**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Декан энергетического факультета
_____Батухтин А.Г.
«29» 10 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# СТАНДАРТЫ И ТЕХНОЛОГИИ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы связи нового поколения**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2026 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 16 | 16 | 32 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | 32 | часов |
| Самостоятельная работа | 76 | 76 | 152 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 108 | 108 | 216 | часов |
| | 3 | 3 | 6 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет | 5 |
| Зачет | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ким М.Ю.
Должность: Директор департамента по УР
Дата подписания: 29.10.2025
Уникальный программный ключ:
ed789cd8-2cc6-4431-a59e-8f386b1d44fa

Томск

Согласована на портале № 85576

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Изучение студентами особенностей построения современных систем мобильной связи (СМС), предоставляющих разнообразные услуги связи мобильным и фиксированным абонентам, а также особенностей технических характеристик СМС различных стандартов.

2. Формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ основных интегральных характеристик функционирования СМС, а также характеристик функционирования трактов, устройств и блоков, входящих в состав СМС.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение физических основ и технических возможностей современных технологий мобильной связи.

2. Изучение принципов работы функциональных устройств, блоков и трактов в составе СМС и физических процессов, происходящие в них.

3. Изучение принципов построения различных вариантов функциональных и структурных схем подсистем СМС и устройств в их составе.

4. Формирование понимания причин влияния помех различного вида на основные показатели и стабильность параметров изучаемых СМС в целом и ее отдельных элементов.

5. Формирование умения выбирать на практике тип современной технологии для организации мобильной связи конкретного проекта.

6. Формирование умения осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований цена/качество.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Индекс дисциплины: ФТД.02.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 85576

| | | |
|---|---|---|
| ПК-5. Способен разрабатывать системы связи нового поколения и их технологии | ПК-5.1. Знает типовые решения при проектировании систем связи, в том числе нового поколения | Знает устройство, комплектность и состав периферийного оборудования, УПАТС, абонентских устройств, назначение и правила работы в соответствующих компьютерных программах и базах данных, их основные технические характеристики, преимущества и недостатки продукции мировых и российских производителей инфокоммуникационных систем и/или их составляющих, архитектуру, общие принципы функционирования сетевых устройств и программного обеспечения администрируемой информационно-коммуникационной системы, протоколы всех модели взаимодействия открытых систем, общие принципы управления программным обеспечение по тарификации сетевых ресурсов, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности элементов оптических и медножильных линий связи |
| | ПК-5.2. Умеет проводить анализ и расчеты по проектам систем связи, в том числе нового поколения | Умеет устанавливать персональные компьютеры, подключать и обслуживать периферийное оборудование, применять системы управления взаимоотношениями с клиентами при подготовке аналитических отчетов по продажа инфокоммуникационных систем и/или их составляющих, пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий, использовать современные методы контроля производительности инфокоммуникационных систем, производить расчет тарифов и осуществлять контроль за распределением ресурсов, подключать и настраивать современные средства обеспечения безопасности удаленного доступа (операционных систем и специализированных протоколов), настраивать оборудование клиента непосредственно на месте его установки |
| | ПК-5.3. Владеет навыками разработки проектом систем связи, в том числе нового поколения | Владеет навыками планирования порядка и последовательности проведения работ по подключению и обслуживанию оборудования, сбора, аналитического и численного исследования информации по продажам инфокоммуникационных систем и/или их составляющих, конфигурировать операционные системы сетевых устройств информационно-коммуникационной системы, навыками установки кабельных и сетевых анализаторов для контроля изменения номиналов сетевых устройств и программного обеспечения администрируемой сети в целом и отдельных подсистем инфокоммуникационной системы, навыками установки дополнительных программных продуктов для тарификации сетевых ресурсов и параметризации дополнительных программных продуктов для тарификации сетевых ресурсов, дополнительных программных продуктов для обеспечения безопасности удаленного доступа и их параметризация, методами изменения настроек оборудования клиента дистанционно с применением средств дистанционного доступа |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Согласована на портале № 85576

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 5 семестр | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 64 | 32 | 32 |
| Лекционные занятия | 32 | 16 | 16 |
| Лабораторные занятия | 32 | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 152 | 76 | 76 |
| Подготовка к зачету | 56 | 26 | 30 |
| Подготовка к тестированию | 40 | 18 | 22 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 56 | 32 | 24 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 216 | 108 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 6 | 3 | 3 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | |
| 1 Эволюция систем мобильной связи | 6 | 12 | 32 | 50 | ПК-5 |
| 2 Сигналы в системах мобильной связи | 6 | 4 | 30 | 40 | ПК-5 |
| 3 Каналы в системах мобильной связи | 4 | - | 14 | 18 | ПК-5 |
| Итого за семестр | 16 | 16 | 76 | 108 | |
| **6 семестр** | | | | | |
| 4 Организация сетевого управления в системах мобильной связи | 6 | 4 | 28 | 38 | ПК-5 |
| 5 Стандарты сотовых сетей связи | 6 | 12 | 28 | 46 | ПК-5 |
| 6 Стандарты спутниковых сетей мобильной связи | 4 | - | 20 | 24 | ПК-5 |
| Итого за семестр | 16 | 16 | 76 | 108 | |
| Итого | 32 | 32 | 152 | 216 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |

Согласована на портале № 85576

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Эволюция систем мобильной связи | Появление и развитие сетей мобильной связи. Поколения сетей сотовой связи. | 6 | ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 2 Сигналы в системах мобильной связи | Формирование сигналов, используемых в ССМС. Методы приема и обработки сигналов в ССМС. | 6 | ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Каналы в системах мобильной связи | Особенности и характеристики каналов распространения сигналов в ССМС | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| **6 семестр** | | | |
| 4 Организация сетевого управления в системах мобильной связи | Общие принципы организации и основные характеристики сетевого управления в ССМС | 6 | ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Стандарты сотовых сетей связи | Общие характеристики современных стандартов наземных сотовых ССМС | 6 | ПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Стандарты спутниковых сетей мобильной связи | Основные характеристики стандартов спутниковых ССМС | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 32 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |

Согласована на портале № 85576

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Эволюция систем мобильной связи | Изучение методов формирования сигналов, используемых в ССМС | 4 | ПК-5 |
| | Изучение методов приема и обработки сигналов в ССМС | 4 | ПК-5 |
| | Оценка спектральной эффективности сигналов сотовых систем различных стандартов | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| 2 Сигналы в системах мобильной связи | Изучение методов кодирования речевой информации. Методы кодирования формы сигнала. Методы кодирования источника сигнала. | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| **6 семестр** | | | |
| 4 Организация сетевого управления в системах мобильной связи | Изучение цифровых методов модуляции, энергетическая и спектральная эффективность. | 4 | ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Стандарты сотовых сетей связи | Изучение характеристик сигналов СМС 4G стандарта LTE. Изучение технологии MIMO. | 4 | ПК-5 |
| | Определение оптимальной мощности передатчика БС мобильной связи, работающей в зоне действия помех от автотранспорта. Определение дальности связи сотовой сети GSM в направлении АС – БС | 8 | ПК-5 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 32 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 85576

таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Эволюция систем мобильной связи | Подготовка к зачету | 10 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 32 | | |
| 2 Сигналы в системах мобильной связи | Подготовка к зачету | 8 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 30 | | |
| 3 Каналы в системах мобильной связи | Подготовка к зачету | 8 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| Итого за семестр | | 76 | | |
| **6 семестр** | | | | |
| 4 Организация сетевого управления в системах мобильной связи | Подготовка к зачету | 10 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 28 | | |
| 5 Стандарты сотовых сетей связи | Подготовка к зачету | 10 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПК-5 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | ПК-5 | Лабораторная работа |
| | Итого | 28 | | |
| 6 Стандарты спутниковых сетей мобильной связи | Подготовка к зачету | 10 | ПК-5 | Зачёт |
| | Подготовка к тестированию | 10 | ПК-5 | Тестирование |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 76 | | |
| Итого | | 152 | | |

**5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины,**

Согласована на портале № 85576

**и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-5 | + | + | + | Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 40 | 40 |
| Лабораторная работа | 15 | 15 | 15 | 45 |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |
| **6 семестр** | | | | |
| Зачёт | 0 | 0 | 40 | 40 |
| Лабораторная работа | 15 | 15 | 15 | 45 |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|

Согласована на портале № 85576

| | | |
|---|---|---|
| 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) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Буснюк, Н. Н. Системы мобильной связи / Н. Н. Буснюк, Г. И. Мельянец. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 128 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/302873.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Райфельд, М. А. Системы и сети мобильной связи : учебное пособие / М. А. Райфельд, А.А. Спектор. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 96 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/152245.

2. Баланов, А. Н. Телекоммуникационные системы. Управление, оптимизация и интеграция: учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 376 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/414956.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Бакулин, М. Г. Технология MIMO: принципы и алгоритмы : монография / М. Г. Бакулин, Л. А. Варукина, В. Б. Крейнделин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111007.

2. Практикум на тему Обработка сигнала m-qam в системе с mimo и приемником прямого преобразования : учебное пособие / составители Н. Е. Поборчая, А. Ю. Кудряшова. — Москва: МТУСИ, 2022. — 40с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/333833.

#### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 85576

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных работ используются помещения ФГБОУ ВО ЗабГУ.

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы).:

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО ЗабГУ.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Согласована на портале № 85576

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Эволюция систем мобильной связи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Сигналы в системах мобильной связи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Каналы в системах мобильной связи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Организация сетевого управления в системах мобильной связи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Стандарты сотовых сетей связи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Стандарты спутниковых сетей мобильной связи | ПК-5 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |

Согласована на портале № 85576

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой стандарт мобильной связи является третьим поколением (3G)?
   а) GSM
   б) UMTS
   в) LTE
   г) 5G
2. Какой из следующих стандартов поддерживает максимальную скорость передачи данных в мобильных сетях?
   а) GSM
   б) HSPA+

Согласована на портале № 85576

в) LTE
г) CDMA2000

3. Какой из следующих протоколов используется для передачи голосовых вызовов в сетях VoLTE?
   а) SIP
   б) RTP
   в) TCP
   г) HTTP
4. Какой стандарт мобильной связи был разработан для обеспечения более высокой скорости передачи данных по сравнению с 3G?
   а) GSM
   б) HSPA+
   в) CDMA
   г) LTE-Advanced
5. Какой из следующих типов модуляции используется в системах LTE для оптимизации передачи данных?
   а) BPSK
   б) QPSK
   в) 16-QAM
   г) Все вышеперечисленные
6. Какой протокол используется для управления соединениями в сетях 5G?
   а) SIP
   б) HTTP
   в) RRC
   г) FTP
7. Какие технологии используются для повышения скорости передачи данных в мобильных сетях? (Выберите все подходящие варианты)
   а) MIMO
   б) OFDM
   в) FDMA
   г) QAM
8. Какие из следующих характеристик важны для оценки качества мобильной связи? (Выберите все подходящие варианты)
   а) Уровень сигнала
   б) Задержка
   в) Пропускная способность
   г) Цвет устройства
9. Какие из следующих технологий используются для обеспечения безопасности в мобильных сетях? (Выберите все подходящие варианты)
   а) AES
   б) SSL/TLS
   в) WEP
   г) IPsec
10. Какие факторы влияют на выбор частотного диапазона для мобильных сетей? (Выберите все подходящие варианты)
    а) Дальность передачи
    б) Проникновение сигнала
    в) Стоимость оборудования
    г) Количество пользователей

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Назначение федеральной сети сотовой подвижной связи стандарта GSM, ее место во Взаимоувязанной сети связи РФ.
2. Бесшнуровые телефонные системы. Телефонные сети построенные на основе стандарта DECT.
3. Пейджинговые системы.
4. Транкинговые системы. «Алтай», MPT 1327, TETRA.

Согласована на портале № 85576

5. Беспроводные компьютерные сети. Bluetooth.
6. Сетевые принципы построения мобильных систем связи.
7. Полосы частот используемые в основных существующих стандартах систем сотовой радиосвязи.
8. Структура сети сотовой связи. Её основные элементы. Понятие хэндовера.
9. Сетевая топология сотовой сязи. Размеры сот и их применение на местности.
10. Сота GSM-сети. Её характеристики.
11. Способы доступа к СПС. Технологии FDMA, TDMA и CDMA.
12. Международные и национальные стандарты. Роль организаций ITU, ETSI, 3GPP, 3GPP2 и национальных администраций связи в регулировании процессов в сфере связи.
13. Первое поколение сетей сотовой связи1G. Стандарты NMT и AMPS. Используемые технологии, архитектура сетей.
14. Второе поколение сетей сотовой связи 2G. Стандарты GSM, D-AMPS, CDMA.
15. Поколение 2,5G. Услуги пакетной радиосвязи GPRS и EDGE.
16. Мобильная связь третьего поколения 3G. Проект IMT-2000. Технологии Wideband CDMA (W-CDMA), CDMA2000.
17. Эволюция технологий СПС. GSM, GPRS, EDGE, 3G UMTS, 3G HSPA/MIMO, LTE.
18. Мобильная связь четвертого поколения 4G. Стандарт LTE, выделенные для него полосы частот. Конвергенция технологий OFDM и SDR и широкополосных технологий Wi-Fi и WiMAX.
19. GSM – базовая сеть для последующих поколений мобильной связи. Структура сети GSM. Основные конструктивные элементы и их взаимодействие.
20. SIM карта. Её роль в идентификации абонента.
21. Устройство и принцип работы мобильного телефона.
22. Подсистема базовой станции BSS. Состав и назначение конструктивных элементов.
23. Регистр HLR и центр аутентификации AuC. Данные хранящиеся в HLR. Алгоритм аутентификации абонентов.
24. Регистр VLR. Управление динамическими данными об абоненте. Виды роуминга, процесс его поддержки VLR.
25. Центр коммутации MSC. Особенности работы MSC связанные со спецификой подвижной связи.
26. Регистр идентификации оборудования EIR. Черный, серый и белый и списки EIR.
27. SMS-центр. Компоненты SMSC их назначение.
28. Роль сигнализации в телефонной сети. Общий канал сигнализации (ОКС-7). Модель системы общеканальной сигнализации.
29. Мобильные приложения стека протоколов ОКС. Протоколы MAP, CAP, BSS MAP и DTAP, их назначение.
30. Обновление данных о местонахождении абонента с помощью протокола MAP (Location Update). Сценарий (алгоритм) обновления.
31. Входящий вызов в СПС из ТфОП. Алгоритм прохождения вызова.
32. Система и план нумерации в телефонии. Географические, негеографические и перспективные международные планы нумераций.
33. Отличия нумерации для мобильной связи. План нумерации в сетях подвижной связи. Номер MSISDN.
34. Нумерация в GSM. Идентификаторы IMSI и IMEI. Их назначение и структура. Временные идентификаторы TMSI и MSRN.
35. Сетевые и радиоинтерфейсы в системах сотовой связи.
36. Сети IMT-2000/UMTS как дальнейшее развитие базовой сети GSM для поддержки функций третьего поколения 3G.
37. Радиодоступ UTRAN с режимами FDD и TDD.
38. Основа идеологии 3G в архитектуре 3GPP релиз 99 (Rel’99). Введение нового метода радиодоступа W-CDMA и сохранение преемственности GSM.
39. Архитектура 3GPP Rel’4. Распределение базовой сети. Эволюция UMTS в последующих релизах.
40. Услуги сетей 3G, их квалификация по категориям. Концепция IMS, Разделение функции управления обслуживанием вызова и функции установления и поддержания сеанса связи.
41. GPRS как первая сеть с коммутацией пакетов. Структура сети GPRS. Основные

Согласована на портале № 85576

конструктивные элементы и их взаимодействие.
42. Услуги сетей 2.5G и технология EDGE, как дальнейшее развитие GPRS.
43. Технология высокоскоростной передачи данных HSCSD в направлении downlink. Место технологии HSDPA в сети UMTS.
44. Технология высокоскоростной передачи данных HSPA, как предоставление абоненту возможности широкополосного стационарного интернета.
45. Технология скоростной передачи данных HSUPA в направлении uplink для стандарта сотовой связи UMTS.
46. Технология MIMO как один из самых актуальных способов увеличения пропускной способности и емкости беспроводных систем связи.
47. Беспроводной протокол передачи данных WAP.
48. Услуги SMS. Алгоритм передачи сообщения.
49. Качество обслуживания в СПС (QoS). Стандартизация качества обслуживания в СПС.
50. Критерии и показатели качества обслуживания в СПС. Инструментальные средства для оценки QoS.
51. Особенности расчета сетей СПС. Повторное использование частот в СПС. Понятие кластера.
52. Расчет емкости сети подвижной связи.
53. Оценка пропускной способности транспортной сети в GPRS.
54. Технология множественного доступа CDMA в стандартах сотовой связи 2G и 3G .
55. Технология множественного доступа FDMA, как одна из основных технологий применяемых в мобильной связи.
56. Технологи множественного доступа TDMA, ее применение в стандарте GSM.
57. Технологии широкополосного множественного доступа WCDMA, как основа сети доступа системы сотовой связи стандарта UMTS.
58. Безопасность в мобильных системах связи. Методы шифрования Идентификация и аутентификация в системах мобильной связи.
59. Правовые документы регламентирующие деятельность в сфере связи.
60. Конвергенция сетей связи. Формирование сети следующего поколения NGN.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Изучение методов формирования сигналов, используемых в ССМС
2. Изучение методов приема и обработки сигналов в ССМС
3. Оценка спектральной эффективности сигналов сотовых систем различных стандартов
4. Изучение методов кодирования речевой информации. Методы кодирования формы сигнала. Методы кодирования источника сигнала.
5. Изучение цифровых методов модуляции, энергетическая и спектральная эффективность.
6. Изучение характеристик сигналов СМС 4G стандарта LTE. Изучение технологии MIMO.
7. Определение оптимальной мощности передатчика БС мобильной связи, работающей в зоне действия помех от автотранспорта. Определение дальности связи сотовой сети GSM в направлении АС – БС

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

Согласована на портале № 85576

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах,

Согласована на портале № 85576

адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 85576

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и техники связи протокол № 4
от «19» декабря 2023 г. 30 9 25

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | |
| И.о. заведующего обеспечивающей каф. ФиТС | Т.В. Кузьмина | |
| Начальник учебного управления | Г.А. Цой | |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Директор ИРЭТ | А.М. Заболоцкий | |
| Заведующий кафедрой, каф. ТОР | Е.В. Рогожников | |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент каф. ФиТС | С.Б. Таланов | |

Согласована на портале № 85576