**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«Томский государственный университет систем управления**
**и радиоэлектроники» (ТУСУР)**

**УТВЕРЖДАЮ:**
**Проректор по УР**
**П.Е.Троян**

**_____**

**"_21_"__10__2016 г.**

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Теоретические основы систем мобильной связи

**Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат**

**Направление(я) подготовки (специальность): 11.03.02 (инфокоммуникационные технологии и системы связи)**

**Профиль(и) : Системы мобильной связи**

**Форма обучения: очная**

**Факультет: РТФ (радиотехнический)**

**Кафедра: РТС (радиотехнических систем)**

**Курс: третий** **Семестр: шестой**

**Учебный план набора 2013, 14, 15 годов.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | | | | | | 24 | | | 24 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | | | | | | 18 | | | 18 | часов |
| 3. | Практические занятия | | | | | | 18 | | | 18 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | | | | | | | | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | | | | | | 60 | | | 60 | часов |
| 6. | Из них в интерактивной форме | | | | | | 12 | | | 12 | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | | | | | | 48 | | | 48 | часов |
| 8. | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7) | | | | | | 108 | | | 108 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | | | | | | | | | | часов |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | | | | | | 108 | | | 108 | часов |
| | (в зачетных единицах) | | | | | | 3 | | | 3 | ЗЕТ |

**Зачет: шестой семестр** **Диф. Зачет: не предусмотрен**

**Экзамен: не предусмотрен**

**Томск (2016)**

Согласована на портале № 3916

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от « 3 » 11 2016 г.

**Лист согласований**

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 (Инфокоммуникационные технологии и системы связи), направленность (профиль) Системы мобильной связи, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ №174 от 06.03.2015 г.

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» апреля 2016 г., протокол № 7.

Разработчики доц. каф РТС _____ Кологривов В.А.

Зав. кафедрой РТС, д.т.н., проф. _____ Мелихов С.В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ, к. ф-м. н. _____ Попова К.Ю.

Зав. профилирующей кафедрой
Телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) к. ф-м. н., с.н.с. _____ Демидов А.Я.

Зав. выпускающей кафедрой
Радиотехнических систем (РТС) д.т.н., проф. _____ Мелихов С.В.

Эксперты:
Доц. каф. ТОР, к.т.н. _____ Богомолов С.И.

Доц. каф. РТС, к.т.н. _____ Якушевич Г.Н.



Согласована на портале № 3916

**1. Цели и задачи дисциплины:** Ознакомить студентов с технологиями мобильной связи, а именно: существующими системами беспроводного доступа, принципами функционирования, особенностями распространения радиоволн используемых диапазонов частот, влиянием многолучёвости каналов распространения, пропускной способностью беспроводных каналов, используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования, использованием пространственно-временных методов передачи, способами выравнивания характеристик канала, технологией модуляции на нескольких несущих, широкополосными системами передачи, технологиями мультиплексирования каналов, сотовой организацией сетей связи. Учебным планом предусмотрены лекционные, лабораторные и практические занятия.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина "Теоретические основы систем мобильной связи" относится к Вариативной части раздела Обязательные дисциплины Б1.В.ОД.4.

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания:

*основ векторно- матричного анализа, дифференциального и интегрального исчислений*, изучаемых в дисциплинах - "Линейная алгебра и аналитическая геометрия", "Математический анализ";

*исходных понятий и представлений о направлении и профиле подготовки*, изучаемых в дисциплине – "Введение в системы мобильной связи";

*основ информатики, общих представлений о передаче информации, языках программирования, математических моделях, прикладных программных продуктах*, изучаемых в дисциплинах – "Информатика";

*базовых представлений о радиотехнических цепях и радиосигналах*, изучаемых в дисциплинах – "Теория электрических цепей", "Математические методы описания сигналов";

*основ построения многоканальных инфокоммуникационных систем,* изучаемых в дисциплине "Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей";

*основные операции и алгоритмы преобразования и обработки сигналов,* изучаемых в дисциплине "Цифровая обработка сигналов";

*основных положений теории электрической связи (модуляция, кодирование, помехи, каналы связи),* изучаемых в дисциплине "Общая теория связи".

Усвоение понятий, математического аппарата и методов данной дисциплины должно способствовать овладению материалом сопутствующих и последующих дисциплин – "Радиоприемные устройства систем мобильной связи", "Сети и системы мобильной связи", "Устройсва преобразования и обработки информации в системах мобильной связи", "Системы связи на основе шумоподобных сигналов".

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-7:** Готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.

**ПК-16:** Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

***Знать:***

- физические основы и технические возможности современных технологий мобильной связи;
- области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями мобильной связи.

***Уметь:***

- выбирать на практике тип современной технологии для организации мобильной связи конкретного проекта;
- разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру



Согласована на портале № 3916

соответствующих мобильных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды;

- обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности;
- осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации;
- проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков.

***Владеть:***

- первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации;
- навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе мобильных технологий.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 60 | | | 60 | |
| В том числе: | - | - | - | - | - |
| Лекции | 24 | | | 24 | |
| Лабораторные работы (ЛР) | 18 | | | 18 | |
| Практические занятия (ПЗ) | 18 | | | 18 | |
| Семинары (С) | | | | | |
| Коллоквиумы (К) | | | | | |
| Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка) | | | | | |
| *Другие виды аудиторной работы* | | | | | |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 48 | | | 48 | |
| В том числе: | - | - | - | - | - |
| Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа) | | | | | |
| Расчетно-графические работы | | | | | |
| Реферат | | | | | |
| *Другие виды самостоятельной работы* | | | | | |
| Подготовка к контрольным работам | | | | | |
| Проработка лекционного материала | 14 | | | 14 | |
| Подготовка к лабораторным работам | 14 | | | 14 | |
| Подготовка к практическим занятиям | 14 | | | 14 | |
| Подготовка к контрольному тестированию | 6 | | | 6 | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | | | | | |
| Общая трудоемкость час | 108 | | | 108 | |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 3 | | | 3 | |



Согласована на портале № 3916

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия. | Курсовой П/Р (КРС) | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение. Современные направления развития систем мобильной связи | 2 | | - | - | 2 | 4 | ПК-7, 16 |
| 2. | Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи | 4 | 4 | 4 | - | 8 | 20 | ПК-7, 16 |
| 3. | Кодирование сигналов в системах мобильной связи | 4 | 4 | 4 | - | 8 | 20 | ПК-7, 16 |
| 4. | Многолучевое распространение сигналов мобильной связи | 4 | 4 | 2 | - | 8 | 18 | ПК-7, 16 |
| 5. | Анализ канала связи | 4 | 4 | 4 | - | 8 | 20 | ПК-7, 16 |
| 6. | Синхронизация в системах мобильной связи | 2 | | 2 | - | 8 | 12 | ПК-7, 16 |
| 7. | Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов | 4 | 2 | 2 | - | 6 | 14 | ПК-7, 16 |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям) – 24 ч.

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ОПК, ПК) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение. Современные направления развития систем мобильной связи | Цели, задачи и содержание дисциплины. История мобильной связи. Основы функционирования. Современные системы мобильной связи и перспективы их развития. | 2 | ПК-7, 16 |
| 2. | Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи | Векторное представление сигналов. Основные понятия модуляции. Методы фазовой модуляции и вопросы помехоустойчивости. Методы частотной модуляции и вопросы помехоустойчивости. Модуляция на нескольких несущих. | 4 | ПК-7, 16 |
| 3. | Кодирование сигналов в системах мобильной связи | Вопросы помехоустойчивого кодирования сигналов. Основные понятия. Кодирование формой. Алгебраическое кодирование. Циклическое кодирование. Сверточное кодирование. Сигнально-кодовые конструкции и турбо-коды. | 4 | ПК-7, 16 |
| 4. | Многолучевое распространение сигналов мобильной связи | Искажения сигналов вызываемые многолучевым распространением. Математические модели многолучевых каналов связи. Способы приема сигналов в условиях многолучевого распространения. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах. | 4 | ПК-7, 16 |
| 5. | Анализ канала связи | Понятие канала. Источники возникновения шумов и ослаблений сигнала. Мощность принятых сигнала и шума. Дистанционное уравнение. Анализ бюджета канала связи. | 4 | ПК-7, 16 |
| 6. | Синхронизация в системах мобильной связи | Основные понятия теории автоматического регулирования. Системы фазовой автоподстройки. Системы синхронизации по несущей и тактам. Синхронизация при широкополосных сигналах | 2 | ПК-7, 16 |
| 7. | Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов | Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.<br>Основы формирования пространственных каналов. | 2<br>2 | ПК-7, 16 |



Согласована на портале № 3916

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование. | | |
| | | | | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | … |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1. | **Математический анализ** | | + | + | | + | + | + | | |
| 2. | **Информатика** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 3. | **Линейная алгебра и аналитическая геометрия** | | | + | + | + | + | + | | |
| | **Введение в системы мобильной связи** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 4. | **Теория электрических цепей** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 5. | **Математические методы описания сигналов** | + | + | + | | + | + | + | | |
| 6. | **Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 7. | **Цифровая обработка сигналов** | | | + | + | + | | | | |
| 8. | **Общая теория связи** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| | | | | | | | | | | |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1. | **Радиоприемные устройства систем мобильной связи** | | + | + | + | + | + | + | | |
| 2. | **Сети и системы мобильной связи** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 3. | **Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи** | + | + | + | + | + | + | + | | |
| 4. | **Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов** | + | + | + | + | + | + | + | | |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | Формы контроля *(детализация)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Л | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС | |
| ПК-7 | + | + | + | | + | Тест, конспект, допуск и отчет по лаборат. работе, опрос на лекции |
| ПК-16 | + | + | + | | + | Тест, конспект, допуск и отчет по лаборат. работе, опрос на лекции |
| | | | | | | |

**Л** – лекция, **Пр** – практические и семинарские занятия, **Лаб** – лабораторные работы, **КР/КП** – курсовая работа/проект, **СРС** – самостоятельная работа студента

### 6. Методы и формы организации обучения

**Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах**

| Методы \ Формы | Лекции (час) | Лабораторные занятия (час) | Практические занятия (час) | Тренинг Мастер-класс (час) | Всего |
|---|---|---|---|---|---|
| Мини-лекции, тесты | 2 | 2 | | | 4 |
| Работа в команде | | 2 | | | 2 |



Согласована на портале № 3916

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Решение ситуационных задач | 2 | | 2 | | 4 |
| Исследовательский метод | | | 2 | | 2 |
| … | | | | | |
| Итого интерактивных занятий | 4 | 4 | 4 | | 12 |

## 7. Лабораторный практикум – 18 ч.

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Наименование лабораторных работ | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ОПК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1. | **1,7** | Ознакомление со средой функционального моделирования **Simulink**. Функциональные блоки библиотечных модулей. | 2 | ПК-7, 16 |
| 2. | **3-4** | Исследование **BPSK** и **QPSK** модемов (классический вариант и с фазовым кодером). | 4 | ПК-7, 16 |
| 3. | **3-4** | Исследование **Pi/4_QPSK и MSK** модемов (классический вариант и с фазовым кодером). | 4 | ПК-7, 16 |
| 4. | **3-4** | Исследование **BFSK** и **4 FSK** модемов | 4 | ПК-7, 16 |
| 5. | **2-7** | Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков | 4 | ПК-7, 16 |
| | | | | |

## 8. Практические занятия (компьютерные в среде Simulink) – 18 ч. (проводятся с использованием метод. пособий по лаб. работам см. УМП №№ 11-15)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ОПК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1. | **2-4** | Знакомство со средой **Simulink**, разделами библиотек, блоками основной библиотеки и установкой параметров | 2 | ПК-7, 16 |
| 2. | **2-4** | Установка параметров блоков генераторов и осциллографов и и отслеживание их влияния | 2 | ПК-7, 16 |
| 3. | **2-4** | Сборка и исследование простейшей функциональной модели BPSK модема с моделью канала распространения. | 2 | ПК-7, 16 |
| 4. | **2-4** | Отработка настройки параметров полосового и низкочастотного фильтров и оценка их влияния. | 2 | ПК-7, 16 |
| 5. | **2-5** | Сборка простейшей модели детектора ошибок | 2 | ПК-7, 16 |
| 6. | **2-5** | Сборка универсальной модели измерителя мощности | 2 | ПК-7, 16 |
| 7. | **2-5** | Отработка методики исследования спектральной и частотной эффективности простейшего модема. | 2 | ПК-7, 16 |
| 8. | **6** | Сборка простейшей модели ГУНа. | 2 | ПК-7, 16 |
| 9. | **7** | Сборка простейшей модели BFSK модема | 2 | ПК-7, 16 |
| … | | | | |

## 9. Самостоятельная работа – 48 ч.

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ОПК, ПК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | **1-7** | Проработка лекционного материала | 14 | ПК-7, 16 | Конспект, раб. тетрадь, тест контр. |
| 2. | **2-6** | Подготовка к лабораторным работам и защита отчетов | 14 | ПК-7, 16 | Конспект, раб. тетрадь, тест контр. |
| 3. | **2-6** | Подготовка к практическим занятиям | 14 | ПК-7, 16 | Конспект, раб. тетрадь, тест контр. |
| 4. | **2-7** | Подготовка к контрольному тестированию | 6 | ПК-7, 16 | Конспект, раб. тетрадь, тест контр. |
| | | | | | |

## 10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) ***Курсовая работа не предусмотрена***



Согласована на портале № 3916

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

**Таблица 11.1** Балльные оценки для элементов контроля (зачет, лекции, практика, лабораторные работы)

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение занятий | 4 | 4 | 4 | **12** |
| Тестовый контроль | 9 | 8 | 8 | **25** |
| Контрольные работы на практических занятиях | 9 | 9 | 6 | **24** |
| Выполнение и защита результатов лабораторных работ | | 12 | 15 | **27** |
| Компонент своевременности | 4 | 4 | 4 | **12** |
| **Итого максимум за период:** | **26** | **37** | **37** | **100** |
| **Нарастающим итогом** | **26** | **63** | **100** | **100** |

**Таблица 11.2** Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

**Таблица 11.3** – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| **Оценка (ГОС)** | **Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен** | **Оценка (ECTS)** |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | **90 - 100** | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |
| | **70 - 74** | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | **65 – 69** | |
| | **60 - 64** | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | **Ниже 60 баллов** | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

### 12.1 *Основная литература*

1. **Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь:** Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (**40 экз.**)

2. **Лебедько Е.Г. Теоретические основы передачи информации**. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.- 352 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543

### 12.2 *Дополнительная литература*

3. **Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи.** Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Экотрендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (**42 экз.**)

4. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М.:



Согласована на портале № 3916

Вильямс, 2003. - 1099 с. (**13 экз.**)
5. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. - М.: Вильямс, 2004. - 1099 с. **(18 экз.)**
6. **Рудой В. М. Системы передачи информации:** Учебное пособие для вузов / В. М. Рудой. (Учебное пособие для вузов). - М.: Радиотехника, 2007. - 277 с. (**20 экз.**)
7. **Вернер М. Основы кодирования:** Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (**49 экз.**)
8. **Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования.** Методы, алгоритмы, применение: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса; пер.: В. Б. Афанасьев. (Мир связи; IX, 05). - М.: Техносфера, 2006. - 319 с. (**40 экз.**)
9. **Прокис Д. Цифровая связь:** Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М.: Радио и связь, 2000. - 798 с. (**7 экз.**)
10. **Слепов Н. Н. Англо-русский толковый словарь сокращений в области связи,** компьютерных и информационных технологий: Около 35000 терминов и Словарь русских сокращений: около 5100 терминов / Н. Н. Слепов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2005. - 794 с. (**33 экз.**)

**12.3** ***Методические указания*** **(УМП)**

11. Исследование **QPSK** модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 27 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1528
12. Исследование **QPSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 35 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1532
13. Исследование **MSK** модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 29 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1524
14. Исследование **MSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 39 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1525
15. Исследование **Pi/4_QPSK** модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 38 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1527
16. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. – 2012. 62 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1736
17. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. – 2012. 9 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1845

**12.4** Программное обеспечение

**SciLab – 4.1.2, SciLab – 5.2.2, SciLab – 5.3.0, MatLab 6.5, MatLab 7.0, Microsoft Word**

**12.5** Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы _____

**13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:** компьютерный класс (ауд. 427 РК) – сервер, 7 ПЭВМ; Лаборатория ГПО (ауд. 414а РК) – сервер, 7 ПЭВМ.

**14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины** (по усмотрению разработчика программы)._____



Согласована на портале № 3916

***Вопросы для подготовки по дисциплине***
***"Теоретические основы систем мобильной связи"***

1. ***Цели и задачи*** дисциплины ***ТО_СМС.***
2. Основные ***этапы преобразования сигнала*** в цифровых системах связи.
3. Основная ***терминология*** области ***цифровой связи.***
4. ***Классификация сигналов:*** детерминированные и случайные, периодические и непериодические, аналоговые и дискретные, мощностные и энергетические.
5. ***Спектральная плотность энергии и мощности.*** Автокорреляция энергетического сигнала и мощностного сигнала.
6. ***Случайные сигналы,*** случайные переменные, распределение вероятности и плотность вероятности.
7. ***Случайные процессы,*** статистическое среднее, стационарные процессы, автокорреляция случайных процессов, усреднение по времени и эргодичность.
8. ***Спектральная плотность мощности*** и автокорреляция случайного процесса.
9. ***Шум в системах связи,*** гауссов случайный процесс, белый шум.
10. ***Передача сигнала через линейные системы,*** импульсная характеристика, частотная и передаточная функция, случайные процессы и линейные системы, идеальная фильтрация, реализуемые фильтры, сигналы, каналы, спектры.
11. ***Ширина полосы при передаче цифровых данных,*** узкополосные и широкополосные сигналы, дилемма определения ширины полосы.
12. ***Форматирование и узкополосная модуляция,*** узкополосные системы, форматирование текстовой информации (знаки, сообщения и символы).
13. ***Форматирование аналоговой информации,*** дискретизация аналоговых сигналов, выборка с использованием единичных импульсов, естественная дискретизация, метод выборка и хранение, наложение спектров при дискретизации, выборка с запасом.
14. ***Аналоговая фильтрация,*** дискретизация и преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы, цифровая фильтрация и повторная выборка, сопряжение сигнала с цифровой системой.
15. ***Источники искажения сигналов,*** влияние дискретизации и квантования, воздействие канала, шум канала, межсимвольная интерференция, отношение сигнал/шум для квантованных сигналов, импульсно-кодовая модуляция ***ИКМ (PCM).***
16. ***Квантование*** с постоянным и переменным шагом, статистика амплитуд речевого сигнала, неравномерное квантование, компандирование.
17. ***Узкополосная передача,*** Представление двоичной последовательности электрическими импульсами, типы сигналов ***PCM,*** спектральные параметры сигналов ***PCM,*** число бит на слово ***PCM*** и число бит на символ, размер слова ***PCM, M***-арные импульсно-модулированные сигналы.
18. ***Корреляционное кодирование,*** двубинарная передача сигналов, двубинарное декодирование, предварительное кодирование, полибинарная передача сигналов.
19. ***Узкополосная демодуляция/обнаружение,*** сигналы и шум, рост вероятности ошибки в системах связи, демодуляция и обнаружение, векторное представление сигнала и шума, энергия сигнала, ортогональное представление сигналов и шумов, дисперсия белого шума.
20. ***Важнейший параметр цифровой связи*** – отношение сигнал/шум, отношение энергии бита к средней мощности шума естественный критерий качества.
21. ***Обнаружение двоичных сигналов*** в гауссовом шуме, критерий максимального правдоподобия приема сигналов, вероятность ошибки, согласованный фильтр, реализация корреляции в согласованном фильтре, сравнение свертки и корреляции.
22. ***Оптимизация вероятности ошибки,*** вероятность возникновения ошибки при двоичной передаче сигналов, использование базисных функций для описания передачи сигналов.



Согласована на портале № 3916

23. ***Межсимвольная интерференция,*** формирование импульсов с целью снижения ***ISI,*** фильтр с характеристикой типа приподнятого косинуса, факторы роста вероятности ошибки, демодуляция и обнаружение сформированных импульсов, согласованные и обычные фильтры, импульсы ***Найквиста.***
24. ***Выравнивание,*** характеристики канала, глазковая диаграмма, ***типы эквалайзеров,*** трансверсальный эквалайзер, эквалайзер с решающей обратной связью, заданное и адаптивное выравнивание, частота обновления фильтра.
25. ***Полосовая модуляция и демодуляция,*** методы цифровой полосовой модуляции, векторное представление синусоиды, фазовая манипуляция, частотная манипуляция, амплитудная манипуляция, амплитудно-фазовая манипуляция.
26. ***Обнаружение сигнала*** в гауссовом шуме, области решений, корреляционный приемник, порог двоичного решения.
27. ***Когерентное обнаружение,*** цифровой согласованный фильтр, когерентное обнаружение ***MPSK,*** когерентное обнаружение ***FSK.***
28. ***Некогерентное обнаружение,*** обнаружение сигналов при дифференциальной модуляции ***PSK,*** бинарная модуляция ***DPSK,*** некогерентное обнаружение сигналов ***FSK,*** расстояние между тонами для некогерентной ортогональной передачи ***FSK,*** минимальное расстояние между тонами и ширина полосы.
29. ***Комплексная огибающая,*** квадратурная реализация модулятора, модулятор ***D8PSK,*** демодулятор ***D8PSK.***
30. ***Вероятность ошибки в бинарных системах,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в дифференциальной модуляции ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при некогерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при бинарной модуляции ***DPSK,*** вероятность ошибки для различных модуляций.
31. ***M-арная передача сигналов и производительность,*** векторное представление сигналов ***MPSK,*** вероятности ошибок ***BPSK*** и ***QPSK,*** векторное представление сигналов ***MFSK.***
32. ***Вероятность символьной ошибки*** для ***M***-арных систем, вероятность символьной ошибки для модуляции ***MPSK,*** вероятность символьной ошибки для модуляции ***MFSK,*** зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для ортогональных сигналов, зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для многофазных сигналов, влияние межсимвольной интерференции.
33. Что такое ***бюджет канала связи,*** канал, понятие открытого пространства, взаимосвязь отношения сигнал/шум с отношением энергии бита к средней мощности шума, источники возникновения шумов и ослабления сигнала.
34. ***Мощность принятого сигнала*** и шума, дистанционное уравнение, мощность принятого сигнала как функция частоты, зависимость потерь в тракте от частоты, мощность теплового шума.
35. ***Анализ бюджета канала связи,*** требуемое и принятое отношение энергии бита к средней мощности шума, энергетический резерв канала связи, резерв канала связи, доступность канала связи.
36. ***Коэффициент шума и шумовая температура системы,*** коэффициент шума, шумовая температура, потери в линии связи, суммарный шум фактор и общая шумовая температура.
37. ***Эффективная температура системы,*** шумовая температура неба, радиокарта неба.
38. ***Пример анализа канала связи,*** элементы бюджета канала, добротность приемника, принятая изотропная мощность.
39. ***Спутниковые ретрансляторы,*** нерегенеративные ретрансляторы, нелинейное усиление ретрансляторов, системные компромиссы.
40. ***Кодирование сигнала и структурированные последовательности,*** антиподные и ортогональные сигналы, ***M***-арная передача сигналов, кодирование сигнала, ортогональные коды, биортогональные коды, трансортогональные коды.



Согласована на портале № 3916

41. ***Типы защиты от ошибок,*** связность оконечных устройств, автоматический запрос повторной передачи.
42. ***Структурированные последовательности,*** модели каналов, дискретный канал без памяти, двоичный симметричный канал, гауссов канал, степень кодирования и избыточность, терминология в кодировании.
43. ***Коды с контролем четности,*** код с одним контрольным битом, прямоугольный код, кодирование с коррекцией ошибок, компромиссы, характеристики при низком значении энергии бита к средней мощности шума.
44. ***Линейные блочные коды,*** векторные пространства, векторные подпространства, матрица генератора, систематические линейные блочные коды, проверочная матрица, контроль с помощью синдромов, исправление ошибок, синдром класса смежности, декодирование с исправлением ошибок, локализация ошибочной комбинации, реализация декодера, векторные обозначения.
45. ***Возможность обнаружения и исправления ошибок,*** минимальное расстояние для линейного кода, обнаружение и исправление ошибок, распределение весовых коэффициентов кодовых слов, визуализация пространства ***6***-кортежей,коррекция со стиранием ошибок.
46. ***Полезность нормальной матрицы,*** оценка возможностей кода, код ***(n,k),*** соотношение между обнаружением и исправлением ошибок, взгляд на код через нормальную матрицу.
47. ***Циклические коды,*** алгебраическая структура циклических кодов, свойства двоичного циклического кода, кодирование в систематической форме, логическая схема для реализации полиномиального деления, систематическое кодирование с ***(n-k)***-разрядным регистром сдвига, обнаружение ошибок с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига.
48. ***Известные блочные коды,*** коды ***Хемминга,*** расширенный код ***Голея,*** коды ***БЧХ.***
49. ***Сверточное кодирование,*** представление сверточного кода, импульсная характеристика кодера, полиномиальное представление, представление состояния и диаграмма состояний, древовидные диаграммы, решетчатая диаграмма.
50. ***Формулировка задачи сверточного кодирования,*** декодирование по методу максимального правдоподобия, модели каналов: мягкое или жесткое принятие решений, двоичный симметричный канал, гауссов канал.
51. ***Алгоритм сверточного декодирования Витерби,*** реализация декодера, память путей и синхронизация.
52. ***Свойства сверточных кодов,*** пространственные характеристики сверточных кодов, систематические и несистематические сверточные коды, границы рабочих характеристик сверточных кодов, эффективность кодирования, наиболее известные сверточные коды, компромиссы сверточного кодирования, мягкое декодирование по алгоритму ***Витерби.***
53. ***Другие алгоритмы сверточного декодирования,*** последовательное декодирование, сравнение декодирования по алгоритму Витерби с последовательным декодированием и их ограничения, декодирование с обратной связью.
54. ***Коды Рида-Соломона,*** вероятность появления ошибок для кодов ***Рида-Соломона,*** эффективность кодов ***Рида-Соломона*** при импульсных помехах, рабочие характеристики кода ***Рида-Соломона*** как функция размера, избыточности и степени кодирования.
55. ***Конечные поля,*** операция сложения в расширенном ***поле Галуа,*** описание конечного поля с помощью примитивного полинома, пример поля расширения ***Галуа.***
56. ***Кодирование Рида-Соломона,*** кодирование в систематической форме, систематическое кодирование с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига, декодирование ***Рида-Соломона,*** вычисление синдрома, локализация ошибки, значения ошибок.
57. ***Коды с чередованием и каскадные коды,*** блочное чередование, сверточное чередование, каскадные коды, кодирование и чередование в системах цифровой записи информации на компакт дисках.
58. ***Турбокоды,*** понятия турбокодирования, функция правдоподобия, пример класса из двух сигналов, логарифмическое отношение правдоподобий, принципы итеративного турбо декодирования, алгебра логарифма правдоподобия.



Согласована на портале № 3916

59. ***Компромиссы*** при использовании модуляции и кодирования, цели разработчика систем связи, характеристика вероятности появления ошибки, минимальная ширина полосы по ***Найквисту,*** теорема ***Шеннона-Хартли*** о пропускной способности канала.
60. ***Плоскость полоса-эффективность,*** эффективность использования полосы при выборе схем ***MPSK*** и ***MFSK,*** аналогия между графиками эффективности использования полосы частот и вероятности появления ошибки.
61. ***Компромиссы при использовании модуляции и кодирования,*** определение, разработка и оценка систем цифровой связи, ***M***-арная передача сигналов, системы ограниченной полосы пропускания, системы ограниченной мощности, требования к передаче сигналов ***MPSK*** и ***MFSK,*** система ограниченной полосы без кодирования, система ограниченной мощности без кодирования, система ограниченной мощности и полосы пропускания с кодированием, расчет эффективности кодирования, выбор кода.
62. ***Модуляция с эффективным использованием полосы частот,*** передача сигналов с модуляцией ***QPSK*** и ***OQPSK,*** манипуляция с минимальным сдвигом, модуляция ***GMSK,*** вероятность ошибки при модуляциях ***OQPSK*** и ***QPSK,*** квадратурная амплитудная модуляция, компромисс между полосой пропускания и мощностью.
63. ***Модуляция и кодирование в каналах с ограниченной полосой,*** границы совокупности сигналов, совокупности сигналов высших размерностей, ***решетчатые структуры*** высокой плотности.
64. ***Решетчатое кодирование,*** истоки решетчатого кодирования, увеличение избыточности сигнала, кодирование ***TCM, разбиение Унгербоека,*** отображение сигналов на переходы решетки, декодирование ***TCM,*** ошибочное событие и просвет, эффективность кодирования, эффективность кодирования для схемы ***8-PSK*** при использовании решетки с четырьмя состояниями, другие решетчатые коды, многомерное решетчатое кодирование.
65. ***Синхронизация,*** виды синхронизации, плата за преимущества, синхронизация приемника, частотная и фазовая синхронизация, линеаризованное уравнение контура, характеристики стационарного состояния, реакция на скачок фазы, реакция на скачок частоты, реакция на линейное изменение частоты.
66. ***Производительность при шуме,*** анализ нелинейного контура, схемы подавления несущей, синфазно-квадратурные схемы, схемы подавления несущей высших порядков, начальная синхронизация, ошибки сопровождения фазы и производительность канала, отношение сигнал/шум в контуре ***ФАПЧ,*** методы анализа спектра.
67. ***Символьная синхронизация-модуляция*** дискретных символов, разомкнутые символьные синхронизаторы, замкнутые символьные синхронизаторы, ошибки символьной синхронизации и вероятность символьной ошибки.
68. ***Синхронизация при модуляциях без разрыва фазы,*** синхронизация с использованием данных, синхронизация без использования данных.
69. ***Кадровая синхронизация,*** сетевая синхронизация, открытая синхронизация передатчиков, закрытая синхронизация передатчиков.
70. ***Распределение ресурса связи.*** Уплотнение множественный доступ с частотным и временным разделением.
71. ***Распределение ресурса связи по каналам.*** Сравнение производительности **FDMA** и **TDMA**.
72. ***Множественный доступ с кодовым разделением.*** Множественный доступ с поляризационным и пространственным разделением.
73. ***Системы связи множественного доступа и архитектура.*** Информационный поток в системах множественного доступа. Множественный доступ с представлением каналов по требованию.



Согласована на портале № 3916

**Приложение к рабочей программе**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования**
**«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)**

**УТВЕРЖДАЮ:**
**Проректор по УР**
**П.Е.Троян**
**_____**

**"_21_"__10__2016 г.**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)

## Теоретические основы систем мобильной связи

**Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат**

**Направление(я) подготовки (специальность): 11.03.02 (инфокоммуникационные технологии и системы связи)**

**Направленность (профиль): Системы мобильной связи**

**Форма обучения: очная**

**Факультет: РТФ (радиотехнический)**

**Кафедра: РТС (радиотехнических систем)**

**Курс: третий** **Семестр: шестой**

**Учебный план набора 2013, 14, 15 годов.**
**Зачет *шестой* семестр**

**Разработчик** **В.А. Кологривов**

**Зав. обеспечивающей кафедрой РТС** **С.В. Мелихов**

**Томск (2016)**



Согласована на портале № 3916

**Введение**

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| ПК-7 | Готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта. | ***Должен знать:***<br>• физические основы и технические возможности современных технологий мобильной связи;<br>• области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями мобильной связи.<br><br>***Должен уметь:***<br>• выбирать на практике тип современной технологии для организации мобильной связи конкретного проекта;<br>• разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих мобильных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды;<br>• обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности;<br>• осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации;<br>• проводить имитационный или натурный |
| ПК-16 | Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования. | |
| | | |



Согласована на портале № 3916

| | | |
|---|---|---|
| | | эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков.<br><br>***Должен владеть:***<br>• первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации;<br>• навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе мобильных технологий. |

**Реализация компетенций**

## Компетенция ПК-7

**ПК-7: Готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

**Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Знать способы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.** | **Уметь изучать научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.** | *Владеть приемами* **изучать научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.** |
| **Виды занятий** | • Лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Консультации; | • Проработка лекционного материала;<br>• Подготовка к Практическим занятиям и лабораторным работам. | • Самостоятельная работа студентов;<br>• Работа с рекомендованной литературой |
| **Используемые средства оценивания** | • Экспресс - опрос;<br>• Подготовка | • Оформление отчетов; | • Защита отчетов и рефератов; |



Согласована на портале № 3916

| | | | |
|---|---|---|---|
| | рефератов. | • Подготовка к защите отчетов. | • Зачет. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуе-мыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • *Знает рациональные приемы* **сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** | • Уметь рационально **собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** | • *Свободно владеет* **умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** |



Согласована на портале № 3916

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Хорошо (базовый уровень)** | • Знает как **собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** | • **Умеет собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** | • *Владеет* **сбором и анализом информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • *Знает элементы* **сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** | • В принципе умеет **собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** | • *Частично владеет* **сбором и анализом информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.** |

### Компетенция ПК-16

**ПК-16: Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

**Таблица 5– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Знать приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** | Умет **изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.** | Владеть навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** |
| **Виды занятий** | • Лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Консультации; | • Проработка лекционного материала;<br>• Подготовка к практическим занятиям и лабораторным | • Самостоятельная работа студентов;<br>• Работа с рекомендованной литературой |



Согласована на портале № 3916

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | работам. | |
| **Используемые средства оценивания** | • Экспресс - опрос;<br>• Подготовка рефератов. | • Оформление отчетов;<br>• Подготовка к защите отчетов. | • Защита отчетов и рефератов;<br>• Зачет. |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • Знает рациональные приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** | • Умеет продуктивно **изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.** | • Свободно владеет навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по** |



Согласована на портале № 3916

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | **тематике исследования.** |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • Знает приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** | • Умеет **изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.** | • Владеет навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • Знает элементарные приемы **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** | • Имеет начальные представления по **изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** | • Владеет отдельными навыками **изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования.** |

**Формы контроля усвоения дисциплины и формирования компетенций**

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются экспресс – опрос на лекциях, лабораторные задания, темы подготовки рефератов и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

- Экспресс – опрос проводится в начале каждой второй лекции для контроля самостоятельной работы и качества усвоения лекционного материала (**Вопросы для подготовки по дисциплине ТО_СМС прилагаются**).
- Подготовка рефератов по заданным темам предполагает более углубленное изучение наиболее важных аспектов изучаемой дисциплины (**Список тем рефератов прилагается**).
- Контроль самостоятельной работы:
  - усвоение лекционного материала по учебным пособиям с самопроверкой по контрольным вопросам (**Вопросы для подготовки по дисциплине ТО_СМС прилагаются**);
  - подготовка к зачету.

**Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения, подготовки к лабораторным работам и самостоятельной работы используются методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

1. **Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь:** Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (**40 экз.**)

2. **Лебедько Е. Г. Теоретические основы передачи информации**. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.-



Согласована на портале № 3916

352 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543

3. **Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи.** Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Эко-трендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (**42 экз.**)

4. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М.: Вильямс, 2003. - 1099 с. (**13 экз.**)

5. **Скляр Б. Цифровая связь:** Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. / Б. Скляр; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. - М.: Вильямс, 2004. - 1099 с. (**18 экз.**)

6. **Рудой В. М. Системы передачи информации:** Учебное пособие для вузов / В. М. Рудой. (Учебное пособие для вузов). - М.: Радиотехника, 2007. - 277 с. (**20 экз.**)

7. **Вернер М. Основы кодирования:** Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (**49 экз.**)

8. **Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования.** Методы, алгоритмы, применение: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса; пер.: В. Б. Афанасьев. (Мир связи; IX, 05). - М.: Техносфера, 2006. - 319 с. (**40 экз.**)

9. **Прокис Д. Цифровая связь:** Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М.: Радио и связь, 2000. - 798 с. (**7 экз.**)

10. **Слепов Н. Н. Англо-русский толковый словарь сокращений в области связи, компьютерных и информационных технологий:** Около 35000 терминов и Словарь русских сокращений: около 5100 терминов / Н. Н. Слепов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2005. - 794 с. (**33 экз.**)

11. Исследование QPSK модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 27 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1528

12. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 35 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1532

13. Исследование MSK модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 29 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1524

14. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 39 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1525

15. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. – 2012. 38 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1527

16. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. – 2012. 62 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1736

17. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов:



Согласована на портале № 3916

Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. – 2012. 9 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/1845

**Приложение А**

***Вопросы для подготовки по дисциплине***
***"Теоретические основы систем мобильной связи"***

74. ***Цели и задачи*** дисциплины ***ТО_СМС.***
75. Основные ***этапы преобразования сигнала*** в цифровых системах связи.
76. Основная ***терминология*** области ***цифровой связи.***
77. ***Классификация сигналов:*** детерминированные и случайные, периодические и непериодические, аналоговые и дискретные, мощностные и энергетические.
78. ***Спектральная плотность энергии и мощности.*** Автокорреляция энергетического сигнала и мощностного сигнала.
79. ***Случайные сигналы,*** случайные переменные, распределение вероятности и плотность вероятности.
80. ***Случайные процессы,*** статистическое среднее, стационарные процессы, автокорреляция случайных процессов, усреднение по времени и эргодичность.
81. ***Спектральная плотность мощности*** и автокорреляция случайного процесса.
82. ***Шум в системах связи,*** гауссов случайный процесс, белый шум.
83. ***Передача сигнала через линейные системы,*** импульсная характеристика, частотная и передаточная функция, случайные процессы и линейные системы, идеальная фильтрация, реализуемые фильтры, сигналы, каналы, спектры.
84. ***Ширина полосы при передаче цифровых данных,*** узкополосные и широкополосные сигналы, дилемма определения ширины полосы.
85. ***Форматирование и узкополосная модуляция,*** узкополосные системы, форматирование текстовой информации (знаки, сообщения и символы).
86. ***Форматирование аналоговой информации,*** дискретизация аналоговых сигналов, выборка с использованием единичных импульсов, естественная дискретизация, метод выборка и хранение, наложение спектров при дискретизации, выборка с запасом.
87. ***Аналоговая фильтрация,*** дискретизация и преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы, цифровая фильтрация и повторная выборка, сопряжение сигнала с цифровой системой.
88. ***Источники искажения сигналов,*** влияние дискретизации и квантования, воздействие канала, шум канала, межсимвольная интерференция, отношение сигнал/шум для квантованных сигналов, импульсно-кодовая модуляция ***ИКМ (PCM).***
89. ***Квантование*** с постоянным и переменным шагом, статистика амплитуд речевого сигнала, неравномерное квантование, компандирование.
90. ***Узкополосная передача,*** Представление двоичной последовательности электрическими импульсами, типы сигналов ***PCM,*** спектральные параметры сигналов ***PCM,*** число бит на слово ***PCM*** и число бит на символ, размер слова ***PCM, M***-арные импульсно-модулированные сигналы.
91. ***Корреляционное кодирование,*** двубинарная передача сигналов, двубинарное декодирование, предварительное кодирование, полибинарная передача сигналов.



Согласована на портале № 3916

92. ***Узкополосная демодуляция/обнаружение,*** сигналы и шум, рост вероятности ошибки в системах связи, демодуляция и обнаружение, векторное представление сигнала и шума, энергия сигнала, ортогональное представление сигналов и шумов, дисперсия белого шума.
93. ***Важнейший параметр цифровой связи*** – отношение сигнал/шум, отношение энергии бита к средней мощности шума естественный критерий качества.
94. ***Обнаружение двоичных сигналов*** в гауссовом шуме, критерий максимального правдоподобия приема сигналов, вероятность ошибки, согласованный фильтр, реализация корреляции в согласованном фильтре, сравнение свертки и корреляции.
95. ***Оптимизация вероятности ошибки,*** вероятность возникновения ошибки при двоичной передаче сигналов, использование базисных функций для описания передачи сигналов.
96. ***Межсимвольная интерференция,*** формирование импульсов с целью снижения ***ISI,*** фильтр с характеристикой типа приподнятого косинуса, факторы роста вероятности ошибки, демодуляция и обнаружение сформированных импульсов, согласованные и обычные фильтры, импульсы ***Найквиста.***
97. ***Выравнивание,*** характеристики канала, глазковая диаграмма, ***типы эквалайзеров,*** трансверсальный эквалайзер, эквалайзер с решающей обратной связью, заданное и адаптивное выравнивание, частота обновления фильтра.
98. ***Полосовая модуляция и демодуляция,*** методы цифровой полосовой модуляции, векторное представление синусоиды, фазовая манипуляция, частотная манипуляция, амплитудная манипуляция, амплитудно-фазовая манипуляция.
99. ***Обнаружение сигнала*** в гауссовом шуме, области решений, корреляционный приемник, порог двоичного решения.
100. ***Когерентное обнаружение,*** цифровой согласованный фильтр, когерентное обнаружение ***MPSK,*** когерентное обнаружение ***FSK.***
101. ***Некогерентное обнаружение,*** обнаружение сигналов при дифференциальной модуляции ***PSK,*** бинарная модуляция ***DPSK,*** некогерентное обнаружение сигналов ***FSK,*** расстояние между тонами для некогерентной ортогональной передачи ***FSK,*** минимальное расстояние между тонами и ширина полосы.
102. ***Комплексная огибающая,*** квадратурная реализация модулятора, модулятор ***D8PSK,*** демодулятор ***D8PSK.***
103. ***Вероятность ошибки в бинарных системах,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в дифференциальной модуляции ***BPSK,*** вероятность битовой ошибки при когерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при некогерентном обнаружении сигнала в бинарной ортогональной модуляции ***FSK,*** вероятность битовой ошибки при бинарной модуляции ***DPSK,*** вероятность ошибки для различных модуляций.
104. ***M-арная передача сигналов и производительность,*** векторное представление сигналов ***MPSK,*** вероятности ошибок ***BPSK*** и ***QPSK,*** векторное представление сигналов ***MFSK.***
105. ***Вероятность символьной ошибки*** для ***M***-арных систем, вероятность символьной ошибки для модуляции ***MPSK,*** вероятность символьной ошибки для модуляции ***MFSK,*** зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для ортогональных сигналов, зависимость вероятности битовой ошибки от вероятности символьной ошибки для многофазных сигналов, влияние межсимвольной интерференции.
106. Что такое ***бюджет канала связи,*** канал, понятие открытого пространства, взаимосвязь отношения сигнал/шум с отношением энергии бита к средней мощности шума, источники возникновения шумов и ослабления сигнала.
107. ***Мощность принятого сигнала*** и шума, дистанционное уравнение, мощность принятого сигнала как функция частоты, зависимость потерь в тракте от частоты, мощность теплового шума.
108. ***Анализ бюджета канала связи,*** требуемое и принятое отношение энергии бита к средней мощности шума, энергетический резерв канала связи, резерв канала связи, доступность канала связи.



Согласована на портале № 3916

109. ***Коэффициент шума и шумовая температура системы,*** коэффициент шума, шумовая температура, потери в линии связи, суммарный шум фактор и общая шумовая температура.
110. ***Эффективная температура системы,*** шумовая температура неба, радиокарта неба.
111. ***Пример анализа канала связи,*** элементы бюджета канала, добротность приемника, принятая изотропная мощность.
112. ***Спутниковые ретрансляторы,*** нерегенеративные ретрансляторы, нелинейное усиление ретрансляторов, системные компромиссы.
113. ***Кодирование сигнала и структурированные последовательности,*** антиподные и ортогональные сигналы, ***M***-арная передача сигналов, кодирование сигнала, ортогональные коды, биортогональные коды, трансортогональные коды.
114. ***Типы защиты от ошибок,*** связность оконечных устройств, автоматический запрос повторной передачи.
115. ***Структурированные последовательности,*** модели каналов, дискретный канал без памяти, двоичный симметричный канал, гауссов канал, степень кодирования и избыточность, терминология в кодировании.
116. ***Коды с контролем четности,*** код с одним контрольным битом, прямоугольный код, кодирование с коррекцией ошибок, компромиссы, характеристики при низком значении энергии бита к средней мощности шума.
117. ***Линейные блочные коды,*** векторные пространства, векторные подпространства, матрица генератора, систематические линейные блочные коды, проверочная матрица, контроль с помощью синдромов, исправление ошибок, синдром класса смежности, декодирование с исправлением ошибок, локализация ошибочной комбинации, реализация декодера, векторные обозначения.
118. ***Возможность обнаружения и исправления ошибок,*** минимальное расстояние для линейного кода, обнаружение и исправление ошибок, распределение весовых коэффициентов кодовых слов, визуализация пространства ***6***-кортежей,коррекция со стиранием ошибок.
119. ***Полезность нормальной матрицы,*** оценка возможностей кода, код ***(n,k),*** соотношение между обнаружением и исправлением ошибок, взгляд на код через нормальную матрицу.
120. ***Циклические коды,*** алгебраическая структура циклических кодов, свойства двоичного циклического кода, кодирование в систематической форме, логическая схема для реализации полиномиального деления, систематическое кодирование с ***(n-k)***-разрядным регистром сдвига, обнаружение ошибок с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига.
121. ***Известные блочные коды,*** коды ***Хемминга,*** расширенный код ***Голея,*** коды ***БЧХ.***
122. ***Сверточное кодирование,*** представление сверточного кода, импульсная характеристика кодера, полиномиальное представление, представление состояния и диаграмма состояний, древовидные диаграммы, решетчатая диаграмма.
123. ***Формулировка задачи сверточного кодирования,*** декодирование по методу максимального правдоподобия, модели каналов: мягкое или жесткое принятие решений, двоичный симметричный канал, гауссов канал.
124. ***Алгоритм сверточного декодирования Витерби,*** реализация декодера, память путей и синхронизация.
125. ***Свойства сверточных кодов,*** пространственные характеристики сверточных кодов, систематические и несистематические сверточные коды, границы рабочих характеристик сверточных кодов, эффективность кодирования, наиболее известные сверточные коды, компромиссы сверточного кодирования, мягкое декодирование по алгоритму ***Витерби.***
126. ***Другие алгоритмы сверточного декодирования,*** последовательное декодирование, сравнение декодирования по алгоритму Витерби с последовательным декодированием и их ограничения, декодирование с обратной связью.



Согласована на портале № 3916

127. ***Коды Рида-Соломона,*** вероятность появления ошибок для кодов ***Рида-Соломона,*** эффективность кодов ***Рида-Соломона*** при импульсных помехах, рабочие характеристики кода ***Рида-Соломона*** как функция размера, избыточности и степени кодирования.
128. ***Конечные поля,*** операция сложения в расширенном ***поле Галуа,*** описание конечного поля с помощью примитивного полинома, пример поля расширения ***Галуа.***
129. ***Кодирование Рида-Соломона,*** кодирование в систематической форме, систематическое кодирование с помощью ***(n-k)***-разрядного регистра сдвига, декодирование ***Рида-Соломона,*** вычисление синдрома, локализация ошибки, значения ошибок.
130. ***Коды с чередованием и каскадные коды,*** блочное чередование, сверточное чередование, каскадные коды, кодирование и чередование в системах цифровой записи информации на компакт дисках.
131. ***Турбокоды,*** понятия турбокодирования, функция правдоподобия, пример класса из двух сигналов, логарифмическое отношение правдоподобий, принципы итеративного турбо декодирования, алгебра логарифма правдоподобия.
132. ***Компромиссы*** при использовании модуляции и кодирования, цели разработчика систем связи, характеристика вероятности появления ошибки, минимальная ширина полосы по ***Найквисту,*** теорема ***Шеннона-Хартли*** о пропускной способности канала.
133. ***Плоскость полоса-эффективность,*** эффективность использования полосы при выборе схем ***MPSK*** и ***MFSK,*** аналогия между графиками эффективности использования полосы частот и вероятности появления ошибки.
134. ***Компромиссы при использовании модуляции и кодирования,*** определение, разработка и оценка систем цифровой связи, ***M***-арная передача сигналов, системы ограниченной полосы пропускания, системы ограниченной мощности, требования к передаче сигналов ***MPSK*** и ***MFSK,*** система ограниченной полосы без кодирования, система ограниченной мощности без кодирования, система ограниченной мощности и полосы пропускания с кодированием, расчет эффективности кодирования, выбор кода.
135. ***Модуляция с эффективным использованием полосы частот,*** передача сигналов с модуляцией ***QPSK*** и ***OQPSK,*** манипуляция с минимальным сдвигом, модуляция ***GMSK,*** вероятность ошибки при модуляциях ***OQPSK*** и ***QPSK,*** квадратурная амплитудная модуляция, компромисс между полосой пропускания и мощностью.
136. ***Модуляция и кодирование в каналах с ограниченной полосой,*** границы совокупности сигналов, совокупности сигналов высших размерностей, ***решетчатые структуры*** высокой плотности.
137. ***Решетчатое кодирование,*** истоки решетчатого кодирования, увеличение избыточности сигнала, кодирование ***TCM, разбиение Унгербоека,*** отображение сигналов на переходы решетки, декодирование ***TCM,*** ошибочное событие и просвет, эффективность кодирования, эффективность кодирования для схемы ***8-PSK*** при использовании решетки с четырьмя состояниями, другие решетчатые коды, многомерное решетчатое кодирование.
138. ***Синхронизация,*** виды синхронизации, плата за преимущества, синхронизация приемника, частотная и фазовая синхронизация, линеаризованное уравнение контура, характеристики стационарного состояния, реакция на скачок фазы, реакция на скачок частоты, реакция на линейное изменение частоты.
139. ***Производительность при шуме,*** анализ нелинейного контура, схемы подавления несущей, синфазно-квадратурные схемы, схемы подавления несущей высших порядков, начальная синхронизация, ошибки сопровождения фазы и производительность канала, отношение сигнал/шум в контуре ***ФАПЧ,*** методы анализа спектра.
140. ***Символьная синхронизация-модуляция*** дискретных символов, разомкнутые символьные синхронизаторы, замкнутые символьные синхронизаторы, ошибки символьной синхронизации и вероятность символьной ошибки.
141. ***Синхронизация при модуляциях без разрыва фазы,*** синхронизация с использованием данных, синхронизация без использования данных.
142. ***Кадровая синхронизация,*** сетевая синхронизация, открытая синхронизация передатчиков, закрытая синхронизация передатчиков.



Согласована на портале № 3916

143. ***Распределение ресурса связи.*** Уплотнение множественный доступ с частотным и временным разделением.
144. ***Распределение ресурса связи по каналам.*** Сравнение производительности **FDMA** и **TDMA**.
145. ***Множественный доступ с кодовым разделением.*** Множественный доступ с поляризационным и пространственным разделением.
146. ***Системы связи множественного доступа и архитектура.*** Информационный поток в системах множественного доступа. Множественный доступ с представлением каналов по требованию.

**Приложение Б**

## Список тем рефератов

1. Методы **PSK**-модуляции.
2. Методы **FSK**-модуляции.
3. Технология **FDMA**.
4. Технология **TDMA**.
5. Технология **CDMA**.
6. Сигнально-кодовые конструкции (**СКК**) (**ТСМ**).
7. Блочное-алгебраическое кодирование.
8. Блочное циклическое кодирование.
9. Сверточное кодирование.
10. Алгоритм **Витерби**.
11. Межсимвольная интерференция (**МСИ**) (**ISI**).
12. Проблема собственных значений и векторов линейной системы уравнений и аналитическая функция матричного аргумента.
13. Эквалайзер **GSM**.
14. Относительное (дифференциальное) кодирование.
15. Схемы **ФАПЧ**.
16. Связь на шумоподобных сигналах (**ШПС**).
17. Технология **OFDMA**.
18. Многолучевое распространение.
19. Технология **MIMO**.
20. Коды Рида-Соломона (**РС**).
21. Анализ бюджета канала связи.
22. Энергетическая и спектральная эффективности каналов связи.
23. Синхронизация в цифровой радиосвязи.
24. Компромиссы при использовании модуляции и кодирования.
25. Корреляционный прием.



Согласована на портале № 3916