеры формы речевого сигнала. Вокодеры. Радиоинтерфейс мобильного телефона GSM. Общая характеристика стандарта GSM. Структура и алгоритм работы. Архитектура радиоинтерфейса. Логические и физические каналы. Подключение и отключение мобильной станции. Роуминг. Эстафетная передача.   | 6 | 9  | 2  |  |  | 2  |  | 7   |  | 2/50  |                     |
| 11    | Радиоинтерфейсы мобильных систем связи третьего поколения. Общая концепция мобильной связи третьего поколения. Радиоинтерфейс системы UMTS/FDD. Общая характеристика и основные параметры. Системы LTE.   | 6 | 10 | 2  |  |  | 2  |  | 7   |  | 2/50  | Рейтинг контроль №3 |
| Всего |   |   |    | 20 |  |  | 20 |  | 176 |  | 18/50 | Экзамен (36)        |

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **5.1. Активные и интерактивные формы обучения**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18 часов (50%).

### **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 15 до 30 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

### **5.4. Лекции приглашенных специалистов**

В рамках учебного курса «Современные системы подвижной связи» предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- доктора физико-математических наук, профессора, В.Г. Рау;
- доктора технических наук, профессора, зав. кафедрой МЭИ (г. Москва) В.Г. Карташева.

### **5.5 Рейтинговая система обучения**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и лабораторных работ.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### 6.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Современные системы подвижной связи»

|    |   |
|----|---|
| 1  | Классификация и эволюция систем мобильной связи.  |
| 2  | Профессиональные (частные) системы подвижной радиосвязи.                                |
| 3  | Системы персонального радиовызова (PagingSystems).                                      |
| 4  | Системы сотовой подвижной радиосвязи (CellularRadioSystems).                            |
| 5  | Системы беспроводных телефонов (CordlessTelephony).                                     |
| 6  | Методы классификации систем мобильной связи.  |
| 7  | Множественный доступ с частотным разделением каналов связи.                             |
| 8  | Множественный доступ с временным разделением каналов связи.                             |
| 9  | Множественный доступ с кодовым разделением каналов связи.                               |
| 10 | Транкинговые системы. Транкинговые системы стандарта SmartTrunk2.                       |
| 11 | Транковые системы с распределенным управлением LTR.                                     |
| 12 | Система MPT-1327.   |
| 13 | Стандарт TETRA.   |
| 14 | Топология сотовых сетей.  |
| 15 | Сотовые системы первого поколения.  |
| 16 | Сотовые системы второго поколения.  |
| 17 | Общая концепция мобильной связи третьего поколения. Основные характеристики 3G.         |
| 18 | Регламентация радиочастотного спектра и диапазоны волн, используемые в мобильной связи. |
| 19 | Помехи в каналах сотовой связи. Затухание радиосигналов при распространении.            |
| 20 | Замирания сигналов.. Медленные замирания.   |
| 21 | Быстрые замирания. Частотно-селективные замирания.                                      |
| 22 | Критерии выбора модуляционных форматов при цифровой передаче данных.                    |
| 23 | Модуляционные форматы цифровых стандартов сотовой связи второго и третьего поколений.   |
| 24 | QPSK.OQPSK.   |
| 25 | MSK.GMSK.   |
| 26 | Реальная абонентская емкость сотовых систем мобильной радиосвязи                        |
| 27 | Управление мощностью в каналах  |
| 28 | Разнесенный прием.  |
| 29 | Методы разнесения.  |
| 30 | Оптимальное весовое сложение.   |
| 31 | Многолучевое разнесение.RAKE-приемник.  |
| 32 | Подавление межсимвольной интерференции. Алгоритм Витерби.                               |
| 33 | Эквалайзинг.  |
| 34 | РадиоинтерфейсUMTS.   |
| 35 | Стандарт LTE  |
|    |   |
|    |   |

### 6.2. Задания для СРС

Произвести расчет сегмента сотовой сети связи второго или третьего поколений по заданию для определенного района города Владимир или владимирской области.(Карты местности прилагаются).

1. В зависимости от заданного частотного диапазона определить тип используемой модели распространения радиоволн.
2. Задаться ориентировочными характеристиками оборудования. (Мощность передатчика, чувствительность приемника, потери в фидерных трактах, коэффициенты усиления приемной и передающей антенн).
3. Рассчитать зону действия базовой станции исходя из энергетических соображений.
4. Определить востребованность услуг сотовой связи в в районе проектирования.
5. Уточнить зону действия базовой станции с учетом нагрузки на сеть.
6. Решить вопрос частотно-территориального планирования сети сотовой связи.
8. Задаться типом и определить архитектуру транспортной сети.
9. Произвести выбор оборудования проектируемой сети.

### 6.3. Тесты для рейтинг-контроля

#### РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 1

##### 1. Что такое транкинг?

- а) поиск незанятого канала связи.
- б) разнесение каналов связи по частоте.
- в) разнесение каналов связи по времени.

##### 2. Сотовый принцип организации связи это?

- а) Принцип повторного использования каналов связи.
- б) принцип поиска свободного канала связи.
- в) Принцип основанный на аппроксимации зоны действия базовой станции шестиугольником

##### 3. Термин кластер в сотовой связи определяет

- а) набор сот без повтора каналов.
- б) набор из трех произвольных сот.
- в) термин не имеющий отношения к сотовой связи

##### 4. FDMA это

- а) метод многостанционного доступа с частотным разделением каналов.
- б) метод организации дуплексной связи.
- в) вид модуляции.

##### 5. TDMA это

- а) метод многостанционного доступа с временным разделением каналов
- б) метод организации дуплексной связи.
- в) вид модуляции.

##### 6. CDMA это

- а) метод многостанционного доступа с кодовым разделением каналов
- б) метод организации дуплексной связи.
- в) передаточная функция для ошибки по воздействию.

##### 7. OFDMA это

- а) метод организации многоканальной связи в системах 4G.
- б) вид мультиплексирования
- в) метод организации многоканальной связи в системах 3G.



**8. В стандарте GSM используется**

- а) CDMA
- б) FDMA
- в) FDMA+TDMA.

**9. В стандарте DAMPS используется**

- а) FDMA.
- б) TDMA.
- в) OFDMA.

**10. В стандарте IS-95 используется**

- а) FDMA.
- б) TDMA.
- в) CDMA

**РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 2**

**1. В системах 3G используется метод многостанционного доступа**

- а) FDMA.
- б) TDMA.
- в) CDMA

**2. В системах 4G используется метод многостанционного доступа**

- а) CDMA
- б) FDMA+TDMA.
- в) OFDMA.

**3. К цифровым стандартам транкинговой связи**

- а) TETRA
- б) MPT-1327
- в) EDACS.

**4. Степень затухания радиоволн в системах сотовой связи**

- а) расстоянию до точки приема;
- б) квадрату расстояния
- в) 3-5 степени расстояния.

**5. Медленные замирания возникают в системах сотовой связи при перемещении мобильного абонента на расстояние**

- а) много больше длины волны;
- б) половины длины волны;
- в) не зависят от перемещения.

**6. Быстрые замирания возникают в системах сотовой связи при перемещении мобильного абонента на расстояние**

- а) много больше длины волны;
- б) половины длины волны;
- в) не зависят от перемещения.

**7. Широкополосные системы связи это**

- а) Системы использующие сложные сигналы;
- в) Системы с кодированием сигналов;
- г) Системы не использующие внутриимпульсную модуляцию.

**8. Полоса частот канала связи GSM составляет**

- а) 200 кГц
- б) 128 кГц
- в) 1,2 МГц.

**9. Укажите верное значение полосы частот канала системы IS-95**

- а) 200 кГц;
- б) 1,2 МГц;
- в) 5 МГц.

**10. Укажите верное значение полосы частот канала системы WCDMA**

- а) 1.2 МГц
- б) 200 кГц
- в) 5 МГц

### **РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 3**

**1. Кодирование это?**

- а) метод защиты от помех;
- б) метод защиты от несанкционированного доступа;
- в) метод повышения скорости передачи информации.

**2. Перемежение это?**

- а) метод борьбы с пакетами ошибок;
- б) метод борьбы с шумами;
- в) метод борьбы с несанкционированным доступом.

**3. Укажите назначение алгоритма Витерби?**

- а) Алгоритм сокращает время декодирования сверточных кодов;
- б) является алгоритмом детектирования;
- в) Алгоритм сокращает время декодирования блочных кодов.

**4. Процедура эквалайзинга это**

- а) метод борьбы с частотно-селективными замираниями;
- б) метод борьбы с медленными замираниями;
- в) метод борьбы с гладкими замираниями.

**5. RAKE приемник используется как**

- а) метод разнесенного приема в широкополосных системах связи в условиях многолучевости;
- б) метод разнесенного приема в узкополосных системах связи в условиях многолучевости;

- в) метод декодирования.

**6. Вид модуляции используемый в GSM?**

- а) GMSK;
- б) OQPSK;
- в) KAM.

**7. Наиболее помехоустойчивый вид цифровой модуляции?**

- а) BPSK;
- б) GMSK;
- в) KAM.

**8. Вид модуляции обеспечивающий более высокую скорость передачи информации?**

- а) KAM); ак
- б) GMSK;
- в) BPSK;

**9. Разнесенный прием применяется как?**

- а) метод борьбы с замираниями;
- б) метод борьбы с шумами;
- в) метод борьбы с межсимвольной интерференцией.

**10. Процедура GPRS используется для**

- а) повышения скорости передачи информации;
- б) метод навигации;
- в) метод борьбы с помехами.

**6.4. Вопросы для перееаттестации**

**Тема 3.**

1. Основное отличие систем сотовой связи от других типов систем мобильной связи.
2. Понятие соты.
3. Понятие кластера.
4. Виды кластеров.
5. Задача частотно-территориального планирования системы.
6. Структура сети сотовой связи.
7. Методы организации транспортной сети системы сотовой связи.
8. Принципы организации многоканальной мобильной связи.
9. Методы многостанционного доступа в сетях сотовой связи.
10. FDMA.
11. TDMA.
12. CDMA.
13. OFDMA.
14. Методы организации дуплексной связи.
15. Дуплекс с частотным разделением.
16. Дуплекс с временным разделением.

**Тема 4**

1. Эволюция систем сотовой связи.
2. Аналоговые системы первого поколения. Основные характеристики.
3. Системы AMPS. Основные характеристики.
4. Системы NMT. Основные характеристики.
5. Системы PDC. Основные характеристики.
6. Цифровые системы второго поколения. Основные характеристики.

7. Системы DAMPS. Основные характеристики.
8. Системы GSM. Основные характеристики.
9. Системы CDMA-one. Основные характеристики.
10. Основные направления совершенствования систем второго поколения.
11. Использование технологии пакетной передачи данных.
12. Преимущества сетей с коммутацией пакетов.
13. Технологии применения перспективных видов модуляции.
14. Технология EDGE/

#### **6.5. Вопросы для контроля СРС**

1. Как влияет рабочий диапазон частот на вид модели распространения радиоволн.
2. Частотный диапазон модели Окамуры-Хата.
3. Частотный диапазон модели стентфортского университета.
4. Виды частотно-территориального планирования сетей сотовой связи.
5. Как зависит зона действия базовой станции от мощности передатчика и высот приемной и передающей антенн.
6. Как рассчитать зону действия базовой станции.
7. Как влияет напряженность трафика на зону действия базовой станции.
8. Как определить зону покрытия сети сотовой связи.
9. Как провести привязку расположения базовых станций к конкретной местности.
10. Как выбрать оборудование базовой станции.
11. Методы построения транспортной сети.
12. Транспортная сеть на основе кабельной линии связи.
13. Транспортная сеть на основе радиоканала.
14. Транспортная сеть на основе оптоволокна.
15. Структурная схема сети сотовой связи.

#### **6.6. Задание на РГР**

Произвести энергетический расчет сети сотовой связи. Выбрать вариант частотно-территориального планирования. Определить зону действия типовой базовой станции. Осуществить привязку к местности для конкретного района г. Владимир.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

#### **Основная литература**

1. Гордиенко В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. - 2-е изд., исправ. и доп. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 396с: ISBN 978-5-9912-0251-0, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411566>.
2. Тищенко, А.Б. Многоканальные телекоммуникационные системы. Ч.1. Принципы построения телеком. систем с времен.раздел. каналов: Уч.пос./ А.Б.Тищенко. - М.:ИЦ РИОР:НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 104 с.: ISBN 978-5-369-01184-3, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371411>.
3. Алексеев, Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей: Учебное пособие для вузов / Алексеев Е.Б.,

Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., - 2-е изд., испр. - М.:Гор.линия-Телеком, 2012. - 392 с.: ISBN 978-5-9912-0254-3,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=559572>.

4. Телекоммуникационные системы и сети. В 3т.Т. 1. Совр. технологии: Уч. пос. / Б.И.Крук, В.Н.Попантонопуло; Под ред. В.П.Шувалова - 4-е изд. - М.: Гор.линия-Телеком, 2012 - 620с.; ISBN 978-5-9912-0208-4,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=344178>.

#### **Дополнительная литература**

5.Галкин, В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов/Галкин В. А. - М.: Гор.линия-Телеком, 2012. - 592 с ISBN 978-5-9912-0185-

8.<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560424>.

6.Каганов, В.И. Основы радиоэлектроники и связи: Уч. пос. для вузов / В.И. Каганов, В.К. Битюков. - 2-е изд., стереотип. - М.: Гор.линия-Телеком, 2012. - 542 с. ISBN 978-5-9912-0252-7: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=353668>

7.Бельтов, А.Г.Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 206 с.: ISBN 978-5-16-004889-5,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371449>.

8.Бакулин, М. Г., Технология ММО: принципы и алгоритмы/Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. - М.: Гор.линия-Телеком, 2014. - 244 с. ISBN 978-5-9912-0457-6;,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=491333>.

#### **Периодические издания**

##### **Отечественные журналы:**

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

##### **Реферативные журналы:**

- Радиотехника;
- Электроника.

##### **Зарубежные журналы:**

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 15 до 30 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (305-3);

#### **Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 200, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «11.03.02. Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Рабочую программу составил доц.каф. РТ и РС \_\_\_\_\_ Архипов Е.А.  
Рецензент: \_\_\_\_\_ Ген. Директор КБ Радиосвязь, к.т.н. Богданов А.Е.

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой РТ и РС \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 31.03.15 года.  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

### **ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

### 6.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Современные системы подвижной связи»

|    |   |
|----|---|
| 1  | Классификация и эволюция систем мобильной связи.  |
| 2  | Профессиональные (частные) системы подвижной радиосвязи.                                |
| 3  | Системы персонального радиовызова (PagingSystems).                                      |
| 4  | Системы сотовой подвижной радиосвязи (CellularRadioSystems).                            |
| 5  | Системы беспроводных телефонов (CordlessTelephony).                                     |
| 6  | Методы классификации систем мобильной связи.  |
| 7  | Множественный доступ с частотным разделением каналов связи.                             |
| 8  | Множественный доступ с временным разделением каналов связи.                             |
| 9  | Множественный доступ с кодовым разделением каналов связи.                               |
| 10 | Транкинговые системы. Транкинговые системы стандарта SmartTrunk2.                       |
| 11 | Транковые системы с распределенным управлением LTR.                                     |
| 12 | Система MPT-1327.   |
| 13 | Стандарт TETRA.   |
| 14 | Топология сотовых сетей.  |
| 15 | Сотовые системы первого поколения.  |
| 16 | Сотовые системы второго поколения.  |
| 17 | Общая концепция мобильной связи третьего поколения. Основные характеристики 3G.         |
| 18 | Регламентация радиочастотного спектра и диапазоны волн, используемые в мобильной связи. |
| 19 | Помехи в каналах сотовой связи. Затухание радиосигналов при распространении.            |
| 20 | Замирания сигналов.. Медленные замирания.   |
| 21 | Быстрые замирания. Частотно-селективные замирания.                                      |
| 22 | Критерии выбора модуляционных форматов при цифровой передаче данных.                    |
| 23 | Модуляционные форматы цифровых стандартов сотовой связи второго и третьего поколений.   |
| 24 | QPSK.OQPSK.   |
| 25 | MSK.GMSK.   |
| 26 | Реальная абонентская емкость сотовых систем мобильной радиосвязи                        |
| 27 | Управление мощностью в каналах  |
| 28 | Разнесенный прием.  |
| 29 | Методы разнесения.  |
| 30 | Оптимальное весовое сложение.   |
| 31 | Многолучевое разнесение.RAKE-приемник.  |
| 32 | Подавление межсимвольной интерференции. Алгоритм Витерби.                               |
| 33 | Эквалайзинг.  |
| 34 | РадиоинтерфейсUMTS.   |
| 35 | Стандарт LTE  |
|    |   |
|    |   |

### 6.2. Задания для СРС

Произвести расчет сегмента сотовой сети связи второго или третьего поколений по заданию для определенного района города Владимир или владимирской области.(Карты местности прилагаются).

1. В зависимости от заданного частотного диапазона определить тип используемой модели распространения радиоволн.
2. Задаться ориентировочными характеристиками оборудования. ( Мощность передатчика, чувствительность приемника, потери в фидерных трактах, коэффициенты усиления приемной и передающей антенн).
3. Рассчитать зону действия базовой станции исходя из энергетических соображений.
4. Определить востребованность услуг сотовой связи в в районе проектирования.
5. Уточнить зону действия базовой станции с учетом нагрузки на сеть.
6. Решить вопрос частотно-территориального планирования сети сотовой связи.
8. Задаться типом и определить архитектуру транспортной сети.
9. Произвести выбор оборудования проектируемой сети.

### 6.3. Тесты для рейтинг-контроля

#### РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 1

##### 1. Что такое транкинг?

- а) поиск незанятого канала связи.
- б) разнесение каналов связи по частоте.
- в) разнесение каналов связи по времени.

##### 2. Сотовый принцип организации связи это?

- а) Принцип повторного использования каналов связи.
- б) принцип поиска свободного канала связи.
- в) Принцип основанный на аппроксимации зоны действия базовой станции шестиугольником

##### 3. Термин кластер в сотовой связи определяет

- а) набор сот без повтора каналов.
- б) набор из трех произвольных сот.
- в) термин не имеющий отношения к сотовой связи

##### 4. FDMA это

- а) метод многостанционного доступа с частотным разделением каналов.
- б) метод организации дуплексной связи.
- в) вид модуляции.

##### 5. TDMA это

- а) метод многостанционного доступа с временным разделением каналов
- б) метод организации дуплексной связи.
- в) вид модуляции.

##### 6. CDMA это

- а) метод многостанционного доступа с кодовым разделением каналов
- б) метод организации дуплексной связи.
- в) передаточная функция для ошибки по воздействию.

##### 7. OFDMA это

- а) метод организации многоканальной связи в системах 4G.
- б) вид мультиплексирования
- в) метод организации многоканальной связи в системах 3G.



**8. В стандарте GSM используется**

- а) CDMA
- б) FDMA
- в) FDMA+TDMA.

**9. В стандарте DAMPS используется**

- а) FDMA.
- б) TDMA.
- в) OFDMA.

**10. В стандарте IS-95 используется**

- а) FDMA.
- б) TDMA.
- в) CDMA

**РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 2**

**1. В системах 3G используется метод многостанционного доступа**

- а) FDMA.
- б) TDMA.
- в) CDMA

**2. В системах 4G используется метод многостанционного доступа**

- а) CDMA
- б) FDMA+TDMA.
- в) OFDMA.

**3. К цифровым стандартам транкинговой связи**

- а) TETRA
- б) MPT-1327
- в) EDACS.

**4. Степень затухания радиоволн в системах сотовой связи**

- а) расстоянию до точки приема;
- б) квадрату расстояния
- в) 3-5 степени расстояния.

**5. Медленные замирания возникают в системах сотовой связи при перемещении мобильного абонента на расстояние**

- а) много больше длины волны;
- б) половины длины волны;
- в) не зависят от перемещения.

**6. Быстрые замирания возникают в системах сотовой связи при перемещении мобильного абонента на расстояние**

- а) много больше длины волны;
- б) половины длины волны;
- в) не зависят от перемещения.

**7. Широкополосные системы связи это**

- а) Системы использующие сложные сигналы;
- в) Системы с кодированием сигналов;
- г) Системы не использующие внутриимпульсную модуляцию.

**8. Полоса частот канала связи GSM составляет**

- а) 200 кГц
- б) 128 кГц
- в) 1,2 МГц.

**9. Укажите верное значение полосы частот канала системы IS-95**

- а) 200 кГц;
- б) 1,2 МГц;
- в) 5 МГц.

**10. Укажите верное значение полосы частот канала системы WCDMA**

- а) 1,2 МГц
- б) 200 кГц
- в) 5 МГц

### **РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ 3**

**1. Кодирование это?**

- а) метод защиты от помех;
- б) метод защиты от несанкционированного доступа;
- в) метод повышения скорости передачи информации.

**2. Перемежение это?**

- а) метод борьбы с пакетами ошибок;
- б) метод борьбы с шумами;
- в) метод борьбы с несанкционированным доступом.

**3. Укажите назначение алгоритма Витерби?**

- а) Алгоритм сокращает время декодирования сверточных кодов;
- б) является алгоритмом детектирования;
- в) Алгоритм сокращает время декодирования блочных кодов.

**4. Процедура эквалайзинга это**

- а) метод борьбы с частотно-селективными замираниями;
- б) метод борьбы с медленными замираниями;
- в) метод борьбы с гладкими замираниями.

**5. RAKE приемник используется как**

- а) метод разнесенного приема в широкополосных системах связи в условиях многолучевости;
- б) метод разнесенного приема в узкополосных системах связи в условиях многолучевости;

- в) метод декодирования.

**6. Вид модуляции используемый в GSM?**

- а) GMSK;
- б) OQPSK;
- в) KAM.

**7. Наиболее помехоустойчивый вид цифровой модуляции?**

- а) BPSK;
- б) GMSK;
- в) KAM.

**8. Вид модуляции обеспечивающий более высокую скорость передачи информации?**

- а) KAM); ак
- б) GMSK;
- в) BPSK;

**9. Разнесенный прием применяется как?**

- а) метод борьбы с замираниями;
- б) метод борьбы с шумами;
- в) метод борьбы с межсимвольной интерференцией.

**10. Процедура GPRS используется для**

- а) повышения скорости передачи информации;
- б) метод навигации;
- в) метод борьбы с помехами.

**6.4. Вопросы для перееаттестации**

**Тема 3.**

1. Основное отличие систем сотовой связи от других типов систем мобильной связи.
2. Понятие соты.
3. Понятие кластера.
4. Виды кластеров.
5. Задача частотно-территориального планирования системы.
6. Структура сети сотовой связи.
7. Методы организации транспортной сети системы сотовой связи.
8. Принципы организации многоканальной мобильной связи.
9. Методы многостанционного доступа в сетях сотовой связи.
10. FDMA.
11. TDMA.
12. CDMA.
13. OFDMA.
14. Методы организации дуплексной связи.
15. Дуплекс с частотным разделением.
16. Дуплекс с временным разделением.

**Тема 4**

1. Эволюция систем сотовой связи.
2. Аналоговые системы первого поколения . Основные характеристики.
3. Системы AMPS. Основные характеристики.
4. Системы NMT. Основные характеристики.
5. Системы PDC. Основные характеристики.
6. Цифровые системы второго поколения. Основные характеристики.

7. Системы DAMPS. Основные характеристики.
8. Системы GSM. Основные характеристики.
9. Системы CDMA-one. Основные характеристики.
10. Основные направления совершенствования систем второго поколения.
11. Использование технологии пакетной передачи данных.
12. Преимущества сетей с коммутацией пакетов.
13. Технологии применения перспективных видов модуляции.
14. Технология EDGE/

### **6.5. Вопросы для контроля СРС**

1. Как влияет рабочий диапазон частот на вид модели распространения радиоволн.
2. Частотный диапазон модели Окамуры-Хата.
3. Частотный диапазон модели стентфортского университета.
4. Виды частотно-территориального планирования сетей сотовой связи.
5. Как зависит зона действия базовой станции от мощности передатчика и высот приемной и передающей антенн.
6. Как рассчитать зону действия базовой станции.
7. Как влияет напряженность трафика на зону действия базовой станции.
8. Как определить зону покрытия сети сотовой связи.
9. Как провести привязку расположения базовых станций к конкретной местности.
10. Как выбрать оборудование базовой станции.
11. Методы построения транспортной сети.
12. Транспортная сеть на основе кабельной линии связи.
13. Транспортная сеть на основе радиоканала.
14. Транспортная сеть на основе оптоволокна.
15. Структурная схема сети сотовой связи.

### **6.6. Задание на РГР**

Произвести энергетический расчет сети сотовой связи. Выбрать вариант частотно-территориального планирования. Определить зону действия типовой базовой станции. Осуществить привязку к местности для конкретного района г. Владимир.

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

#### **Основная литература**

1. Гордиенко В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы: Учебник для вузов / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. - 2-е изд., исправ. и доп. - М.: Гор.линия-Телеком, 2013. – 396с: ISBN 978-5-9912-0251-0, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=411566>.
2. Тищенко А.Б. Многоканальные телекоммуникационные системы. Ч.1. Принципы построения телеком. систем с времен.раздел. каналов: Уч.пос./ А.Б.Тищенко. - М.:ИЦ РИОР:НИЦ ИНФРА-М, 2013 - 104 с.: ISBN 978-5-369-01184-3, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371411>.
3. Алексеев, Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей: Учебное пособие для вузов / Алексеев Е.Б.,

Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В., - 2-е изд., испр. - М.:Гор.линия-Телеком, 2012. - 392 с.: ISBN 978-5-9912-0254-3,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=559572>.  
4. Телекоммуникационные системы и сети. В 3т.Т. 1. Совр. технологии: Уч. пос. / Б.И.Крук, В.Н.Попантонопуло; Под ред. В.П.Шувалова - 4-е изд. - М.: Гор.линия-Телеком, 2012 - 620с.; ISBN 978-5-9912-0208-4,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=344178>.

#### **Дополнительная литература**

- 5.Галкин, В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов/Галкин В. А. - М.: Гор.линия-Телеком, 2012. - 592 с ISBN 978-5-9912-0185-8.  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560424>.  
6.Каганов, В.И. Основы радиоэлектроники и связи: Уч. пос. для вузов / В.И. Каганов, В.К. Битюков. - 2-е изд., стереотип. - М.: Гор.линия-Телеком, 2012. - 542 с. ISBN 978-5-9912-0252-7: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=353668>  
7.Бельтов, А.Г.Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 206 с.: ISBN 978-5-16-004889-5,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=371449>.  
8.Бакулин, М. Г., Технология ММО: принципы и алгоритмы/Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. - М.: Гор.линия-Телеком, 2014. - 244 с. ISBN 978-5-9912-0457-6;,<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=491333>.

#### **Периодические издания**

##### **Отечественные журналы:**

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

##### **Реферативные журналы:**

- Радиотехника;
- Электроника.

##### **Зарубежные журналы:**

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 15 до 30 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (305-3);

#### **Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 200, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «11.03.02. Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Рабочую программу составил доц. каф. РТ и РС Архипов Е.А.  
Рецензент: Богданов А.Е. Ген. Директор КБ Радиосвязь, к.т.н. Богданов А.Е.

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС  
Протокол № 13 от 6.04.15  
Заведующий кафедрой РТ и РС Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления  
Протокол № 10 от 9.04.15 года  
Председатель комиссии Никитин О.Р.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 25/16 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года  
Заведующий кафедрой Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 10/14 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года  
Заведующий кафедрой Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_