

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



Утверждаю

Директор УрТИСИ СибГУТИ

Е.А. Минина

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Стандарты и технологии в системах мобильной связи»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

Утверждаю
Директор УрТИСИ СибГУТИ
_____ Е.А. Минина
« _____ » _____ 2021 г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «**Стандарты и технологии в системах мобильной связи**»
для основной профессиональной образовательной программы по направлению
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направленность (профиль) – Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа
квалификация – бакалавр
форма обучения – очная
год начала подготовки (по учебному плану) – 2021

Екатеринбург 2021


Рабочая программа дисциплины «Стандарты и технологии в системах мобильной связи» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и Положением об организации и осуществлении в СибГУТИ образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.


Программу составил:

доцент		/ Д.В.Денисов
должность	подпись	инициалы, фамилия
_____	_____	/
должность	подпись	инициалы, фамилия

Утверждена на заседании кафедры ИТиМС от 28.05.2021 протокол № 9

Заведующий кафедрой (разработчик)		/ Н.В. Будылдина /
_____	подпись	инициалы, фамилия
<u>28.05.2021</u> г.		

Заведующий кафедрой (выпускающей)		/ Н.В. Будылдина /
_____	подпись	инициалы, фамилия
<u>28.05.2021</u> г.		

Согласовано Ответственный по ОПОП (руководитель ОПОП)		/ Н.В. Будылдина /
_____	подпись	инициалы, фамилия
<u>28.05.2021</u> г.		

Основная и дополнительная литература, указанная в рабочей программе, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Зав. библиотекой		/ С.Г.Торбенко
_____	подпись	инициалы, фамилия

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору. Шифр дисциплины в учебном плане – *Б1.В.ДВ.02.02*

<i>ПК-2 – Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием и основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	-
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	-
Последующие дисциплины и практики	-Сети и системы широкополосного радиодоступа;
<i>ПК-5– Способен к развитию беспроводных сетей, сетей радиодоступа и спутниковых систем связи</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	-Элементная база телекоммуникационных систем; -Беспроводные технологии передачи данных.
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	-Архитектура телекоммуникационных систем и сетей
Последующие дисциплины и практики	-Сети и системы широкополосного радиодоступа; -Нормативно-правовая база в профессиональной деятельности; -Основы управления техническими системами; -Системы сигнализации и коммутации в беспроводных сетях; -Сети цифрового телерадиовещания; -Архитектура и частотно-территориальное планирование беспроводной сети; -Космические и наземные системы радиосвязи; -Цифровые системы передачи;

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать освоение следующих компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим разделам дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

ПК-2 – *Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием и основными нормативно-правовыми и нормативно-техническими документами*

Знать:

- Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем)

Уметь:

- Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации, современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования и проведения расчетов

ПК-5 – *Способен к развитию беспроводных сетей, сетей радиодоступа и спутниковых систем связи*

Знать:

- Знает принципы построения и работы сети связи и протоколов сигнализации, используемых в сетях связи; основы спутниковых технологий, используемых на транспортной сети, принципы построения спутниковых сетей связи, законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи, стандарты в области качества услуг связи.

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Очная форма обучения

Общая трудоемкость дисциплины, изучаемой в 5 семестре, составляет 5 зачетные единицы.

По дисциплине предусмотрены *курсовая работа и экзамен*.

Виды учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестр
		5
Аудиторная работа (всего)	84/2,33	84
В том числе в интерактивной форме	10/0,27	10
Лекции (ЛК)	34/0,94	34
Лабораторные работы (ЛР)	24/0,66	24
Практические занятия (ПЗ)	24/0,66	24
Предэкзаменационные консультации	2/0,05	2
Самостоятельная работа студентов (всего)	62/1,72	62
Работа над конспектом лекций	4/0,11	4
Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	10/0,27	10
Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	8/0,22	8
Выполнение курсовой работы	23/0,63	23
Подготовка к сдаче экзамена	17/0,47	17
Контроль	34/0,94	34
Общая трудоемкость дисциплины, часов	180/5	180/5

Одна зачетная единица (ЗЕ) эквивалентна 36 часам.

** Оставить нужное

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Содержание лекционных занятий

№ раздела дисциплины	Наименование лекционных тем (разделов) дисциплины и их содержание	Объем в часах	
		О	З
1	1 Введение в дисциплину. История развития систем мобильной связи (СМС) Объем, содержание и виды занятий, знакомство с рабочей программой дисциплины. Проблемы развития стандартов и технологий мобильной связи. Системы подвижной связи и их поколения от 1G до 5G. Их особенности и технические параметры. Возможное будущее мобильных сетей связи. Принципы работы со спецификациями 3GPP	2	
2	2 Введение в сети мобильной связи	4	
2	2.1 Основные принципы работы сетей мобильной связи Основные понятия мобильных сетей связи. Классификация СМС. Основные виды СМС их назначение, характеристики и области применения. Назначение и особенности функционирования транкинговых и спутниковых систем связи.	2	
	2.2 Доступ к среде передачи Метод множественного доступа с частотным (FDMA), с временным (TDMA), с кодовым (CDMA) разделением каналов. Принципы централизованного, распределенного и децентрализованного управления доступом. Технология OFDM и её развитие OFDM-A.	2	
3	3 Основные принципы организации мобильных сетей	6	
3	3.1 Принципы построения СМС Сети с макросотовой, микросотовой и пикосотовой структурой. Сведения о международных, федеральных и региональных стандартах СМС. Виды станций сети: центральная (ЦС), базовая (БС), мобильная (МС). Центры коммутации подвижной связи. Центры управления и обслуживания	2	
	3.2 Модели предсказания уровня сигнала Математические модели систем подвижной связи. Особенности распространения радиоволн при различном рельефе местности. Быстрые и медленные замирания сигнала при движении МС. Модели Окамуры, Окамуры-Хата и Уолфиша-Икегами по предсказанию уровня сигнала	2	
	3.3 Частотно-территориальное планирование СМС Проблемы электромагнитной совместимости беспроводных систем связи. Территориальное планирование. Сотовый кластер и его размерность, частотные группы кластера. Частотное планирование. Определение максимального числа обслуживаемых клиентов в соте.	2	
4	4 Технологии обработки сигналов в СМС	6	

4	4.1 Виды цифровой манипуляции Модель цифровой системы связи. Обзор канально-физического уровня системы сотовой связи стандарта GSM. Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK). Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом $\Pi/4$ ($\Pi/4$ QPSK). Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK). Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK). Квадратурная амплитудная модуляция (QAM)	4	
	4.2 Цифровая обработка сигналов Математическое моделирование алгоритмов цифровой обработки сигналов. Вычислительная сложность алгоритмов обработки сигналов	2	
5	5 Технологии с несколькими передающими и несколькими приемными антеннами	2	
5	5.1 Технология MIMO Основы технологии MIMO. Пропускная способность, пространственные потоки. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование. Концепция Beamforming	2	
6	6 Сети второго поколения 2G	4	
6	6.1 Архитектура и принципы работы сети GSM Подсистемы и элементы сети, протоколы и интерфейсы. Окно, кадр, мультикадр. Частотные, физические, логические каналы. Каналы синхронизации и управления. Аутентификация и идентификация абонента. Обеспечение мобильности и безопасности в сети	2	
	6.2 Пакетная радиосвязи общего пользования GPRS Внедрение пакетной передачи данных в мобильные сети связи. Новая структура канала и трафика в нем. Изменения в архитектуре по сравнению с GSM. Технология EDGE.	2	
7	7 Сети третьего поколения 3G	4	
7	7.1 Технология UMTS Семейство стандартов IMT-2000. Универсальная система мобильной связи и её архитектура. Технология CDMA2000 Основы технологии, характеристики стандарта IMT-MS	4	
8	8 Сети четвертого поколения 4G	4	
8	8.1 Стандарт LTE Основные аспекты четвертого поколения мобильной связи. Новые технологии. Принцип долговременного развития. Архитектура LTE. Стандарт IMT-Advanced и его требования. Проблемы стандартизации LTE и конкуренция с WiMAX. Стандарт LTE-A	4	
9	9 Перспективы развития мобильных сетей связи	2	
9	9.1 Сети мобильной связи 5G Движущие силы развития СМС, стандартизация IMT-2020 и сетей пятого поколения. Основные сценарии использования 5G и новейшие технологии беспроводной передачи данных	2	
ВСЕГО		34	

4.2 Содержание практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ, практических занятий	Объем в часах	
			О	З
1		Оценка спектральной эффективности сотовых систем связи	4	
2		Расчет зоны покрытия базовой станции на основе моделей распространения радиоволн	4	
3		Модели предсказания уровня сигнала для определения зон обслуживания	6	
4		Частотно территориальное планирование СМС	6	
5		Расчет необходимой емкости сотовых систем мобильной связи	4	
6				
ВСЕГО			24	

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ, практических занятий	Объем в часах	
			О	З
1		Исследование характеристик приёмо-передающего тракта GSM	4	
2		Модели предсказания уровня сигнала для подвижной связи	4	
3		Моделирование системы подвижной связи в условиях городской застройки	4	
4		Шумовые характеристики и энергетическая эффективность СМС	6	
5		Изучение особенностей формирования OFDM сигнала	6	
ВСЕГО			24	

4.4 Содержание самостоятельной работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Вид(ы) работ, выполняемые студентом	Объем в часах		
			О	З	Зд
1		Проработка лекций	4	-	-
2		Подготовка к практическим занятиям и оформление отчетов	10	-	-
3		Подготовка к лабораторным занятиям и оформление отчетов	8		
4		Подготовка и защита курсовой работы	23		
5		Подготовка и сдача экзамена	17	-	-
ВСЕГО			62	-	-

5. ПЕРЕЧЕНЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФОРМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ¹

Преподавание дисциплины базируется на результатах научных исследований, проводимых УрТИСИ СибГУТИ, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

№ п/п	Тема	Объем в часах*		Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы занятий
		О	З		
1	Сети мобильной связи 5G	2		Лекционное занятие	Групповая дискуссия
2	Расчет необходимой емкости сотовых систем мобильной связи	2		Практическое занятие	Кейс-метод
3					
4					
ВСЕГО		4			

* Не меньше интерактивных часов

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Список основной литературы

- 1 М.С. Лохвицкий, А.С. Сорокин, О.А. Шорин «Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование». -
2. М.Г. Бакулин, В.Б. Крейнделин, Д.Ю. Панкратов «Технологии в системах радиосвязи на пути к 5G» - Горячая линия-Телеком, 2020. -280 с., ил.
Романюк В.А. «Основы радиосвязи: учебник для вузов». – Москва.: Издательство Юрайт, 2020. – 288 с.
3. В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, П.А, Михайлов «Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для вузов» / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, П.А, Михайлов – 3-е изд., стереотип. – М.:Горячая линия-Телеком, 2014. -222 с.: ил.
4. Гепко И.А., Олейник В.Ф., Чайка Ю.Д., Бондаренко А.В. Совершенные беспроводные сети: состояние и перспективы развития. – К.: «ЕКМО», 2009. – 672с.
5. Романюк В.А. «Основы радиосвязи: учебник для вузов». – Москва.: Издательство Юрайт, 2020. – 288 с.

6.2 Список дополнительной литературы

1. Берлин А. Н. Высокоскоростные сети связи : учебное пособие / А. Н. Берлин. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 451 с. — ISBN 978-5-4497-0316-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89433.html>

¹ Учить развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей).

2. А.В. Рашич, Сети беспроводного доступа WiMAX, учеб. пособие - СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. - 179 с.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание». – СПб.: Питер, 2021. – 1008 с.: с ил.
4. Смирнова Е.В., Баскаков И.В., Пролетарский А.В., Федотов Р.А. Построение коммутируемых компьютерных сетей. Учебное пособие, 2020, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа — 428 с. — ISBN 978-5-4497-0350-7. —Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/89464.html>
5. Пролетарский А.В., Баскаков И.В., Чирков Д.Н., Федотов Р.А., Бобков А.В., Платонов В.А. «Беспроводные сети Wi-Fi» – Москва 2007.
6. Смирнова Е.В., Ромашкина Е.А., Пролетарский А.В. «Технологии современных беспроводных сетей Wi-Fi». – Москва.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. – 448 с.: с ил.

6.3 Информационное обеспечение (в т.ч. интернет- ресурсы).

1. Полнотекстовая база данных учебных и методических пособий УрТИСИ СибГУТИ. (<http://www.aup.uisi.ru>). Доступ по логину-паролю.
2. Научная электронная библиотека (НЭБ) eLibrary <http://www.elibrary.ru>
ООО «Научная Электронная библиотека» г. Москва. Лицензионное соглашение №6527 от 27.09.2010 свободный доступ (необходимо пройти регистрацию).
3. Электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>. Свободный доступ.
4. Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т), <http://www.itu.int/rec/T-REC-G>. Свободный доступ.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Лекционная аудитория	Лекционные занятия Примск. аудитория	– компьютер; – телевизор, проектор – доска.
Компьютерный класс	Лабораторные занятия 202 УК№3	- персональные компьютеры, работающие под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows, включенными в единую локальную сеть с выходом в Интернет; Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, Агент администрирования Kaspersky Security Center 10: Коммерческое ПО (лицензия Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition 500-999 Node 1 Year Renewal License ожидаемая дата окончания: 2019.01.03 (ГК149-17/ЭА от 25.12.2017, Д131-16/ЗЦ от 23.12.2016, 216-15 от 14.12.2015, 381 от 26.09.2014, 250 от 15.07.2013)) Microsoft Visio 2007. Коммерческое ПО

		<p>(Подписка Microsoft Imagine Premium Renewed Subscription на 1 год (№Д05-17/ЗЦ от 23.01.2017, №Д05-17/ЗЦ от 23.01.2017, №53293/ЕКТ3830 от 26.10.15, №367 от 16.09.2014, № 43189/ЕКТ21 от 11.10.2013))</p> <p>Cisco Packet Tracer. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Adobe acrobat reader. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Google Chrome. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Gnu Octave. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Scilab. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Smathstudio. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Apache OpenOffice. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Wireshark. Свободно распространяемое программное обеспечение</p> <p>Iperf. Свободно распространяемое программное обеспечение</p>
--	--	--

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ²

8.1 Подготовка к лекционным, практическим и лабораторным занятиям

На лекциях необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание научных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Конспектирование лекций – сложный вид аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Целесообразно сначала понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно оставлять поля, на которых при самостоятельной работе с конспектом можно сделать дополнительные записи и отметить непонятные вопросы.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты в соответствии с вопросами плана лекции, предложенными преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале.

Во время лекции можно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью освоения теоретических положений, разрешения спорных вопросов.

Подготовку к лабораторной работе необходимо начать с ознакомления плана и подбора рекомендуемой литературы.

Целью лабораторных работ является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В рамках этих занятий студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения.

8.2 Самостоятельная работа студентов

Успешное освоение компетенций, формируемых данной учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени самостоятельной работы.

Подготовка к лекционным занятиям включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т. е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к получению новых знаний и овладению навыками.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время состоит из:

- повторения лекционного материала;
- подготовки к лабораторным работам;
- изучения учебно-методической и научной литературы;
- изучения нормативно-правовых актов;
- решения задач, выданных на практических занятиях;

² Целью методических указаний является обеспечение обучающимся оптимальной организации процесса изучения дисциплины.

- подготовки к контрольным работам, тестированию и т. д.;
- подготовки к семинарам устных докладов (сообщений);
- выполнения контрольных работ по заданию преподавателя;
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах дисциплины задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

8.3 Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации необходимо:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендуемую литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Промежуточный контроль достижения результатов обучения по дисциплине проводится в следующих формах:

- экзамен;

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации используются оценочные средства, описание которых приведено в Приложении 1 и на сайте (<http://www.aup.uisi.ru>).