

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УВР

 А.Г. Жуковский
«30» 08 2021 г.

Теоретические основы современных технологий беспроводной связи Б1.В.10

Рабочая программа дисциплины

Кафедра Информационные технологии и системы связи
Направление подготовки 11.03.02 Информационные технологии и системы связи
Профиль Системы радиосвязи и радиодоступа
Формы обучения очная, заочная

Распределение часов дисциплины по семестрам (ОФ) и курсам (ЗФ)

Вид учебной работы	ОФ		ЗФ	
	ЗЕ	часов	ЗЕ	часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	2	72/6	2	72/4
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		28/6		16/4
Лекций		10/6		6/4
Лабораторных работ		18/6		4/4
Практических занятий				6/4
Семинаров				
Самостоятельная работа		44/6		56/4
Контроль				
Число контрольных работ (по курсам)				
Число КР (по семестрам, курсам)				
Число КП (по семестрам, курсам)				
Число зачетов с разбивкой по семестрам		1/6		1/4
Число экзаменов с разбивкой по семестрам				

Программу составили:

Профессор кафедры ИТСС, д. т. н., с.н.с. Нерсеянец А.А.

Рецензент(ы):

Ведущий инженер ПТО филиала ФГУП «РTRC» «Ростовский ОРТПЦ»

Панков Г.К.

.....

Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы современных технологий беспроводной связи

Разработана в соответствии с ФГОС ВО:

**направления подготовки 11.03.02 ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ,**

**утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации
от 19 сентября 2017 г. N 930.**

Составлена на основании учебных планов

**направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(профиль "Системы радиосвязи и радиодоступа"),**

**одобренных Учёным советом СКФ МТУСИ, протокол № 1 от 30.08.2021, и утвер-
жденных директором СКФ МТУСИ 30.08.2021 г.**

Одобрена на заседании кафедры

Инфокоммуникационные технологии и сети связи

Протокол от 30.08 2021 г. № 1

Зав. кафедрой  Юхнов В.И.

Визирование для использования в 20__/20__ уч. году

Утверждаю

Зам. директора по УВР

« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Инфо-коммуникационные технологии и сети связи»

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование для использования в 20__/20__ уч. году

Утверждаю

Зам. директора по УВР

« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Инфо-коммуникационные технологии и сети связи»

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование для использования в 20__/20__ уч. году

Утверждаю

Зам. директора по УВР

« ____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Инфо-коммуникационные технологии и сети связи»

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. Цель изучения дисциплины

Цель дисциплины: формирование представлений о принципах построения и теории функционирования современных систем беспроводной связи, регламентации деятельности организаций связи.

2. Планируемые результаты обучения

Изучение дисциплины направлено на формирование у выпускника способности решать профессиональные задачи в соответствии с *технологическим видом деятельности*.

Результатом освоения дисциплины являются сформированные у выпускника следующие компетенции

ПК-3: Способен разрабатывать, проектировать, внедрять и эксплуатировать объекты и системы связи, телекоммуникационные системы, системы подвижной связи различного назначения	
Знать:	
принципы передачи информации с использованием спутниковой и наземной радио связи основные виды модуляции, используемые для передачи информационных потоков по радиоканалу принципы множественного доступа при использовании ограниченного ресурса и методы помехоустойчивого кодирования, используемого в системах радио связи	
Уметь:	
использовать алгоритм расчета параметров радиолинии устанавливать необходимые настройки радиостанции для организации высокоскоростного канала связи настраивать стендовую систему радио связи	
Владеть:	
средствами получения информации об основных параметрах систем радио связи в сети интернет (<i>lyngsat.com, telesputnik.ru</i> , спутниковые и РРЛ онлайн калькуляторы) основными методами и способами использования прикладного ПО для расчёта и определения основных параметров функционирования систем радиосвязи. навыками настройки и конфигурирования параметров систем радио связи в зависимости от выполняемых ими задач	

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):	
1	Б1.О.07 «Информатика»

2	Б1.О.16 «Теория электрических цепей»
3	Б1.О.13 «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»
Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:	
1	Б1.В.14 Спутниковые и наземные системы радиосвязи
2	Б1.В.16 Проектирование и эксплуатация систем радиосвязи
3	Б2.О.02.(П) «Производственная (технологическая) практика»
4	Б2.О.03(Пд) «Производственная (преддипломная) практика»

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 72 часа, 28 аудиторных часа)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
Курс 3 , Семестр 6					
Модуль 1 Общая структура беспроводных систем передачи данных – 36 (6+10+20) часов					
1.1	Классификация и технологии беспроводных систем связи. Стандартизация в области телекоммуникаций	Лек.	2	ПК-3	Л1.1
1.2	Базовые характеристики беспроводных каналов связи. Сигналы и их спектральное представление. Характеристики физической среды распространения радиосигналов	Лек.	2	ПК-3	Л1.2 Л2.1
1.3	Классификация корректирующих кодов. Принципы помехоустойчивого кодирования. Систематические коды	Лек	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2
1.4	Подготовка к лабораторному занятию.	Ср	2	ПК-3	Л3.4
1.5	Лабораторное занятие № 1. Исследование сети Wi-Fi с топологией ESS	ЛР-1	4	ПК-3	Л3.4
1.6	Лабораторное занятие № 2. Исследование сети подвижной связи стандарта GSM	ЛР-2	6	ПК-3	Л3.1
1.7	1. Международные организации по стандартизации в области телекоммуникаций. 2. Системы с (пространственно-временным) кодовым разделением. 3. Системы с временным и частотным разделением, OFDMA. 4. Источники, кодеры источников, каналы, декодеры каналов, преобразование частот. 5. Искажения сигналов и помехи, источники и характеристики помех (шумов). 7. Помехи, искажения и замирания в беспроводных каналах связи.	Ср.	18	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2
Модуль 2 – Элементы теории сигналов и каналов связи - 36 (4+8+24) часов					

2.1	Классификация методов модуляции. Непрерывные и дискретные виды модуляции. Модуляторы и демодуляторы сигналов Теорема Шеннона для дискретного канала. Эффективность систем передачи информации	Лек.	2	ПК-3	Л1.2 Л2.1
2.2	Пропускная способность многоканальных систем передачи информации. Системы множественного доступа	Лек	2	ПК-3	Л1.1 Л2.2
2.3	Подготовка к лабораторному занятию.	Ср	2	ПК-3	Л3.4
2.4	Лабораторное занятие № 3. Исследование сети Wi-Fi с топологией Ad-hoc (IBSS)	ЛР-3	4	ПК-3	Л3.4
2.5	Лабораторное занятие № 4. Исследование сети Wi-Fi с топологией hot-spot (BSS)	ЛР-4	4	ПК-3	Л3.4
2.6	1. Циклические коды: построение, свойства и декодирование. Исправление пакетов ошибок. 2. Свёрточные коды. Представление кодов с помощью графов. 3. Алгоритм декодирования Витерби. 4. Алгоритм декодирования по максимуму апостериорной вероятности. 5. LDPC коды. Итеративные алгоритмы декодирования. 6. Итеративные и каскадные коды (Форни), теорема о кодовом расстоянии, коды Юстессена. 7. Обобщенные каскадные коды Блоха-Зяблова, системы вложенных кодов. 8. Декодирование каскадных кодов, вероятность ошибки.	Ср.	10	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2
2.7	1. Пространственно-временные сигнально-кодовые конструкции. 2. Формирование спектра сигналов, пропускная способность каналов. 3. Физически реализуемые сигналы, частотное представление сигналов. 4. Системы ортогональных поднесущих с дискретной модуляцией. 5. Элементарные сигналы с дискретной модуляцией, согласование с каналом. 6. Демодуляция поднесущих. 7. Обнаружение и коррекция смещения Доплера.	Ср.	12	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2
Итого – 72 часа (Лекции – 10 часов, Лаб.работы – 18 часов, Сам. Работа – 44 часа)					

4.2 Заочная форма обучения, 4,8 года (всего 72 часа, 28 часов контактной работы

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
Курс 4 , Сессия 2					
Модуль 1 Общая структура беспроводных систем передачи данных — 36 (4+2+30) часов					
1.1	Классификация и технологии беспроводных систем связи. Стандартизация в области телекоммуникаций Базовые характеристики беспроводных каналов связи.	Лек.	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1
1.2	Сигналы и их спектральное представление. Характеристики физической среды распространения радиосигналов.	Лек.	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1
1.3	Подготовка к практическому занятию.	Ср	2	ПК-3	Л3.3
1.4	Практическое занятие № 1. . Анализ параметров сотовой сети подвижной связи	Пр-1	2	ПК-3	Л3.3
1.5	1. Международные организации по стандартизации в области телекоммуникаций. 2. Системы с (пространственно-временным) кодовым разделением. 3. Системы с временным и частотным разделением, OFDMA. 4. Источники, кодеры источников, каналы, кодеры каналов, декодеры, преобразование частот. 5. Искажения сигналов и помехи, источники и характеристики помех (шумов). 6. Помехи, искажения и замирания в беспроводных каналах связи. 7.Случайные сигналы и процессы, их характеристики. 8.Спектральная плотность мощности случайного процесса. 9.Характеристики и модели каналов передачи информации. 10.Непрерывные и дискретные каналы связи	Ср.	28	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2
Курс 4 , Сессия 3					
Модуль 2 – Элементы теории сигналов и каналов связи – 36 (2+4+4+26) часов					
2.1	Классификация методов модуляции. Непрерывные и дискретные виды модуляции. Модуляторы и демодуляторы сигналов. Дискретизация и квантование непрерывных сообщений. Методы дискретизации сигналов. Теорема Котельникова. Мера количества информации. Энтропия. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретного канала связи. Теорема Шеннона для дискретного канала. Эффективность систем передачи информации	Лек.	2	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2
2.2	Подготовка к практическому занятию.	Ср	1	ПК-3	Л3.2
2.3	Практическое занятие № 2. Задачи по планированию радиосетей UMTS и LTE	Пр-2	4	ПК-3	Л3.2
2.4	Подготовка к лабораторному занятию.	Ср	1	ПК-3	Л3.4

2.5	Исследование сети Wi-Fi с топологией Ad-hoc (IBSS)	ЛР-1	4	ПК-3	ЛЗ.4
2.6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Циклические коды: построение, свойства и декодирование. Исправление пакетов ошибок. 2. Свёрточные коды. Представление кодов с помощью графов. 3. Алгоритм декодирования Витерби. 4. Алгоритм декодирования по максимуму апостериорной вероятности. 5. LDPC коды. Итеративные алгоритмы декодирования. 6. Итеративные и каскадные коды (Форни), теорема о кодовом расстоянии, коды Юстессена. 7. Обобщённые каскадные коды Блоха-Зяблова, системы вложенных кодов. 8. Декодирование каскадных кодов, вероятность ошибки. 	Ср.	12	ПК-3	Л1.1 Л2.2
2.7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пространственно-временные сигнально-кодовые конструкции. 2. Формирование спектра сигналов, пропускная способность каналов. 3. Физически реализуемые сигналы, частотное представление сигналов. 4. Системы ортогональных поднесущих с дискретной модуляцией. 5. Элементарные сигналы с дискретной модуляцией, согласование с каналом. 6. Демодуляция поднесущих. 7. Обнаружение и коррекция смещения Доплера. 	Ср.	12	ПК-3	Л1.1 Л2.1
Итого –72 часа (6 - лекции, 4 - лаб. работы, 6 - пр. занятия, 56 - сам. работа)					

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Рекомендуемая литература				
5.1.1. Основная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол. Экз
Л1.1	Шахнович И.В.	Современные технологии беспроводной связи.	Москва. Техносфера. 2006.	3
Л1.2	Берлин А.Н.	Цифровые сотовые системы связи	М.: Эко-Трендз, 2007.	15
5.1.2 Дополнительная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	
Л2.1	Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С.	Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учеб. пособие.	М.: Эко-Трендз, 2005.	15
Л2.2	Бакулин М., Крейнделин В., Шлома А. Шумов А.	Технология OFDM.	Горячая линия – Телеком, 2017.	40

5.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол. Экз
Л3.1	Нерсесянц А.А	Лабораторные занятия № 2. Исследование сети подвижной связи стандарта GSM Сборник лабораторных работ по исследованию систем и сетей связи на имитационных GPSS-моделях. МУ к ЛР 2	СКФ МТУСИ, Р/Д, 2019 г.	Э1
Л3.2	Нерсесянц А.А	Практические занятия № 2. Задачи по планированию радиосетей UMTS и LTE МУ к ПЗ 2	СКФ МТУСИ, Р/Д, 2009 г.	Э2
Л3.3	Нерсесянц А.А	Практические занятия № 1. Анализ параметров сотовой сети подвижной связи МУ к ПЗ 1	СКФ МТУСИ, Р/Д, 2019 г.	Э3
Л3.4	Нерсесянц А.А	Лабораторные занятия. Аппаратно-программный комплекс для изучения стандартных процедур и мониторинга сетей Wi-Fi МУ к ЛР 1, 3, 4	СКФ МТУСИ, Р/Д, 2019 г.	Э4

5.2 Электронные образовательные ресурсы

Э1	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э2	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э3	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э4	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
5.3 Программное обеспечение	
П1	– Комплекс программ компьютерного моделирования на языке GPSS – (General Purpose Simulation System – общецелевая система моделирования).
П2	– Программа расчёта формулы Эрланга «Эрлангкалк»

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1 МТО лекционных занятий	
1	Лекционная аудитория №№ 220, 221, оснащенные проектором, ПК (ноутбуком), экраном.
6.2 МТО лабораторных работ и практических занятий	
1	Лабораторная аудитория № 221 с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.
6.3 МТО рубежных контролей, зачетов, экзаменов	
1	Лабораторная аудитория № 221 с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет. Компьютерные аудитории № 221.

7. Методические рекомендации для обучающихся по самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем), а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Постановку задачи обучаемым на проведение самостоятельной работы преподаватель осуществляет на одном из занятий, предшествующем данному.

Методику самостоятельной работы все обучаемые выбирают индивидуально.

Студентам очной формы обучения при освоении вопросов для самостоятельного изучения, представленных в подразделе 4.1, рекомендуется соблюдать последовательность их изучения, представленную в таблице 3.

Таблица 3 – Учебный материал, выносимый на самостоятельное изучение студентам очной формы обучения

№	Темы, разделы, вынесенные на самостоятельную подготовку, вопросы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям; курсовые работы, содержание контрольных работ; рекомендации по использованию литературы, ЭВМ и др.	Неделя	Кол час.
Модуль 1			
1	1. Принципы построения систем радиосвязи и радиодоступа.	1	12
	2. Контроль и управление техническими системами.	2	4
	3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	3	4
Модуль 2			
2	1. Оценка качества цифровых радио каналов.	5	4
	2. Семейство радио интерфейсов.	6	4
	3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	7	4
3	1. Элементы теории приема и обработки сигналов	9	2
	2. Системы и средства радиодоступа стандартов: - 802.11; - 802.16.	10	5
	3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	11	5
Всего на самостоятельную работу - 44 часа			
Всего по дисциплине – 10+18+44 = 72 часа			

На самостоятельную работу студентам заочной формы обучения выносятся материал, представленный в таблице 4.

Таблица 4 – Учебный материал, выносимый на самостоятельное изучение студентам заочной формы обучения

№№	Темы, разделы, вынесенные на самостоятельную подготовку, вопросы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям; курсовые работы, содержание контрольных работ; рекомендации по использованию литературы, ЭВМ и др.	Часы на изучение
Модуль 1		
1	Принципы построения систем радиосвязи и радиодоступа.	10
2	Контроль и управление техническими системами.	10
3	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	10
Модуль 2		
4	Оценка качества цифровых радио каналов.	10
5	Семейство радио интерфейсов.	8
6	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям.	8

Всего на самостоятельную работу	56
Всего часов по дисциплине	72

Дополнения и изменения в Рабочей программе дисциплины