

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 » 12 2022г.

Системы радиосвязи с подвижными объектами Б1.В.ДВ.05.01 рабочая программа дисциплины

Кафедра
Направление подготовки
системы связи
Профиль:
Формы обучения

Инфокоммуникационные технологии и системы связи
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и
Мобильная связь и интернет вещей
очная, очно-заочная, заочная

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

Вид учебной работы	ОФ		ОЗФ, ЗФ	
	4 года		5 лет	
	ЗЕ	часов	ЗЕ	часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе (по семестрам, курсам):	6	216/7	6	216/4
Контактная работа, в том числе (по семестрам, курсам):		60/7		16/4
Лекции		24/7		6/4
Лабораторных работ		10/7		4/4
Практических занятий		26/7		6/4
Семинаров		-		
Самостоятельная работа		156/7		200/4
Контроль				
Число контрольных работ (по курсам)				
Число КР (по семестрам, курсам)				
Число КП (по семестрам, курсам)				
Число зачетов с разбивкой по семестрам		1/7 (с оценкой)		1/4 (с оценкой)
Число экзаменов с разбивкой по семестрам				

Программу составил:

Заведующий кафедрой ИТСС, к.т.н., доцент Юхнов В.И.

Рецензент(ы):

Ведущий сотрудник ФГУП «РНИИРС, д.т.н., доцент Елисеев А.В.

Рабочая программа дисциплины

«Системы радиосвязи с подвижными объектами»

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 «Мобильная связь и интернет вещей», одобренных Учёным советом СКФ
МТУСИ, протокол № 5 от 26.12.2022, и утвержденных директором СКФ МТУСИ
26.12.2022 г.**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол от «19» 12 2022г. № 5

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 _____

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 «Системы радиосвязи с подвижными объектами» являются получение знаний об областях применения и основных направлениях развития систем мобильной радиосвязи и беспроводных широкополосных систем передачи данных, общих физических и технических принципах работы, структуре, роли, месте в общей системе телекоммуникаций, особенностях применения.

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:

Компетенции выпускника, формируемые в результате освоения дисциплины (в части, обеспечиваемой дисциплиной)
ПК-2.3: Способен эксплуатировать и развивать спутниковые системы связи
Знать:
Основы технологий мобильных систем связи; Принципы построения мобильных систем связи; Законодательство Российской Федерации в области связи, предоставления услуг связи Технические регламенты в области связи; Перспективы технического развития отрасли
Уметь:
Разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемому на сети оборудованию; Разрабатывать технические требования, предъявляемые к используемым мобильным системам связи; Анализировать сведения о работе действующих спутниковых каналов и трактов на магистральной транспортной сети. Готовить типовые архитектурные решения для использования на сети связи; Формировать схемы организации мобильной связи. Организация лабораторного и полевого тестирования новых технических решений и оборудования, планируемых к использованию на сети.
Владеть:
Подготовкой технических требований к оборудованию мобильных систем связи. Анализом информации по действующим трактам передачи на магистральной транспортной сети. Разработкой типовых архитектурных решений для использования на сети связи. Подготовкой предложений по оптимальному формированию путей прохождения трактов передачи с целью рационального использования ресурсов магистральной транспортной сети и повышения ее надежности. Формированием путей прохождения (схемы организации связи каналов и трактов передачи на магистральной транспортной сети и подготовка проектов распоряжений на их организацию/расформирование. Организацией лабораторного и полевого тестирования новых технических решений и оборудования, планируемых к использованию на сети.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Требования к предварительной подготовке обучающегося (предшествующие дисциплины, модули, темы):	
1	Б1.О.07 «Информатика»
2	Б1.О.11 «Общая теория связи»
3	Б1.О.13 «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»
Последующие дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо:	
1	Б2.О.03(Пд) «Производственная (преддипломная) практика»
2	Б3.01 «Государственная итоговая аттестация»

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Очная форма обучения, 4 года (всего 216 часов, 60 часов контактной работы)

Код зан.	Тема и краткое содержание занятия	Вид зан.	Кол. часов	Компетенции	УМНО
1	2	3	4	5	6
Курс 3, Семестр 6					
Модуль 1 - Основные сведения о подвижной радиосвязи. Стандарты сотовой связи второго и третьего поколений - 108 (32+76) часов					
1.1	Обзор и классификация систем подвижной связи 1. Системы персонального радиовызова. 2. Системы бесшнуровой телефонии. 3. Транковые системы. 4. Спутниковые системы персональной радиосвязи. 5. Сотовая телефония. 6. Системы беспроводного доступа к локальным вычислительным сетям.	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.2	Характеристики канала подвижной связи 1. Распространение сигнала в свободном пространстве. 2. Влияние многолучевости на распространение сигнала. 3. Моделирование потерь распространения.	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.3	Исследование моделей предсказания уровня сигнала с расчетом энергетических параметров	ПЗ1	4	ПК-2.3	ЛЗ.1
1.4	Организация множественного доступа. 1. Множественный доступ с частотным разделением каналов. 2. Множественный доступ с временным разделением каналов. 3. Множественный доступ с кодовым разделением каналов	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.5	Транкинговые системы. 1. Стандарт MPT 1327. 2. EDACS - пример фирменного стандарта. 3. Стандарт TETRA. 4. Цифровая бесшнуровая телефония (DECT, PACS, PHS)	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.6	Способы построения кластера с расчетом отношения сигнал/интерференция	ПЗ2	4	ПК-2.3	ЛЗ.2
1.7	Сотовая телефония GSM - архитектура и системные аспекты. 1. Основные параметры радиопередачи в системе GSM. 2. Описание логических каналов. 3. Структура пакетов, реализующих логические каналы GSM. 4. Описание процедуры установления соединения. 5. Хэндовер.	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.8	Передача данных в системе GSM. 1. Услуги передачи данных в системе GSM 2. SMS - передача коротких сообщений	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3

	3. HSCSD - высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов 4. GPRS - пакетная радиопередача данных 5. Технология EDGE				
1.9	Стандарт CDMA в системах подвижной связи. 1. Расширяющие спектр кодовые последовательности. 2. Обобщенные структурные схемы передатчика и приемника сигналов в системе CDMA. 3. RAKE-приемник. 4. Основные свойства системы подвижной связи CDMA.	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.10	Исследование свойств псевдослучайных последовательностей. Синтез генератора M-последовательности.	ПЗ3	4	ПК-2.3	ЛЗ.3
1.11	Третье поколение систем мобильной связи. 1. Сети стандарта UMTS. 2. Сети стандарта WCDMA.	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.12	Принципы частотно-территориального планирования.	ПЗ4	4	ПК-2.3	ЛЗ.4
1.13	История развития мобильной связи. Модель цифровой системы связи. Модель OSI. Распространение сигнала в свободном пространстве. Структура стандартной подвижной станции. Речевые кодеры и декодеры. Канальное кодирование. Понятие избыточного кодирования. Классификация кодов. Блочные коды. Сверточные коды. Рассеяние ошибок - использование перемежения. Цифровая модуляция в системах подвижной связи. Принципы работы широкополосных систем. Способы увеличения емкости системы. Распределение каналов в сотах. Абонентская емкость при частотном, временном и кодовом разделении каналов.	СР	76	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
Модуль 2. Беспроводные системы передачи данных – 108 (28+80) часов					
2.1	Беспроводные локальные вычислительные сети. 1. Типы сетей WLAN. 2. Сеть Bluetooth 3. Сеть стандарта IEEE 802.11	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
2.2	Беспроводные сети регионального масштаба. 1. Технология Wi-MAX. 2. Технология LTE.	Лек.	6	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
2.3	Прием сигнала в условиях помех. 1. Реализация разнесенного приема. 2. Применение эквалайзера в частотно-селективных каналах.	ПЗ5	4	ПК-2.3	ЛЗ.5
2.4	Исследование антенн, применяемых в системах сотовой связи.	ЛР1	6	ПК-2.3	ЛЗ.6
2.5	Методика мониторинга сетей мобильной связи и обработки полученных данных в результате измерений	ПЗ6	6	ПК-2.3	ЛЗ.7
2.6	Контроль работы беспроводных сетей с	ЛР2	4	ПК-2.3	ЛЗ.8

	использованием специализированных программ				
2.7	Стандарт HomeRF и ZigBee. Спецификация IEEE 802.15.3 и IEEE 802.15.3a. Многомерная ортогональная модуляция. Применение технологии MIMO в сетях UTRAN. Защита каналов связи в системах Wi-Fi, Wi-MAX, LTE. Технология сверхширокополосной связи. Использование радиочастотного спектра сетями Wi-MAX, LTE. Основные процедуры Wi-MAX. Взаимодействие сетей 4G с другими сетями. Спектральная эффективность систем. Процедуры регистрации и установления соединений в сети UMTS/LTE. Защита каналов связи в системах GSM, CDMA. Мягкая передача вызова и управление мощностью в системах CDMA. Радиоинтерфейс UMTS. Режим UTRA FDD. Режим UTRA TDD. Cdma2000. Оконечные системы UMTS. Услуги в среде UMTS. Протоколы UMTS. Примеры процедур UMTS. Передача данных и доступ к различным сетям. Защита каналов связи в системах UMTS, WCDMA. Процедуры мягкого и жесткого хэндовера. Определение местоположения абонента в сотовой сети связи.	СР	80	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
Итого – 216 часов					

4.2 Очно-заочная и заочная форма обучения, 5 лет (всего 216 часов, 16 часов 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					
Модуль 1 - Основные сведения о подвижной радиосвязи. Стандарты сотовой связи второго и третьего поколений - 108 (10+98) часов					
1.1	Обзор и классификация систем подвижной связи 1. Системы персонального радиовызова. 2. Системы бесшнуровой телефонии. 3. Транковые системы. 4. Спутниковые системы персональной радиосвязи. 5. Сотовая телефония. 6. Системы беспроводного доступа к локальным вычислительным сетям.	Лек.	4	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.2	Характеристики канала подвижной связи 1. Распространение сигнала в свободном пространстве. 2. Влияние многолучевости на распространение сигнала. 3. Моделирование потерь распространения.	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3

1.3	Исследование моделей предсказания уровня сигнала с расчетом энергетических параметров	ПЗ	4	ПК-2.3	ЛЗ.1
1.4	Организация множественного доступа. 1. Множественный доступ с частотным разделением каналов. 2. Множественный доступ с временным разделением каналов. 3. Множественный доступ с кодовым разделением каналов	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.5	Транкинговые системы. 1. Стандарт MPT 1327. 2. EDACS - пример фирменного стандарта. 3. Стандарт TETRA. 4. Цифровая бесшнуровая телефония (DECT, PACS, PHS)	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.6	Способы построения кластера с расчетом отношения сигнал/интерференция	ПЗ	2	ПК-2.3	ЛЗ.2
1.7	История развития мобильной связи. Модель цифровой системы связи. Модель OSI. Распространение сигнала в свободном пространстве. Речевые кодеры и декодеры. Канальное кодирование. Понятие избыточного кодирования. Классификация кодов. Блочные коды. Сверточные коды. Рассеяние ошибок - использование перемежения. Цифровая модуляция в системах подвижной связи. Принципы работы широкополосных систем. Способы увеличения емкости системы. Распределение каналов в сотах. Абонентская емкость при частотном, временном и кодовом разделении каналов.	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.8	Сотовая телефония GSM - архитектура и системные аспекты. 1. Основные параметры радиопередачи в системе GSM. 2. Описание логических каналов. 3. Структура пакетов, реализующих логические каналы GSM. 4. Описание процедуры установления соединения. 5. Хэндовер.	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.9	Передача данных в системе GSM. 1. Услуги передачи данных в системе GSM 2. SMS - передача коротких сообщений 3. HSCSD - высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов 4. GPRS - пакетная радиопередача данных 5. Технология EDGE	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.10	Стандарт CDMA в системах подвижной связи. 1. Расширяющие спектр кодовые последовательности. 2. Обобщенные структурные схемы передатчика и приемника сигналов в системе CDMA. 3. RAKE-приемник. 4. Основные свойства системы подвижной связи CDMA.	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3

1.11	Принципы частотно-территориального планирования.	СР	8	ПК-2.3	ЛЗ.4
1.12	Структура стандартной подвижной станции. Защита каналов связи в системах GSM, CDMA. Мягкая передача вызова и управление мощностью в системах CDMA. Радиоинтерфейс UMTS. Режим UTRA FDD. Режим UTRA TDD. Cdma2000.	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
1.13	Оконечные системы UMTS. Услуги в среде UMTS. Протоколы UMTS. Примеры процедур UMTS. Передача данных и доступ к различным сетям. Защита каналов связи в системах UMTS, WCDMA. Процедуры мягкого и жесткого хэндовера. Определение местоположения абонента в сотовой сети связи.	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
Модуль 2. Беспроводные системы передачи данных – 108 (6+102) часов					
2.1	Беспроводные локальные вычислительные сети. 1. Типы сетей WLAN. 2. Сеть Bluetooth 3. Сеть стандарта IEEE 802.11	СР	10	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
2.2	Беспроводные сети регионального масштаба. 1. Технология Wi-MAX. 2. Технология LTE.	Лек.	2	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
2.3	Прием сигнала в условиях помех. 1. Реализация разнесенного приема. 2. Применение эквалайзера в частотно-селективных каналах.	СР	10	ПК-2.3	ЛЗ.5
2.4	Исследование антенн, применяемых в системах сотовой связи.	ЛР	4	ПК-2.3	ЛЗ.6
2.5	Методика мониторинга сетей мобильной связи и обработки полученных данных в результате измерений	СР	10	ПК-2.3	ЛЗ.7
2.6	Контроль работы беспроводных сетей с использованием специализированных программ	СР	10	ПК-2.3	ЛЗ.8
2.7	Стандарт HomeRF и ZigBee. Спецификация IEEE 802.15.3 и IEEE 802.15.3a. Многомерная ортогональная модуляция. Применение технологии MIMO в сетях UTRAN. Защита каналов связи в системах Wi-Fi, Wi-MAX, LTE. Технология сверхширокополосной связи. Использование радиочастотного спектра сетями Wi-MAX, LTE. Основные процедуры Wi-MAX. Взаимодействие сетей 4G с другими сетями. Спектральная эффективность систем. Процедуры регистрации и установления соединений в сети UMTS/LTE.	СР	62	ПК-2.3	Л1.1, Л1.2, Л1.3
Итого – 216 часов					

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Рекомендуемая литература				
5.1.1. Основная литература				
Код	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол.

	составители		год	
Л1.1	Сакалема Домингуш Жайме	Подвижная радиосвязь	М.: Горячая линия - Телеком, 2012.— 512 с	Э1
Л1.2	Галкин В.А.	Цифровая мобильная радиосвязь	М.: Горячая линия - Телеком, 2012.— 592 с	Э2
Л1.3	Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П.	Телекоммуникационные системы и сети. Том 2. Радиосвязь, радиовещание, телевидение	М.: Горячая линия - Телеком, 2014.— 672 с.	Э3
5.1.2 Дополнительная литература				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л2.1	под ред. В.П. Шувалова	Основы инфокоммуникационных технологий	М.: Горячая линия- Телеком, 2009. - 712 с.	22
Л2.2	Ипатов В.	Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения.	М.: Техносфера, 2007. -488 с.	10
Л2.3	В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, П.А. Михайлов	Сети мобильной связи. Частотно- территориальное планирование. Уч. пос.	М.: Горячая линия- Телеком, 2007. – 224 с.	11
Л2.4	Баранов Н.И., Климовский И.И., Петраков А.В.	Сотовая связь: общечеловеческие проблемы.	М.: РадиоСофт, 2012. – 152 с.	11
Л2.5	Кааранен Х., Ахтиайнен А., Лаитинен Л., Найян С., Ниemi В.	Сети UMTS. Архитектура, мобильность сервисы.	М.: Технофера, 2007. 464 с.	2
Л2.6	Галкин В.А.	Цифровая мобильная радиосвязь.	М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 432 с.	5
Л2.7	Тихвинский В.О.	Сети подвижной связи третьего поколения. Экономические и технические аспекты развития в России.	М.: Радио и связь, 2010 – 312 с.	11
Л2.8	Шахнович И.В.	Современные технологии беспроводной связи.	М.: Техносфера, 2006. – 288 с.	5
5.1.3 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся				
Код	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол.
Л3.1	Жуковский А.Г., Юхнов В.И.	Методические указания по выполнению практического занятия 1. Исследование моделей предсказания уровня сигнала с расчетом энергетических параметров	СКФ МТУСИ, 2022	Э4
Л3.2	Жуковский А.Г.,	Методические указания по	СКФ МТУСИ,	Э5

	Юхнов В.И.	выполнению практического занятия 2. Способы построения кластера и частотного плана с расчетом отношения сигнал/интерференция	2022	
ЛЗ.3	Жуковский А.Г., Юхнов В.И.	Методические указания по выполнению практического занятия 3. Исследование свойств псевдослучайных последовательностей. Синтез генератора М-последовательности.	СКФ МТУСИ, 2022	Э6
ЛЗ.4	Жуковский А.Г., Юхнов В.И.	Методические указания по выполнению практического занятия 4. Принципы частотно-территориального планирования.	СКФ МТУСИ, 2022	Э7
ЛЗ.5	Жуковский А.Г., Юхнов В.И.	Методические указания по выполнению практического занятия 5. Прием сигнала в условиях помех.	СКФ МТУСИ, 2022	Э8
ЛЗ.6	Жуковский А.Г., Юхнов В.И.	Методические указания по выполнению практического занятия 6. Методика мониторинга сетей мобильной связи и обработки полученных данных в результате измерений	СКФ МТУСИ, 2022	Э9
ЛЗ.7	Жуковский А.Г., Юхнов В.И., Рыбалко И.П.	Методические указания для лабораторных работ по дисциплине СРС с ПО	СКФ МТУСИ, 2022	Э10

5.2 Электронные образовательные ресурсы

Э1	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=370321
Э2	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=560424
Э3	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=490318
Э4	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э5	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э6	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э7	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э8	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э9	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659
Э10	http://www.skf-mtusi.ru/?page_id=659

5.3 Программное обеспечение

П.1	XIRRUS WI-FI INSPECTOR (https://www.xirrus.com/free-tools/) Свободное
П.2	inSSIDer 2.0 (http://inssider.software.informer.com/2.0/) Свободное
П.3	MMANA GAL (свободное)
П.4	Radio Mobile (свободное)

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

6.1 МТО лекционных занятий	
1	Лекционная аудитория, оснащенная проектором, ПК (ноутбуком), экраном.
6.2 МТО лабораторных работ и практических занятий	
1	Беспроводные USB- Wi-Fi адаптеры.
2	Точки доступа стандарта Wi-Fi.
3	Измерительное оборудование R&S ETL
4	Компьютеры с соответствующим 6.3 ПО
6.3 МТО рубежных контролей, зачетов, экзаменов	
1	Компьютерные аудитории с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

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, 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 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 и др.	Часов всего: 156	Неделя
Модуль 1		76	1-8
1	История развития мобильной связи. Модель цифровой системы связи. Модель OSI.	6	1
2	Распространение сигнала в свободном пространстве.	10	2
3	Структура стандартной подвижной станции. Речевые кодеры и декодеры.	10	3
4	Канальное кодирование. Понятие избыточного кодирования. Классификация кодов.	10	4

5	Блочные коды. Сверточные коды. Рассеяние ошибок - использование перемежения.	10	5
6	Цифровая модуляция в системах подвижной связи. Принципы работы широкополосных систем.	10	6
7	Способы увеличения емкости системы. Распределение каналов в сотах.	10	7
8	Абонентская емкость при частотном, временном и кодовом разделении каналов.	10	8
Модуль 2		80	10-17
1	Стандарт HomeRF и ZigBee. Спецификация IEEE 802.15.3 и IEEE 802.15.3a. Многомерная ортогональная модуляция.	10	10
2	Применение технологии MIMO в сетях UTRAN. Защита каналов связи в системах Wi-Fi, Wi-MAX, LTE. Технология сверхширокополосной связи.	10	11
3	Использование радиочастотного спектра сетями Wi-MAX, LTE. Основные процедуры Wi-MAX.	10	12
4	Взаимодействие сетей 4G с другими сетями. Спектральная эффективность систем.	10	13
5	Процедуры регистрации и установления соединений в сети UMTS/LTE. Защита каналов связи в системах GSM, CDMA. Мягкая передача вызова и управление мощностью в системах CDMA.	10	14
6	Радиоинтерфейс UMTS. Режим UTRA FDD. Режим UTRA TDD. Cdma2000.	10	15
7	Оконечные системы UMTS. Услуги в среде UMTS. Протоколы UMTS. Примеры процедур UMTS. Передача данных и доступ к различным сетям.	10	16
8	Защита каналов связи в системах UMTS, WCDMA. Процедуры мягкого и жесткого хэндовера. Определение местоположения абонента в сотовой сети связи.	10	17

Студенты очно-заочной и 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 в рабочей программе