

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.

## СЕТИ И СИСТЕМЫ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА Б1.В.13

### рабочая программа дисциплины

Кафедра	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Направление подготовки	<b>11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи</b>
Профиль	<b>Системы радиосвязи и радиодоступа</b>
Формы обучения	<b>очная, заочная</b>

#### Распределение часов дисциплины по семестрам (для очной формы обучения), курсам (для заочной формы обучения)

Вид учебной работы	ОФ		ЗФ	
	ЗЕ	часов	ЗЕ	часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	3/6 4/7	108/6 144/7	4	108/4 144/4
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		54/6 80/7		16/4 18/4
Лекции		22/6 32/7		8/4 6/4
Лабораторных работ		12/6 32/7		4/4 6/4
Практических занятий		20/6 16/7		4/4 6/4
Семинаров		-		-
Самостоятельная работа		54/6 37/7		92/4 99/4
Контроль		27/7		27/4
Число контрольных работ (по курсам)		-		-
Число КР (по семестрам, курсам)		1/7		1/4
Число КП (по семестрам, курсам)				
Число зачетов с разбивкой по семестрам		1/6		1/4
Число экзаменов с разбивкой по семестрам		1/7		1/4

Программу составил:  
*Доцент кафедры ИТСС, к.т.н., Шухардин А.Н.*

Рецензент(ы):  
*Ведущий сотрудник ФГУП «РНИИРС, д.т.н., доцент Елисеев А.В.*  
Рабочая программа дисциплины  
«Сети и системы широкополосного радиодоступа»

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,**  
профиля «Системы радиосвязи и радиодоступа», одобренных Учёным советом СКФ  
МТУСИ, протокол № 1 от 30.08.2021, и утвержденных директором СКФ МТУСИ  
30.08.2021 г.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Инфокоммуникационные технологии и системы 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 «Инфокоммуникационные технологии и системы 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 «Инфокоммуникационные технологии и системы 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 «Инфокоммуникационные технологии и системы 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 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## 1. Цели изучения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Сети и системы широкополосного радиодоступа» являются усвоение студентами основных теоретических понятий, расчетных методов и принципов построения современных систем и сетей широкополосного радио доступа.

## 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:

<b>Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной)</b>
<b>ПК-2.2: Способен эксплуатировать и развивать сети радиодоступа</b>
<b>Знать (Необходимые знания):</b>
Технологии работы сетей радиодоступа. Методы анализа качественных показателей работы сетей радиодоступа как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений. Основные нормативные документы отрасли связи по эксплуатации сети радиодоступа. Основы работы с технической документацией. Основные принципы построения и работы сетей связи. Основные принципы планирования сети радиодоступа. Принципы построения и функционирования оборудования элементов сети различных производителей. Процедуры и принципы частотно-территориального и кодового планирования. Методы анализа качественных показателей работы радиоподсистемы как на основе данных статистики, так и на основе радиоизмерений. Основные алгоритмы и методы обработки статистических данных. Принципы работы и архитектура различных геоинформационных систем.
<b>Уметь (Необходимые умения):</b>
Интегрировать, принимать новое оборудование сети радиодоступа, расширять и модернизировать действующее оборудование сети радиодоступа. Вести эксплуатационно-техническую документацию сети радиодоступа. Вести и базы данных элементов сети радиодоступа и управлять ими. Выполнять плановые регламентные и профилактические работы на действующем оборудовании сети радиодоступа. Восстанавливать оборудование сети радиодоступа при проведении аварийно-восстановительных работ и проверять функционирование сети радиодоступа после восстановления. Вести мониторинг параметров, функций сети радиодоступа. Анализировать статистику основных показателей эффективности и разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне. Выполнять расчет пропускной способности сети радиодоступа. Исправлять выявленные на сетевых элементах проблемы. Обеспечивать реализацию новых услуг.

<p><b>Владеть (Трудовые действия):</b></p> <p>Прием в эксплуатацию оборудования сети радиодоступа на основе утвержденных рабочих проектов.</p> <p>Модернизация и реорганизация сети радиодоступа и ее элементов, контроль работоспособности оборудования сети радиодоступа и качества предоставляемых услуг после проведения модернизации на сети.</p> <p>Актуализация схем организации сети радиодоступа.</p> <p>Сдача в эксплуатацию сооружений связи, получение разрешений на эксплуатацию сооружений связи.</p> <p>Ограничение воздействия неисправностей на работу сети.</p> <p>Техническое обслуживание оборудования сети радиодоступа в соответствии с установленными нормами.</p> <p>Формирование планов по оптимизации конфигурационных параметров и функций сети радиодоступа.</p> <p>Экспертная информационная поддержка расчетов радиопокрытия, радиорелейных трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации.</p> <p>Сопровождение геоинформационных баз данных по сети радиодоступа.</p> <p>Оптимизация использования ресурсов сети радиодоступа (радиопокрытия, частотно-территориального плана и топологии сети радиодоступа).</p>
<p><b>ПК-3: Способен разрабатывать, проектировать, внедрять и эксплуатировать объекты и системы связи, телекоммуникационные системы, системы подвижной связи различного назначения</b></p>
<p><b>Знать (Необходимые знания):</b></p> <p>Принципы работы, состав и основные характеристики монтируемого оборудования;</p> <p>Принципы построения спутниковых и наземных систем связи;</p> <p>Стандарты и протоколы информационных сигналов, видов сигнализации, назначения интерфейсов</p> <p>Технологии монтажа оборудования связи (телекоммуникаций);</p> <p>Технологии выполнения работ по настройке, регулировке и испытаниям оборудования связи (телекоммуникаций);</p> <p>Схемы операционного контроля качества;</p> <p>Порядок приемки оборудования в эксплуатацию;</p> <p>Методики применения измерительного и тестового оборудования.</p> <p>Конструктивные особенности, принципиальные, монтажные и функциональные схемы монтируемого оборудования;</p> <p>Правила и инструкции по паспортизации оборудования;</p> <p>Правила эксплуатации измерительных приборов</p> <p>Действующие отраслевые нормативы, определяющие требования к параметрам работы оборудования, каналов и трактов;</p> <p>Методики проведения контроля проектных параметров и режимов работы оборудования</p>
<p><b>Уметь (Необходимые умения):</b></p>

Проверять рабочую документацию на полноту содержания и комплектность;  
 Выполнять работы по монтажу аппаратуры связи различного назначения;  
 Пользоваться проектной и технической документацией на монтаж оборудования связи (телекоммуникаций)  
 Проводить внешний осмотр поступившего для монтажа оборудования, кабелей на их соответствие сопроводительным документам;  
 Тестировать оборудование и обрабатывать режимы работы оборудования  
 Выбирать соответствующее тестовое и измерительное оборудование  
 Использовать программное обеспечение оборудования при его настройке  
 Анализировать полученные результаты;  
 Проводить измерения параметров оборудования, каналов и трактов.

**Владеть (Трудовые действия):**

Проведением входного контроля оборудования;  
 Разработкой программы пусконаладочных работ;  
 Выполнением тестирования оборудования;  
 Выполнением настройки, регулировки и испытаний оборудования связи (телекоммуникаций);  
 Обеспечением строгого соблюдения технологии работ, своевременного выявления дефектов и их устранение;  
 Подготовкой испытательного оборудования, измерительной аппаратуры, приспособлений;  
 Отработкой режимов работы оборудования с выявлением оптимальных условий работы этого оборудования;  
 Выполнением монтажа технологического оборудования, линейных сооружений, антенно-фидерных устройств (на участках высокой сложности);  
 Контролем проектных параметров и режимов работы оборудования связи (телекоммуникаций);  
 Составлением технического отчета

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие линии, модули, темы):</b>	
1	Б1.О.11 □ Общая теория связи
2	Б1.О.14 □ Электромагнитные поля и волны
<b>Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:</b>	
1	Б1.В.15 □ Помехоустойчивое кодирование в системах радиосвязи и радиодоступа
2	Б1.В.16 Проектирование и эксплуатация систем радиосвязи
3	Б2.О.03(Пд). Производственная (преддипломная) практика

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 252 часа, 134 часа контактной работы)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМИО
1	2	3	4	5	6
Курс 3, Семестр 6					
<b>Модуль 1 - Принципы построения радиосистем – 54 (28 + 26)</b>					
1.1	Принципы радиосвязи 1. Некоторые сведения об электромагнитных волнах. 2. Общие принципы организации радиосвязи.	Лек1	2	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2
1.2	Передача информации в системах радиосвязи 1. Характеристики передаваемой информации. 2. Структурная схема радиосистемы передачи информации.	Лек2	2	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2
1.3	Модели радиоканалов 1. Статистические модели. 2. Параметры реальных каналов.	Лек3	2	ПК-2.2	Л2.1
1.4	Виды и характеристики систем радиодоступа 1. Эволюция систем радиодоступа. 2. Характеристики систем радиодоступа.	Лек4	2	ПК-2.2	Л2.1
1.5	Изучение возможностей программы Micro-Cap 11	ЛР1	2	ПК-2.2	Л2.2 Л3.3
1.6	Моделирование на ЭВМ интегрирующих цепей	ПЗ1	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.2
1.7	Моделирование на ЭВМ конвектора отрицательного сопротивления	ПЗ2	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.2
1.8	Антенно-фидерные устройства 1. Классификация. 2. Типовые виды АФУ.	Лек5	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.1
1.9	Радиопередающие устройства 1. Классификация. 2. Типовые схемы построения РПУ.	Лек6	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.1
1.10	Виды и параметры цифровых сигналов 1. Виды цифровых сигналов. 2. Параметры цифровых сигналов.	Лек7	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.1, Л2.3
1.11	Исследование на ЭВМ спектров периодических негармонических сигналов.	ЛР 2	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.3
1.12	Сети и стандарты мобильной связи. Построение и перспективы развития Единой сети электросвязи РФ. Основные проблемы мобильной связи. Сети и стандарты мобильной связи. Изучение возможностей программы Micro-Cap 11. Ограничение полосы частот цифрового сигнала. Искажения в линейных цепях. Интерференция сигналов.	СР	26	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4
<b>Модуль 2 – Формирование сигналов – 54 (26+28) часов</b>					
2.1	Моделирование на ЭВМ переходных процессов в цепях первого порядка	ПЗ3	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.2
2.2	Моделирование входных частотных характеристик RL-цепи	ПЗ4	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.2
2.3	Амплитудная модуляция 1. Амплитудная модуляция.	Лек9	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.2

	<b>2. Квадратурная амплитудная модуляция.</b>				
2.4	Фазовая модуляция 1. Общее представление фазово-модулированного сигнала. 2. Виды фазовой модуляции.	Лек 10	2	ПК-2.2	Л1.1, Л1.2, Л1.3
2.5	Частотная модуляция 1. Частотно-модулированные сигналы с разрывной фазой. 2. Частотно-модулированные сигналы с непрерывной фазой.	Лек 11	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.2
2.6	Модуляторы и приёмники частотно-модулированного сигнала 1. Принципиальные схемы модуляторов. 2. Принципиальные схемы приёмников модулированных сигналов.	Лек 12	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.2
2.7	Исследование пассивных цепей при гармоническом воздействии на постоянной частоте.	ЛР3	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.2, Л3.3
2.8	Исследование активных интегрирующих и дифференцирующих цепей.	ЛР4	4	ПК-2.2	Л1.1, Л2.2, Л3.3
2.9	Расчёт нелинейной цепи при гармонических воздействиях.	ПЗ5	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.2
2.10	Стандарты и протоколы взаимодействия открытых систем 1. Задачи взаимодействия открытых систем в сетях радиодоступа. 2. Понятие QoS. Передающие и приёмные устройства систем радиосвязи. Фазированные антенные решётки. Сверхширокополосный доступ MIMO	СР4	28	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4
<b>4 курс, 7 семестр</b>					
<b>Модуль 1 - Модулированные сигналы с расширенным спектром – 53 (42 +11) часа</b>					
1.1	Модулированные сигналы с расширенным спектром DSSS 1. ШПС DSSS. 2. ШПС FHSS.	Лек1	2	ПК-3	Л2.3
1.2	Модулированные сигналы с расширенным спектром UWB 1. ШПС с линейным изменением частоты. 2. Сверх ШПС UWB.	Лек2	2	ПК-3	Л2.3
1.3	Многомерные сигналы 1. Общие характеристики многомерных сигналов. 2. Формирование многомерного сигнала.	Лек3	2	ПК-3	Л2.3
1.4	Исследование активных фильтров	ЛР1	4	ПК-3	Л2.2 Л3.3
1.5	Расчёт удвоителя напряжения	ПЗ1	4	ПК-3	Л2.2 Л3.2
1.6	Синтез частот 1. Функциональная схема фазовой автоподстройки. 2. Функциональная схема синтезатора частоты.	Лек 4	2	ПК-3	Л2.4



1.7	Распространение радиоволн в городе 1. Методы анализа распространения радиоволн. 2. Расчёт дальности радиосвязи.	Лек 5	2	ПК-3	Л2.4
1.8	Исследование удвоителя напряжения	ЛР2	6	ПК-3	Л2.2 Л3.3
1.9	Оптимальный преемник цифровых сигналов 1. Функциональная схема приёмника цифровых сигналов. 2. Достоверность приёма цифрового сигнала.	Лек 6	2	ПК-3	Л2.4
1.10	Функция максимального правдоподобия 1. Общее определение. 2. Функция правдоподобия для различных видов сигналов.	Лек 7	2	ПК-3	Л2.4
1.11	Детектирование цифровых сигналов 1. Оптимальный детектор ЦС. 2. Последовательный детектор ЦС.	Лек 8	2	ПК-3	Л2.4
1.12	Исследование свойств триггеров	ЛР3	6	ПК-3	Л2.2 Л3.3
1.13	Построение схем на логических элементах	ПЗ2	6	ПК-3	Л2.2 Л3.2
1.14	Преобразование частот. Основное уравнение и параметры синтезатора частоты. Частотный модулятор на основе синтезатора частоты. Многомерная ортогональная модуляция.	СР	11	ПК-3	Л2.2 Л2.4
<b>Модуль 2 - Приём сигналов, стандарты радиоканалов и мобильных сетей ШПД – 54 (38 +16) часа</b>					
2.1	Тактовая синхронизация цифровых сигналов 1. Тактовая синхронизация при известных параметрах. 2. Тактовая синхронизация при неизвестных параметрах.	Лек 9	2	ПК-3	Л2.4
2.2	Приём в условиях замирания сигналов 1. Многолучевые широкополосные каналы. 2. Многолучевые узкополосные каналы.	Лек 10	2	ПК-3	Л2.4
2.3	Исследование свойств ЦАП-АЦП	ЛР4	4	ПК-3	Л2.2 Л3.3
2.4	Параметры радиостанций 1. Требования к передатчикам и приёмникам. 2. Реализация требований стандартам.	Лек 11	2	ПК-3	2.4
2.5	Основные характеристики канала связи 1. Методы доступа. 2. Управление каналами.	Лек 12	2	ПК-3	Л2.4
2.6	Радиоинтерфейсы 1. Характеристики радиоинтерфейсов. 2. Энергетические соотношения в радиoliniях.	Лек 13	2	ПК-3	Л2.4
2.7	Исследование интегрального малошумящего усилителя.	ЛР5	6	ПК-3	Л2.2 Л3.3
2.8	Расчёт двух диапазонного малошумящего усилителя на МОП транзисторах.	ПЗ3	6	ПК-3	Л2.2 Л3.2
2.9	Методы доступа к каналам связи 1. Алгоритм ALOHA.	Лек 14	2	ПК-3	Л2.4

	2. Алгоритм CSMA.				
2.10	Стандарты мобильной связи 1. Стандарт GSM. 2. Стандарт UMTS. 3. Стандарт LTE.	Лек 15	2	ПК-3	Л1.1
2.11	Потоковое видео в сетях ШПД 1. Протоколы передачи потокового видео. 2. Особенности передачи потокового видео.	Лек 16	2	ПК-3	Л1.2
2.12	Исследование интегрального преобразователя частоты на МОП транзисторах	ЛР6	6	ПК-3	Л2.2 Л3.2
2.13	Стандарт транкинговой сети связи TETRA. Когерентный приём 1. Приём АМ, ФМ, ЧМ сигналов. 2. Эффективность различных видов модуляции. Синхронизация модулированных сигналов	СР5	16	ПК-3	Л1.3 Л2.2 Л2.4
<b>Модуль 3 – Курсовая работа 10 часов</b>					
3.1	Расчет зоны обслуживания сети WiMAX с использованием модели Окамуры-Хата.	СР	10	ПК-2.2	3.1
<b>Экзамен 27 часов</b>					

#### 4.2 Заочная форма обучения, 4 года 8 месяцев (всего 144 часа, 18 часов контактной работы)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМНО
1	2	3	4	5	6
Курс 4 , Семестр 7					
<b>Модуль 1 - Принципы построения радиосистем – 54 (8 + 46)</b>					
1.1	Лекция 1. Передача информации в системах радиосвязи 1. Характеристики передаваемой информации. 2. Структурная схема радиосистемы передачи информации.	Лек1	2	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2
1.2	Лекция 2. Виды и параметры цифровых сигналов 1. Виды цифровых сигналов. 2. Параметры цифровых сигналов.	Лек2	2	ПК-2.2	Л1.1, Л2.1, Л2.3
1.3	Лабораторная работа 1. Исследование на ЭВМ спектров периодических негармонических сигналов.	ЛР1	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.3

1.4	<p>Принципы радиосвязи. Некоторые сведения об электромагнитных волнах. Общие принципы организации радиосвязи. Модели радиоканалов. Статистические модели. Параметры реальных каналов. Виды и характеристики систем радиодоступа. Эволюция систем радиодоступа. Характеристики систем радиодоступа. Изучение возможностей программы Micro-Cap 11. Моделирование на ЭВМ конвектора отрицательного сопротивления. Сети и стандарты мобильной связи.</p> <p>Общие сведения. Построение и перспективы развития Единой сети электросвязи РФ. Основные проблемы мобильной связи. Изучение возможностей программы Micro-Cap 11. Антенно-фидерные устройства. Классификация. Типовые виды АФУ. Радиопередающие устройства. Классификация. Типовые схемы построения РПУ. Ограничение полосы частот цифрового сигнала. Искажения в линейных цепях. Интерференция сигналов. Исследование на ЭВМ спектров периодических негармонических сигналов.</p>	СР	46	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4
<b>Модуль 2 – Формирование сигналов – 54 (8+46) часов</b>					
2.1	<p><b>Стандарты и протоколы взаимодействия открытых систем</b></p> <p>1. Задачи взаимодействия открытых систем в сетях радиодоступа.</p> <p>2. Понятие QoS.</p>	Лек3	2	ПК-2.2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.3
2.2	<p><b>Передающие и приёмные устройства систем радиосвязи</b></p>	Лек4	2	ПК-2.2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.3
2.3	<p><b>Моделирование на ЭВМ переходных процессов в цепях первого порядка.</b></p>	ПЗ.1	4	ПК-2.2	Л2.2 Л3.2
2.4	<p>Моделирование на ЭВМ переходных процессов в цепях первого порядка. Моделирование входных частотных характеристик RL-цепи. Амплитудная модуляция</p> <p>1. Амплитудная модуляция. Квадратурная амплитудная модуляция. Фазовая модуляция. Общее представление фазово-модулированного сигнала. Виды фазовой модуляции. Частотная модуляция. Частотно-модулированные сигналы с разрывной фазой. Частотно-модулированные сигналы с непрерывной фазой. Модуляторы и приёмники частотно-модулированного сигнала. Принципиальные схемы модуляторов. Принципиальные схемы приёмников модулированных сигналов. пассивных цепей при гармоническом воздействии на постоянной частоте. Исследование активных интегрирующих и дифференцирующих цепей. Электромагнитная совместимость в системах ШПД. Фази-рованные антенные решётки. Сверхширокополосный доступ ММО.</p>	СР	46	ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4

## 4 курс 8 семестр

### Модуль 1 - Модулированные сигналы с расширенным спектром – 53 (6 +47) часа

1.1	Модулированные сигналы с расширенным спектром DSSS 1. ШПС DSSS. 2. ШПС FHSS.	Лек1	2	ПК-3	Л2.3
1.2	Модулированные сигналы с расширенным спектром UWB 1. ШПС с линейным изменением частоты. 2. Сверх ШПС UWB.	Лек2	2	ПК-3	Л2.3
1.3	Исследование активных фильтров	ЛР1	2	ПК-3	Л2.2
1.4	Многомерные сигналы. Общие характеристики многомерных сигналов. Формирование многомерного сигнала. Расчёт удвоителя напряжения. Синтез частот. Функциональная схема фазовой автоподстройки. Функциональная схема синтезатора частоты. Преобразование частот. Основное уравнение и параметры синтезатора частоты. Частотный модулятор на основе синтезатора частоты. Распространение радиоволн в городе. Методы анализа распространения радиоволн. Расчёт дальности радиосвязи. Исследование удвоителя напряжения. Многомерная ортогональная модуляция. Оптимальный преемник цифровых сигналов. Функциональная схема приёмника цифровых сигналов. Достоверность приёма цифрового сигнала. Функция максимального правдоподобия. Общее определение. Функция правдоподобия для различных видов сигналов. Детектирование цифровых сигналов. Оптимальный детектор ЦС. Последовательный детектор ЦС. Исследование свойств триггеров. Построение схем на логических элементах.	СР1	47	ПК-3	

### Модуль 2 - Приём сигналов, стандарты радиоканалов и мобильных сетей ШПД – 54 (12 +42) часа

2.1	Исследование интегрального малошумящего усилителя.	ЛР2	2	ПК-3	2.2
2.12	Расчёт двух диапазонного малошумящего усилителя на МОП транзисторах.	ПЗ1	6	ПК-3	2.2
2.3	Потоковое видео в сетях ШПД 1. Протоколы передачи потокового видео. 2. Особенности передачи потокового видео.	Лек 3	2	ПК-3	1.2
2.4	Исследование интегрального преобразователя частоты на МОП транзисторах	ЛР3	2	ПК-3	2.2
2.5	Тактовая синхронизация цифровых сигналов. Тактовая синхронизация при известных параметрах. Тактовая синхронизация при неизвестных параметрах. Когерентный приём. Приём АМ, ФМ, ЧМ сигналов. Эффективность различных видов модуляции. Приём в условиях замирания сигналов. Многолучевые широ-	СР13	42	ПК-3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2 Л2.3

	кополосные каналы. Многолучевые узкополосные каналы. Исследование свойств ЦАП-АЦП. Синхронизация модулированных сигналов. Параметры радиостанций. Требования к передатчикам и приёмникам. 2. Реализация требований стандартам. Основные характеристики канала связи. Методы доступа. Управление каналами. Радиоинтерфейсы. Характеристики радиоинтерфейсов. Энергетические соотношения в радиоприемах. Методы доступа к каналам связи. АлгоритмALOHA. Алгоритм CSMA. Стандарты мобильной связи. Стандарт GSM. Стандарт UMTS. Стандарт LTE. Стандарт транкинговой сети связи TETRA.				Л2.4
<b>Модуль 3 – Курсовая работа</b>					
3.1	Расчет зоны обслуживания с использованием модели Окамуры-Хата.	СР	10	ПК-2.2	3.1
<b>Экзамен 27 часов</b>					

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

<b>5.1 Рекомендуемая литература</b>				
<b>5.1.2. Основная литература</b>				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л1.1	Кузнецов В.С.	Теория многоканальных широкополосных систем связи	М.: Горячая линия - Телеком, 2013	Э1
Л1.2	Шелухин О.И., Руднев А.Н.	Потоковое видео в системах радиодоступа	М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 308 с	Э2
Л1.3	Катунин Г. П., Мамчев Г. В., Попантопуло В. Н., Шувалов В. П.	Телекоммуникационные системы и сети. Радиосвязь, радиовещание, телевидение	- М.: Гор. линия-Телеком, 2014. - 672 с.	Э3
<b>5.1.2 Дополнительная литература</b>				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л2.1	Кейстович А.В.	Виды радиодоступа в системах подвижной связи	- М.:Гор. линия-Телеком, 2016. - 278 с.	Э4
Л2.2	Фриск В.В., Ловгинов В.В.	Теория электрических цепей, схемотехника телекоммуникационных устройств, радиоприемные устройства систем мобильной связи, радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа	- М.:СОЛОН-Пр., 2016.	Э5
Л2.3	Галкин В. А.	Цифровая мобильная радиосвязь	- М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 592 с.	Э6
Л2.4	Домингуш, Ж. С.	Подвижная радиосвязь. - Москва : Гор. линия-Телеком, 2012. - 512 с.: ил.	- Москва : Гор. линия-Телеком, 2012. - 512 с.: ил.	Э7
<b>6.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся</b>				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л3.1	Рыбалко И.П. Гладыщук С.В.	Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Сети и системы широкополосного радиодоступа»	Ростов-на –Дону : Изд-во СКФ МТУ-СИ, 2019. – 21 с.: ил.	Э8
Л3.2	Рыбалко И.П.	Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Се-	Ростов-на –Дону : Изд-во СКФ МТУ-	Э9

		ти и системы широкополосного радиодоступа»	СИ, 2019. – 64 с.: ил.	
ЛЗ.3	Рыбалко И.П.	Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Сети и системы широкополосного радиодоступа»	Ростов-на –Дону : Изд-во СКФ МТУ-СИ, 2019. –82 с.: ил.	Э10
<b>6.2 Электронные образовательные ресурсы</b>				
Э1	<a href="https://new.znaniium.com/read?id=140906">https://new.znaniium.com/read?id=140906</a>			
Э2	<a href="http://znaniium.com/bookread2.php?book=414546">http://znaniium.com/bookread2.php?book=414546</a>			
Э3	<a href="http://znaniium.com/bookread2.php?book=490318">http://znaniium.com/bookread2.php?book=490318</a>			
Э4	<a href="http://znaniium.com/bookread2.php?book=896175">http://znaniium.com/bookread2.php?book=896175</a>			
Э5	<a href="http://znaniium.com/bookread2.php?book=884455">http://znaniium.com/bookread2.php?book=884455</a>			
Э6	<a href="http://znaniium.com/bookread2.php?book=560424">http://znaniium.com/bookread2.php?book=560424</a>			
Э7	<a href="https://new.znaniium.com/read?id=150599">https://new.znaniium.com/read?id=150599</a>			
Э8	<a href="http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659">http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659</a>			
<b>6.3 Программное обеспечение</b>				
П.1	Micro-Cap 11 Evaluation - Свободное			

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1 МТО лекционных занятий	
1	Лекционная аудитория, оборудованная интерактивной доской, проектором
6.2 МТО лабораторных работ и практических занятий	
1	Компьютерная аудитория
6.3 МТО рубежных контролей, экзамена	
1	Компьютерная аудитория

## 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 занятия, предшествующему 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 1.

Таблица 7.1 – 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.	Часов всего: 54	Неделя
---	--	-----------------------	--------

Курс 3, Семестр 6			
Модуль 1 – 26 часов			
1	Сети и стандарты мобильной связи	9	1-3
2	Изучение возможностей программы Micro-Cap 11	9	3-5
3	Ограничение полосы частот цифрового сигнала	8	6-8
Модуль 2 – 28 часов			
4	Стандарты и протоколы взаимодействия открытых систем	6	9-11
5	Передающие и приёмные устройства систем радиосвязи	6	12-14
6	Электромагнитная совместимость в системах ШПД	6	15-17
7	Фазированные антенные решётки	6	19-20
8	Сверхширокополосный доступ MIMO	4	21-23

№	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.	Часов всего: 27	Неделя
4 курс, 7 семестр			
Модуль 1 – 11 часов			
1	Преобразование частот	5	1-3
2	Многомерная ортогональная модуляция.	6	4-6
	Модуль 1 – 16 часов		7-9
3	Когерентный приём	6	10-12
4	Синхронизация модулированных сигналов	4	13-14
5	Стандарт транкинговой сети связи TETRA	6	15-17

Студенты заочной формы обучения могут осваивать вопросы для самостоятельного изучения, представленные в подразделе 4.2 в произвольной последовательности, в удобное для них время.

## **Дополнения и изменения к рабочей программе**