

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)
Волго-Вятский филиал

УТВЕРЖДЕНА
(с учетом изменений и дополнений)
на заседании кафедры
инфокоммуникационных
и профессиональных дисциплин
Протокол заседания № 1
от «30» августа 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

«Сети и системы мобильной связи»

Направление подготовки

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Направленность (профиль) программы

«Инфокоммуникационные системы и сети»

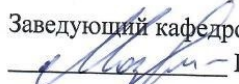
Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр


Форма обучения

Очная, Заочная

Москва 2020 г.

Заведующий кафедрой ИКиПД
 В.В. Мазниченко

Авторы:

Заведующий кафедрой ИКиПД, к.т.н.
Мазниченко В.В. 

Разработано на основе Федерального
государственного образовательного стандарта
высшего образования по направлению
подготовки

11.03.02

**Инфокоммуникационные технологии и
системы связи,**

утверждённого приказом Министерства
образования и науки РФ от 19 сентября 2017 г. №
930.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является изучение принципов построения и технических параметров сетей и систем мобильной связи. В ходе изучения дисциплины рассматриваются: поколения систем мобильной связи, структура сети сотовой подвижной связи, организация физических и логических каналов, основные принципы функционирования сетей мобильной связи. Изучаются состав и основные технические характеристики систем мобильной связи. Рассматриваются вопросы планирования, мониторинга и оптимизации сетей мобильной связи.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Сети и системы мобильной связи» включена в часть блока дисциплин учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений (Б1.В.16). Дисциплина «Сети и системы мобильной связи» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 11.03.02 *«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»*, (направленность (профиль) программы *Инфокоммуникационные системы и сети*).

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данной дисциплины, определяются следующими дисциплинами: «Общая теория связи», «Инфокоммуникационные системы и сети», «Сетевые технологии», «Основы теории электромагнитных полей и волн».

Дисциплина является предшествующей для выполнения дисциплин «Проектирование инфокоммуникационных сетей», «Технологии сетей доступа».

Рабочая программа дисциплины «Сети и системы мобильной связи» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов освоения дисциплины, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов). Процесс изучения дисциплины реализуется при очной форме обучения в 5 семестре, при заочной форме обучения в 6 семестре. Промежуточная аттестация предусматривает зачет в 5 семестре при очной форме обучения и в 6 семестре при заочной форме обучения.

Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индекс индикатора достижения компетенции	Содержание индикатора достижения компетенции
1.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	ПК-1.1	Знает принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи, Законодательство Российской Федерации в области связи, принципы работы и архитектуру различных геоинформационных систем
2.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	ПК-1.3	Умеет анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций
3.	ПК-1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	ПК-1.5	Владеет навыками сопровождения геоинформационных баз данных по сети радиодоступа, информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблицах 2а и 2б.

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них прак- тическая под- готовка
		5		
Общая трудоёмкость дисциплины по учеб- ному плану	108	108		
1. Контактная работа:				
Аудиторная работа	48	48		
лекции (Л)	18	18		
практические занятия (ПЗ)	16	16		12
лабораторные работы (ЛР)	14	14		14
2. Общая самостоятельная работа и кон- троль	60	60		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подго- товка)	-	-		
самостоятельное изучение разделов, само- подготовка (проработка и повторение лек- ционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабора- торным и практическим занятиям, колло- квиумам и т.д.) (СР), иная контактная ра- бота (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	51	51		
Подготовка к зачету	9	9		
Вид промежуточного контроля:	зачет			

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них прак- тическая под- готовка
		6		
Общая трудоёмкость дисциплины по учеб- ному плану	108	108		
1. Контактная работа:				
Аудиторная работа	10	10		
лекции (Л)	4	4		
практические занятия (ПЗ)	4	4		3
лабораторные работы (ЛР)	2	2		2
2. Общая самостоятельная работа и кон- троль	98	98		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подго-	-	-		

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	В т.ч. по семестрам		Из них прак- тическая под- готовка
		6		
товка)				
самостоятельное изучение разделов, само- подготовка (проработка и повторение лек- ционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабора- торным и практическим занятиям, колло- квиумам и т.д.) (СР), иная контактная ра- бота (ИКР) и подготовка к зачету (при его наличии):	89	89		
Подготовка к зачету	9	9		
Вид промежуточного контроля:	зачет			

4.2 Содержание дисциплины

Тематический план дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

Наименование разделов дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1 Общие принципы построения систем мобильной связи (СМС)	32	4	4	4	20
Раздел 2 Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС	44	10	8	6	20
Раздел 3 Понятие и основные положения частотно-территориального планирования СМС	23	4	4	4	11
Всего за 5 семестр	99	18	16	14	51
Зачет	9	-	-	-	9
Итого по дисциплине	108	18	16	14	60

Тематический план дисциплины ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б

Наименование разделов дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	
Раздел 1 Общие принципы построения систем мобильной связи (СМС)	33	1	1	0,5	30,5
Раздел 2 Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС	34	2	2	1	29
Раздел 3 Понятие и основные положения частотно-территориального планирования СМС	32	1	1	0,5	29,5
Всего за 6 семестр	99	4	4	2	89
Зачет	9	-	-	-	9
Итого по дисциплине	108	4	4	2	98

4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Общие принципы построения систем мобильной связи (СМС)			
	Тема 1. Общие принципы построения систем мобильной связи (СМС)	Лекция №1 Принципы построения и характеристики СМС. Основные элементы архитектуры СМС: базовая станция (БС), абонентская станция (АС), подсистема коммутации, подсистема сигнализации, SIM-карты. Сравнительная характеристика стандартов.	ПК-1.1	2
		Практическое занятие № 1 Принципы повторного использования частот в системах мобильной связи. Понятие о хэндовере.	ПК-1.3	2
		Лекция №2 Диапазоны частот, используемые в системах мобильной связи. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Замирания радиосигналов и методы борьбы с ними.	ПК-1.1	2
		Практическое занятие №2 Особенности распространения радиоволн в городских условиях. Модели предсказания уровня сигнала.	ПК-1.3	2
		Лабораторная работа № 1 Изучение вероятностных характеристик замираний радиосигнала в соте	ПК-1.5	4
2.	Раздел 2. Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС			
	Тема 2. Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС	Лекция № 3 Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС второго поколения. Отличия от СМС первого поколения.	ПК-1.1	2
		Практическое занятие № 3 Методы модуляции и методы множественного доступа в системах связи второго поколения. Спектральная и энергетическая эффективность СМС второго поколения.	ПК-1.3	4
		Лекция № 4 Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС третьего поколения. Особенности планирования СМС третьего поколения.	ПК-1.1	2
		Лабораторная работа № 2 Исследование характеристик функционирования СМС стандарта CDMA	ПК-1.5	2
		Лекция № 5 Технология LTE для СМС четвертого поколения. Особенности радиointерфейса LTE.	ПК-1.1	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		Практическое занятие № 4 Методы модуляции и методы множественного доступа в системах связи четвертого поколения. Спектральная и энергетическая эффективность СМС четвертого поколения.	ПК-1.3	2
		Лекция № 6 Архитектурные особенности СМС четвертого поколения	ПК-1.1	2
		Практическое занятие № 5 Изучение структуры кадров СМС четвертого поколения. Планирование радиоресурсов и пропускная способность СМС четвертого поколения	ПК-1.3	2
		Лекция № 7 Архитектура и особенности СМС пятого поколения. Перспективы развития СМС. Проекты СМС шестого и седьмого поколений	ПК-1.1	2
		Лабораторная работа № 3 Изучение принципов построения системы связи с технологией LTE	ПК-1.5	4
3.	Раздел 3. Понятие и основные положения частотно-территориального планирования СМС			
	Тема 3 Понятие и основные положения частотно-территориального планирования СМС	Лекция № 8 Основные задачи и методы проектирования современных ССМС.	ПК-1.1	2
		Практическое занятие № 6 Частотно-территориальное планирование СМС на основе однородной модели.	ПК-1.3	2
		Лекция № 9 Понятие о геоинформационных системах. Картографирование зоны радиопокрытия	ПК-1.1	2
		Практическое занятие № 7 Частотно-территориальное планирование СМС с учетом неоднородности покрытия	ПК-1.3	2
		Лабораторная работа № 4 Моделирование сотового радиопокрытия в программе SEAMCAT	ПК-1.5	4

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
1.	Раздел 1. Общие принципы построения систем мобильной связи (СМС)			
	Тема 1. Общие принципы построения систем мобильной связи (СМС)	Лекция №1 Принципы построения и характеристики СМС. Основные элементы архитектуры СМС: базовая станция (БС), абонентская станция (АС), подсистема коммутации, подсистема сигнализации, SIM-карты. Сравнительная характеристика стандартов.	ПК-1.1	0,5

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		Практическое занятие № 1 Принципы повторного использования частот в системах мобильной связи. Понятие о хэндове-ре.	ПК-1.3	0,5
		Лекция №2 Диапазоны частот, используемые в системах мобильной связи. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Замирания радиосигналов и методы борьбы с ними.	ПК-1.1	0,5
		Практическое занятие №2 Особенности распространения радиоволн в городских условиях. Модели предсказания уровня сигнала.	ПК-1.3	0,5
		Лабораторная работа № 1 Изучение вероятностных характеристик замираний радиосигнала в соте	ПК-1.5	0,5
2.	Раздел 2. Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС			
	Тема 2. Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС	Лекция № 3 Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС второго поколения. Отличия от СМС первого поколения.	ПК-1.1	0,4
		Практическое занятие № 3 Методы модуляции и методы множественного доступа в системах связи второго поколения. Спектральная и энергетическая эффективность СМС второго поколения.	ПК-1.3	1
		Лекция № 4 Общие характеристики стандартов наземных сотовых СМС третьего поколения. Особенности планирования СМС третьего поколения.	ПК-1.1	0,4
		Лабораторная работа № 2 Исследование характеристик функционирования СМС стандарта CDMA	ПК-1.5	0,5
		Лекция № 5 Технология LTE для СМС четвертого поколения. Особенности радиоинтерфейса LTE.	ПК-1.1	0,4
		Практическое занятие № 4 Методы модуляции и методы множественного доступа в системах связи четвертого поколения. Спектральная и энергетическая эффективность СМС четвертого поколения.	ПК-1.3	0,5
		Лекция № 6 Архитектурные особенности СМС четвертого поколения	ПК-1.1	0,4
		Практическое занятие № 5 Изучение структуры кадров СМС четвертого поколения. Планирование радиоресурсов и пропускная способность СМС четвертого поколения	ПК-1.3	0,5

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Кол-во часов
		Лекция № 7 Архитектура и особенности СМС пятого поколения. Перспективы развития СМС. Проекты СМС шестого и седьмого поколений	ПК-1.1	0,4
		Лабораторная работа № 3 Изучение принципов построения системы связи с технологией LTE	ПК-1.5	0,5
3.	Раздел 3. Понятие и основные положения частотно-территориального планирования СМС			
	Тема 3 Понятие и основные положения частотно-территориального планирования СМС	Лекция № 8 Основные задачи и методы проектирования современных ССМС.	ПК-1.1	0,5
		Практическое занятие № 6 Частотно-территориальное планирование СМС на основе однородной модели.	ПК-1.3	0,5
		Лекция № 9 Понятие о геоинформационных системах. Картографирование зоны радиопокрытия	ПК-1.1	0,5
		Практическое занятие № 7 Частотно-территориальное планирование СМС с учетом неоднородности покрытия	ПК-1.3	0,5
		Лабораторная работа № 4 Моделирование сотового радиопокрытия в программе SEAMCAT	ПК-1.5	0,5

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

5.1. Контрольные вопросы и задания (для самостоятельного изучения)

1. Методика прогнозирования зон покрытия систем и сетей мобильной связи, радиосвязи и радиодоступа.
2. Ключевые показатели эффективности сотовых СМС.
3. Оптимизация СМС.
4. Особенности планирования систем 5G (в отличие от систем сотовой связи других поколений).

5.2. Темы письменных работ

1. Характеристики конкретных стандартов наземных сотовых СМС различных поколений.
2. Характеристики стандартов спутниковых СМС.
3. Анализ сотового радиопокрытия системы связи с учетом рельефа местности.

5.3. Оценочные средства

Оценочные материалы (оценочные средства) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» прилагаются.

5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Вопросы к зачету.
2. Контрольные задания для текущего контроля успеваемости.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1. Лохвицкий М.С., Сорокин А.С., Шорин О.А. Мобильная связь: стандарты, структуры, алгоритмы, планирование. – М.: Горячая линия-Телеком, 2018. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37263017>
2. Телекоммуникационные системы и сети : учебное пособие : в 3 томах / Г. П. Катунин, Г. В. Мамчев, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов ; под редакцией В. П. Шувалова. — 3-е изд. — Москва : Горячая линия-Телеком, [б. г.]. — Том 2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение — 2014. — 672 с. — ISBN 978-5-9912-0338-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63223/> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Дополнительная литература

1. Берлин А.Н. Высокоскоростные сети связи.[Эл.ресурс]: - Берлин А.Н. Электр.текст.данные-М.Интернет-Университет Информационных технологий(ИНТУИТ),2016-437с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57378> — ЭБС «IPRbooks».

6.3 Периодические издания

1. Профильные журналы: «Электросвязь», «Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт» и подобные.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ЭБС издательства «Лань»: <http://www.e.lanbook.com/>
2. ЭБС IPRbooks: <http://iprbookshop.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <https://elibrary.ru/>
4. ЭБС POLPRED.COM: <https://polpred.com/>
5. Российская государственная библиотека (РГБ): <https://www.rsl.ru/>
6. Российская национальная библиотека (РНБ): <http://nlr.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ): <http://www.gpntb.ru/>
8. Президентская библиотека: <https://www.prlib.ru/>

9. Российский фонд фундаментальных исследований:
<https://podpiska.rfbr.ru/>
10. Информационная система «Регламент»: <https://www.reglament.pro/>
11. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
12. Росстандарт: <http://www.gost.ru/>
13. Сайт Европейской организации по стандартизации (ETSI):
<http://www.etsi.org>
14. Сайт Международного союза электросвязи: <http://www.itu.int>

8. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. ОС Astra Linux Common Edition релиз «Орел» (свободно распространяемое ПО);
2. 7-Zip (свободно распространяемое ПО);
3. Mozilla Firefox (свободно распространяемое ПО);
4. Foxit Reader (свободно распространяемое ПО);
5. Yandex Browser (свободно распространяемое ПО);
6. VSCodium (свободно распространяемое ПО);
7. Pinta (свободно распространяемое ПО);
8. Adobe Reader (свободно распространяемое ПО);
9. LibreOffice (свободно распространяемое ПО);

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.
2. Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации и оснащенная:

Мультиплексор доступа DAS-3216

Модем доступа D-Link ADSL

Персональный компьютер (в комплекте монитор, мышь, клавиатура),
Персональный компьютер для преподавателя (в комплекте монитор, мышь, клавиатура)

Персональный компьютер для сервера PfSense

Комплект проекционного оборудования (интерактивная доска в комплекте с проектором)

Телефонные аппараты

Набор инструментов для выполнения кроссировки

Оборудование цифровой АТС «Омега»

Оборудование волоконно-оптической распределенной сети, включающее 2 рабочих места абонента GPON и ES3528M

Телевизор TV LG 42RX4 RVA, АТС Panasonic.

3. Учебная аудитория для проведения консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная компьютерной техникой.

4. Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МТУСИ и в электронно-библиотечную систему МТУСИ.

10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Лекционные занятия. Лекционные занятия следует проводить с применением демонстрационного материала, например, с проведением презентаций, в которых бы нашли отражение характеристики современных отечественных и зарубежных систем радиосвязи. Презентации должны проводиться с помощью ПК с проектором. Такие презентации широко используются в практике передовых операторов связи и производителей оборудования. Материал должен носить иллюстративный характер и не подменять конспекта, который студент должен составлять самостоятельно. Также в качестве иллюстраций желателен на лекциях показ узлов и блоков современного радиооборудования.

Практические занятия. Практические занятия следует проводить в аудитории, используя разработанные преподавателем методы и программы расчета сетей и систем связи. В аудитории основное внимание концентрируется на освоении методов расчета, сами расчеты проводятся обучающимися дома. Далее результаты работы обучающихся контролируются преподавателем.

Лабораторный практикум. Лабораторный практикум проводится с использованием компьютерных технологий расчета систем и сетей мобильной связи.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Директора ВВФ МТУСИ по УМО

С.А. Маринин

«__» _____ 2022 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«Сети и системы мобильной связи»

Направление: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль): Инфокоммуникационные системы и сети

Форма обучения: Очная, заочная. Рабочая программа действует без изменений.

Разработчик (и): к.т.н. Мазниченко В.В

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИКиПД,
протокол № 7 от 28 августа 2022 года

И.о. заведующий кафедрой



Мазниченко В.В.