

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.02.01 Сети и системы мобильной связи

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Форма обучения

очная

Год набора

2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. техн. наук, доцент, Хачатрян Григорий Хачикович

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

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

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Изучение принципов построения и работы современных систем связи на базе различных технологий и входящих в них протоколов, алгоритмов их работы, предоставляемых услуг, технических средств, вопросов управления и проектирования систем мобильной связи и её элементов, а так же других вопросов необходимых для достижения поставленной цели.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3: Способен осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов радиооборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций</b>	
ПК-3.1: Использует эксплуатационно-техническую документацию на инфокоммуникационные системы и сервисы в плане обеспечения их контроля и мониторинга	Современные стандарты систем мобильной связи Типовые компоненты систем мобильной связи Принципы построения сетей мобильной связи Анализировать спецификации интерфейсов доступа Анализировать компоненты информационных систем Анализировать сетевую инфраструктуру Сбор требований к информационным системам и сервисам Структуризация сведений об информационных системах и сервисах Выбор наилучшего решения для инфраструктуры информационных системы

<p>ПК-3.2: Управляет ресурсами, используемыми для контроля и мониторинга функционирования инфокоммуникационных систем и сервисов</p>	<p>Общие принципы функционирования и архитектуру инфокоммуникационных систем и сервисов  Различные методы контроля и мониторинга инфокоммуникационных систем  Пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий</p> <p>Использовать современные методы контроля и мониторинга инфокоммуникационных систем  Методами оценки требуемой производительности сетевых устройств и программного обеспечения</p> <p>Навыками использования программных продуктов</p>
	<p>для контроля и мониторинга инфокоммуникационных систем</p>
<p><b>ПК-9: Способен осуществлять монтаж, настройку, регулировку, тестирование оборудования, отработку режимов работы, контроль проектных параметров работы и испытания оборудования связи, обеспечение соответствия технических параметров инфокоммуникационных систем и /или их составляющих, установленным эксплуатационно-техническим нормам</b></p>	
<p>ПК-9.1: Измеряет контролируемые в процессе диагностики и эксплуатационного контроля параметры оборудования</p>	<p>Действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования  Методики проведения проверки технического состояния оборудования  Вести техническую и технологическую документацию по установленным формам</p> <p>Осуществлять проверку качества работы оборудования и средств связи  Навыками тестирования оборудования и отработки режимов работы оборудования  Навыками выбора и использования, соответствующего тестового и измерительного оборудования, использования программного обеспечения оборудования настройке</p>

<p>ПК-9.2: Осуществляет изменение параметров услуг, предоставляемых потребителям</p>	<p>Действующие документы определяющие нормативные требования к параметрам услуг связи  Правила работы с различными информационными системами и базами данных.  Обрабатывать информацию с использованием современных технических средств</p> <p>Работать с различными информационными системами и базами данных</p> <p>Навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг</p>
	<p>Навыками использования программных продуктов для изменения параметров услуг связи</p>

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	0,5 (18)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Введение</b>									
	1. О сущности терминов “стандарт СМС ” и “технология СМС”. Актуальность проблемы развития стандартов и технологий СМС. Общие принципы разработки технологии СМС. Процедура стандартизации технологии СМС. Классификация технологий СМС. О поколениях технологий СМС	1							
<b>2. Составные элементы технологий мобильной связи</b>									

1. Специфические полосы радиочастот. Применение многостанционного доступа (МД). Учет специфики канала распространения и влияния внутрисистемных помех. Использование сотового радиопокрытия территории обслуживания. Секторирование сот, хэндовер, роуминг. Пространственно-частотные кластеры. Эффективность использования радиочастотного спектра. Методы формирования и преобразования сигналов в тракте основной полосы. Структура информационных каналов, физические и логические каналы, каналы трафика и каналы управления. Особенности построения и типовые характеристики радиотракта. Методы снижения влияния помех. Адаптивные корректоры. Применение интеллектуальных антенн	2							
2. Расчет зависимости ослабления сигнала в соте от высоты антенны БС по модели Хата, модели МСЭ 1546 для трех частотных диапазонов, модели Окамуры			2					
3. Исследование процессов установления соединения в сети GSM.					1			
4. Исследование процессов хэндовера в сети GSM					1			
5. Составные элементы технологий мобильной связи							7	
<b>3. Общие характеристики стандартов и технологий сотовой связи 2G</b>								



1. Основные технические характеристики стандарта технологии GSM. Структура технологии, физические и логические каналы. Форматы и характеристики сигналов. Скачки частоты и разносанный прием. Организация хэндовера. Процедуры установления соединения. Средства обеспечения информационной безопасности. Подсистемы высокоскоростной передачи данных GPRS, EDGE, HSDPA. Основные технические характеристики стандарта технологии CDMA IS-95. Особенности технологии CDMA, прямое расширение спектра, управление мощностью, Rake-прием, многопользовательское детектирование. Структура технологии, физические и логические каналы. Форматы и характеристики сигналов. Особенности хэндовера в технологии CDMA, мягкий и сверхмягкий хэндовер. Процедуры установления соединения. Средства обеспечения информационной безопасности. Организация высокоскоростной передачи данных	3							
2. Оптимизация высоты подвеса антенны на БС на примере технологий сотовой связи стандартов GSM-900, GSM-1800, CDMA-450			3					
3. Исследование процессов установления соединения в сети CDMA.					2			
4. Исследование процессов хэндовера в сети CDMA					1			
5. Общие характеристики стандартов и технологий сотовой связи 2G							8	
<b>4. Общие характеристики стандартов и технологий транкинговой связи (ТС)</b>								

1. Основные технические характеристики технологии ТС стандартов TETRA и iDEN. Общая архитектура стандартов, физические и логические каналы. Виды услуг и форматы сигналов в стандартах. Режим прямого соединения абонентских станций (АС). Режим соединения АС через вспомогательный ретранслятор.	2							
2. Расчет оптимальных энергетических параметров БС и АС на примере технологий стандартов WCDMA и CDMA-2000			2					
3. Исследование процессов установления соединения в транкинговых сетях					2			
4. Общие характеристики стандартов и технологий транкинговой связи (ТС)							8	
<b>5. Общие характеристики стандартов и технологий сотовой связи 3G</b>								
1. Основные характеристики технологии сотовой связи стандарта CDMA-2000. Виды и характеристики услуг в стандарте. Параметры физических и логических каналов. Управление мощностью сигналов. Фазы эволюции стандарта 1X, 1XEV, 3X. Режим работы с несколькими несущими Multi Carrier (MC). Организация хэндовера, мягкий и межчастотный хэндовер в режиме MC. Особенности характеристик технологии сотовой связи стандарта WCDMA. Режим работы с временным дуплексом. Использование спутникового сегмента.	3							
2. Расчет оптимальных параметров сотовой инфраструктуры сети мобильной связи с технологией стандарта WCDMA			2					

3. Исследование процессов передачи данных в сети CDMA-2000 и WCDMA.					2			
4. Общие характеристики стандартов и технологий сотовой связи 3G							7	
<b>6. Общие характеристики технологии сотовой связи 4G</b>								
1. Основные технические характеристики технологии сотовой связи 4G стандарта LTE (Long Time Evolution). Структура стандарта. Виды и характеристики услуг, обеспечиваемые стандартом. Пропускная способность радиоканала. Модуляция и кодирование сигналов в стандарте LTE. Характеристики радиоинтерфейса. Архитектура сетевого управления. Информационная безопасность стандарта	2							
2. Сравнительный анализ эффективности технологий сотовой связи стандартов WCDMA и CDMA-2000			3					
3. Процедуры установления соединения в сетях LTE					3			
4. Общие характеристики технологии сотовой связи 4G							8	
<b>7. Общие характеристики технологии сотовой связи с ограниченной мобильностью</b>								
1. Основные технические характеристики технологии сотовой связи с ограниченной мобильностью стандартов WiFi и WiMAX. Структура стандартов, характеристики подстандартов. Виды и характеристики услуг в стандартах. Основные различия стандартов WiFi и WiMAX. Параметры физических и логических каналов. Характеристики радиоинтерфейса в режиме частотного дуплекса и в режиме временного дуплекса. Модуляция и кодирование сигналов. Обеспечение информационной безопасности стандартов.	2							

2. Частотно-территориальное планирование сети мобильной связи стандарта WiMAX			3					
3. Исследование процессов передачи данных в сети WiMAX					3			
4. Общие характеристики технологии сотовой связи с ограниченной мобильностью							8	
<b>8. Общие характеристики технологий спутниковой мобильной связи</b>								
1. Основные характеристики технологии спутниковой мобильной связи стандартов Иридиум, Глобалстар и ICO. Общая структура стандартов. Частотные диапазоны. Параметры спутникового сегмента в каждом из стандартов. Параметры каналов трафика и каналов управления. Основные характеристики технологии спутниковой мобильной связи стандартов Инмарсат и MR-2. Общая структура стандартов. Частотные диапазоны. Параметры спутникового сегмента в каждом из стандартов. Параметры каналов трафика и каналов управления	2							
2. Исследование процессов передачи данных в сети Wi-Fi					3			
3. Расчет оптимальных энергетических параметров радиоборудования спутниковой мобильной АС с поддержкой технологии стандарта спутниковой мобильной связи GMR-2			3					
4. Общие характеристики технологий спутниковой мобильной связи							8	
<b>9. Заключение</b>								

1. Перспективы и тенденции развития технологий мобильной связи. Тенденции развития технологии сотовой связи 4G и ее эволюции к 5G. Интеграция и конвергенция технологий мобильной связи.	1							
Всего	18		18		18		54	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи (Москва: ЭКО-ТРЕНДЗ).
2. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь(Москва: Горячая линия-Телеком).
3. Макаров С.Б., Певцов Н.В., Попов Е.А., Сиверс М.А. Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM: учебное пособие для студентов высших учебных заведений.; рекомендовано УМО по образованию в области телекоммуникаций(М.: Академия).
4. Крук Б.И., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Т. 1. Современные технологии: учеб. пособие : в 3-х т.(Москва: Горячая линия-Телеком).
5. Пономарев Д. Ю., Красницкий И. Г. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: метод. указ. к практ. занятиям (Красноярск: ИПЦ КГТУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Учебные версии программных систем MatLab/Simulink; LabView; SystemView;
2. MW Office (определяются вузами самостоятельно);
3. Библиотека прикладных программ для выполнения ПЗ и ЛР на ЭВМ;
4. Электронный конспект лекций и практических занятий;
5. Программный комплекс для электронного тестирования студентов с необходимым банком тестовых заданий.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Нормативно – правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации – [www. minsvyaz.ru](http://www.minsvyaz.ru);
2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи – МСЭ-Т - <http://www.itu.int/ITU-T/recommendations/index.aspx>;
3. Рекомендации Европейского института стандартизации телекоммуникаций - ETSI –European Telecommunications Standards Institute - [www.etsi.org](http://www.etsi.org);
4. Документы инженерной рабочей группы Интернет – RFC IETF – Request For Comment- Internet Engineering Task Force – [ietf.org](http://ietf.org).

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Измерительные и испытательные стенды, лаборатория коммутационного оборудования на основе транзитной АТС производства компании Huawei – ауд. Б 229а (СФУ);

Лаборатория технических средств пакетной передачи данных – ауд. 606 (ПАО «Ростелеком», ул. Новосибирская,64);

Лаборатория активного телекоммуникационного оборудования на основе оборудования «D-Link», ауд. 615 (ПАО «Ростелеком», ул. Новосибирская,64);

Компьютерные класс, оснащенные компьютерной и оргтехникой – Б304 (СФУ);

Информационно-вычислительный Центр ИИФ и РЭ, располагающий 4-мя компьютерными классами с выходами в систему ИНТЕРНЕТ.