МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	128	128	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	216	216	часов
	6	6	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 60610

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение студентами особенностей построения и принципов работы современных сетей и систем связи с подвижными объектами; изучение методов расчета частотного плана, параметров пропускной способности и энергетических параметров аппаратуры, изучение методов проектирования различных сетей и систем связи и на основе типовой аппаратуры.

1.2. Задачи дисциплины

1. Обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах разбора принципов построения и работы современных электронных сетей и систем связи с подвижными объектами; ознакомление студентов со стандартами в области современных систем мобильной связи; формирование профессиональных компетенций по направлению подготовки.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.01.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 60610

ПКР-5. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки и улучшения качества предоставляемых услуг связи, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПКР-5.1. Знает основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем; принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, стандарты информационного взаимодействия систем.	знать принципы работы и особенности организации современных систем мобильной систем связи, способы оценки размеров зон обслуживания базовых станций, особенности частотного планирования.
	ПКР-5.2. Умеет собирать данные для анализа показателей качества функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств инфокоммуникационной системы.	уметь применять на практике методы анализа и расчета основных характеристик систем мобильной связи; на основе технических характеристик имеющейся аппаратуры разрабатывать и внедрять соответствующую техническому заданию структуру кластера системы мобильной связи с учетом экологической безопасности.
	ПКР-5.3. Умеет рассчитывать показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств.	уметь проводить натурный эксперимент по измерению основных характеристик базовых и мобильных станций.
	ПКР-5.4. Умеет анализировать системные проблемы обработки инфокоммуникационной системы.	Уметь анализировать системные проблемы обработки инфокоммуникационной системы.
	ПКР-5.5. Владеет навыками обнаружения и определения причин возникновения критических инцидентов при работе системного программного обеспечения.	владеть первичными навыками настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной связи при производстве, установке и технической эксплуатации.
	ПКР-5.6. Владеет навыками разработки предложений по улучшению качества предоставляемых услуг, развитию инфокоммуникационной системы.	Владеть навыками информационной поддержки расчетов радиопокрытия, радиорелейных и спутниковых трасс и частотно-территориального планирования в части использования картографической информации.
	ПКР-5.7. Владеет навыками разработки нормативной и технической документации на аппаратные средства и программное обеспечение.	Владеть навыками разработки нормативной и технической документации на аппаратные средства и программное обеспечение.

Согласована на портале № 60610

ПКС-1. Способен разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании радиоэлектронной аппаратуры	ПКС-1.1. Знает принципы проектирования радиоэлектронных систем передачи информации	Знать способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика в кластере базовых станций; основные стандарты мобильной связи.
	ПКС-1.2. Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных систем передачи информации	Уметь анализировать полученные результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования систем связи по действующим нормативным актам и нормативам.
	ПКС-1.3. Владеет навыками разработки радиоэлектронных систем передачи информации с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Владеть навыками инструментальных измерений телекоммуникационного оборудования, вести документацию по результатам измерений.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	128	128
Подготовка к тестированию	92	92
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	36	36
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	1	-	4	20	25	ПКР-5, ПКС-1

Согласована на портале № 60610

2 Общие принципы построения СМС.	1	-	-	8	9	ПКР-5, ПКС-1
3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	2	8	-	8	18	ПКР-5, ПКС-1
4 Методы частотнотерриториального планирования СМС.	2	4	-	8	14	ПКР-5, ПКС-1
5 Виды цифровой манипуляции.	2	-	4	20	26	ПКР-5, ПКС-1
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	1	2	-	8	11	ПКР-5, ПКС-1
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	1	2	-	8	11	ПКР-5, ПКС-1
8 Соединительные линии (СЛ) базовых и центральных станций, устойчивость соединения в СМС.	2	-	-	8	10	ПКР-5, ПКС-1
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	2	-	8	20	30	ПКР-5, ПКС-1
10 Системы персональной спутниковой связи.	2	2	-	10	14	ПКР-5, ПКС-1
11 Проектирование системы мобильной связи	2	-	-	10	12	ПКР-5, ПКС-1
Итого за семестр	18	18	16	128	180	
Итого	18	18	16	128	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	Объем, содержание, виды занятий и формы отчетности по дисциплине.Системы подвижной связи первого, второго, третьего и четвертого поколений (1G, 2G, 2,5G, 3G, 4G). Их особенности и технические параметры.Множественных доступов с частотным (FDMA), с временным (TDMA), с кодовым (CDMA) разделением каналов. Совмещенные множественные доступы.	1	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 60610

2 Общие принципы построения СМС.	Сети с макросотовой, микросотовой и пикосотовой структурой.Сведения о международных, федеральных и региональных стандартах на СМС.Виды станций сети: центральная (ЦС), базовая (БС), мобильная (МС).Центры коммутации подвижной связи. Центры управления и обслуживания.Аутентификация, хэндовер, роуминг абонента в СМС.Виды услуг, предоставляемых в сетях СМС.	1	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	1	
3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	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 в больших и малых сотах.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
4 Методы частотнотерриториального планирования СМС.	Проблемы электромагнитной совместимости (ЭМС).Территориальное планирование. Кластер и его размерность, частотные группы кластера.Параметр «Signal Interference Ratio» (SIR), его расчет.Частотное планирование. Планы частот: аналоговой системы NMT, цифровой системы GSM. Определение максимального числа обслуживаемых абонентов в соте.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 60610

5 Виды цифровой манипуляции.	Дифференциальная (относительная) бинарная фазовая манипуляция (DBPSK). Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK). Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK).Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом П/4 (П/4 QPSK).Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK). Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK).Квадратурная амплитудная модуляция (QAM).Когерентная и некогерентная демодуляция различных видов модуляции.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	Прямой и обратный каналы связи. Оценка чувствительности приемника МС и коэффициента шума БС с учетом внешних и внутренних шумов.Качество цифровой радиосвязи. Пропускная способность цифрового канала связи. Полоса Найквиста. Предел Шеннона. Эффективность использования радиополосы при различных видах манипуляции.	1	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	1	
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	Понятие трафика. Расчет основных параметров трафика сети: средней интенсивности вызовов, средней продолжительности обслуживания, средней интенсивности трафика.Модель Эрланга В с отказами для оценки емкости СМС.	1	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 60610

8 Соединительные линии (СЛ) базовых и центральных станций, устойчивость соединения в СМС.	Организация радиорелейных и оптоволоконных СЛ.Структурная схема СЛ.Расчет устойчивости соединения для СМС.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	Функциональная схема сети GSM, службы, технические параметры БС и МС. Радиооборудование и контроллер БС. FDMA/TDMA доступ. Окно, кадр, мультикадр, суперкадр. Частотные, физические, логические каналы.Каналы синхронизации и управления.Аутентификация и идентификация абонента.Транковые системы связи. Возможности, технические характеристики.Аналоговый стандарт СМС NMT. Возможности, технические характеристики.Достоинства цифровых стандартов.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
10 Системы персональной спутниковой связи.	Понятие орбитальной конфигурации искусственных спутников Земли (ИСЗ). Орбиты ИСЗ (LEO, MEO, HEO, GEO). Глобальная связь через ИСЗ, зоны обслуживания.Характеристики систем Iridium и Globalstar.Особенности распространения радиоволн в спутниковом радиоканале.Методы повышения емкости СМС.Глобальная информационная система (ГИС), место России в ГИС.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 60610

11 Проектирование системы мобильной связи	Анализа требований технического задания (ТЗ) на проектирование СМС. Выбор недостающих исходных данных для проектирования. Проектирование и расчет СМС с заданными параметрами качества.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	Расчет зон обслуживания передатчиков метровых волн.	4	ПКР-5, ПКС-1
	Модели предсказания уровня сигнала для определения зон обслуживания для сотовых систем подвижной связи.	4	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	8	
4 Методы частотнотерриториального планирования СМС.	Электромагнитная совместимость и особенности частотного планирования в сотовых системах подвижной связи.	4	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	4	
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	Шумовые характеристики и энергетическая эффективность сотовых систем связи при различных видах модуляции.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	Трафик и емкость сотовых систем мобильной связи.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	
10 Системы персональной спутниковой связи.	Расчет диаграмм уровней персональной спутниковой связи.	2	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 60610

Итого за семестр	18	
Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	Исследование технологии FDMA.	4	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	4	
5 Виды цифровой манипуляции.	Исследование MSK модема (классическая реализация).	4	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	4	
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	Система сотовой связи стандарта GSM-900.	4	ПКР-5, ПКС-1
	Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM.	4	ПКР-5, ПКС-1
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа
	Итого	20		
2 Общие принципы построения СМС.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 60610

3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	8		
4 Методы частотнотерриториального планирования СМС.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	8		
5 Виды цифровой манипуляции.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа
	Итого	20		
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	8		
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	8		
8 Соединительные линии (СЛ) базовых и центральных станций, устойчивость соединения в СМС.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	8		
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	Подготовка к тестированию	8	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа
	Итого	20		
10 Системы персональной спутниковой связи.	Подготовка к тестированию	10	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	10		
11 Проектирование системы мобильной связи	Подготовка к тестированию	10	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		128		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		164		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 60610

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-5	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКС-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Лабораторная работа	10	20	10	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	30	20	100
Нарастающим итогом	20	50	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 60610

7.1. Основная литература

1. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2015. 51 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5113.

7.2. Дополнительная литература

1. Космические и наземные системы радиосвязи и сети телерадиовещания: Учебное пособие / А. С. Вершинин, Ж. Т. Эрдынеев - 2013. 184 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3449.
2. Системы мобильной связи: Введение в профиль: Учебное пособие для лекционных, практических занятий, самостоятельной работы / С. В. Мелихов, И. А. Колесов - 2016. 155 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6158.
3. Введение в профиль «Системы мобильной связи»: Учебное пособие для лекционных, практических занятий, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / Д. О. Ноздреватых, С. В. Мелихов, Б. Ф. Ноздреватых, И. А. Колесов - 2019. 155 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9042.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Мобильная радиосвязь: чувствительность аналоговых и цифровых приемных устройств, энергетическая и спектральная эффективность различных видов манипуляции, сбалансированный дуплекс: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2018. 54 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8906.
2. Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / С. В. Мелихов - 2014. 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4134.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Согласована на портале № 60610

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Специализированная учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Сервер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Сервер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Qucs;
- Scilab;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

Согласована на портале № 60610

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Общие принципы построения СМС.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 60610

3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Методы частотнотерриториального планирования СМС.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Виды цифровой манипуляции.	ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Соединительные линии (СЛ) базовых и центральных станций, устойчивость соединения в СМС.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	ПКР-5, ПКС-1	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Системы персональной спутниковой связи.	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Проектирование системы мобильной связи	ПКР-5, ПКС-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 60610

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 60610

1.

1	Формула для расстояния прямой видимости при распространении радиоволн Ultra High Frequency (UHF)		$d_{LOS}[км] \approx 3,6\ (\sqrt{h_{п}[м]} + \sqrt{h_{пр}[м]})$
			$d_{LOS}[км] \approx 10\ (\sqrt{h_{п}[м]} + \sqrt{h_{пр}[м]})$
			$d_{LOS}[км] \approx 6,28\ (\sqrt{h_{п}[м]} + \sqrt{h_{пр}[м]})$
			$d_{LOS}[км] \approx 2,72\ (\sqrt{h_{п}[м]} + \sqrt{h_{пр}[м]})$

2.

2	Формула для расчета ослабления радиосигнала (ослабления радиоволны) в свободном пространстве		$L_{0} = (4\pi r / \lambda)^{5}$
			$L_{0} = (4\pi r / \lambda)^{3}$
			$L_{0} = (4\pi r / \lambda)^{4}$
			$L_{0} = (4\pi r / \lambda)^{2}$

3.

3	Дальность радиосвязи над водной поверхностью по сравнению с дальностью радиосвязи над сушей		меньше в 2 раза
			такая же
			больше
			меньше в 5 раз

4.

4	Вид формул в моделях Окамуры-Хата для ослабления радиоволны в зависимости от дальности r		$L_{p} = A + B \lg(r)$
			$L_{p} = A + B\ r$
			$L_{p} = A - B\ r$
			$L_{p} = A + B\ /r$

5.

5	Частотный план каналов "Вверх" ("Uplink") стандарта GSM-900 выражается формулой		$f_{вi} = (890 + i \cdot 0,2)\ МГц$ при $1 \le i \le 124$
			$f_{вi} = (890 + i \cdot 0,5)\ МГц$ при $1 \le i \le 124$
			$f_{вi} = (890 + i \cdot 0,2)\ МГц$ при $1 \le i \le 374$
			$f_{вi} = (1805 + i \cdot 0,2)\ МГц$ при $1 \le i \le 124$

6.

6	Сотовая структура расположения базовых станций (БС) позволяет		использовать одну и ту же частотную группу во всех сотах
			многократно использовать одни и те же частотные группы в одноименных сотах кластеров
			использовать всего лишь одну частоту во всех сотах
			использовать одни и те же частотные группы во всех сотах

7.

7	Количество мешающих базовых станций (БС) в однородной (регулярной) многосотовой структуре, которые образуют соканальные помехи, характеризуемые параметром SIR (Signal Interference Ratio), –		одна
			две
			шесть
			три

8.

8	Формула для расчета средней интенсивности трафика $A[Эрл]$ на основе средней частоты поступления вызовов $\langle\lambda\rangle$ и средней продолжительности одного вызова $\langle T\rangle$		$A[Эрл] = \langle\lambda\rangle / \langle T\rangle$
			$A[Эрл] = \langle\lambda\rangle \cdot \langle T\rangle$
			$A[Эрл] = \langle\lambda\rangle \cdot \langle T\rangle^{2}$
			$A[Эрл] = \langle\lambda\rangle / \langle T\rangle^{2}$

9.

9	Реальная чувствительность радиоприемника мобильной станции (МС) характеризует		минимальную мощность полезного сигнала в антенне, при которой в исполнительном устройстве обеспечивается требуемое качество приема
			минимальную мощность полезного сигнала в антенне, при которой в исполнительном устройстве обеспечивается отношение сигнал-шум, равное единице
			минимальную мощность шума в антенне, при которой в исполнительном устройстве обеспечивается отношение сигнал-шум, равное единице
			минимальную мощность шума в антенне, при которой в исполнительном устройстве обеспечивается требуемое качество приема

10.

10	Для цифрового потока с длительностью бита T_b необходимая полоса обработки канала связи по Найквисту		$B_N = 1 / T_b$
			$B_N = 1 / 2T_b$
			$B_N = 2 / T_b$
			$B_N = 1 / 4T_b$

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. История развития СМС. Поколения СМС (1G, 2G, 2,5G, 2, 75G, 3G, 4G).
2. Принцип множественного доступа с частотным разделением каналов (FDMA).
3. Принцип множественного доступа с временным разделением каналов (TDMA).
4. Принцип множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA).
5. Принцип совмещенного множественного доступа (TDMA/FDMA).
6. Аналоговая ЧМ и аналоговая ФМ. Помехозащищенность по отношению к тепловому шуму и мешающему сигналу. Аналитическая связь между отношениями сигнал/шум и сигнал/помеха на входе и выходе демодуляторов (детекторов).
7. Дифференциальная (относительная) бинарная фазовая манипуляция (DBPSK). Фазовая неоднозначность при приеме. Когерентная и некогерентная демодуляция. Структурная схема модема.
8. Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK), фазовая неоднозначность при приеме. Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция (DQPSK). Структурные схемы модемов.
9. Дифференциальная квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом /4 (/4 QPSK). Структурная схема модема.
10. Манипуляция с минимальным сдвигом (MSK). Гауссовская манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK). Структурные схемы модемов. Эффективность использования полосы частот. Спектр модулированного сигнала. Обеспечение компактности спектра.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование технологии FDMA.
2. Исследование MSK модема (классическая реализация).
3. Система сотовой связи стандарта GSM-900.
4. Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

Согласована на портале № 60610

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается

Согласована на портале № 60610

доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 60610

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «16» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РТС	С.В. Мелихов	Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	С.В. Мелихов	Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РТС	С.В. Мелихов	Разработано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Разработано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

Согласована на портале № 60610