МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сети и системы мобильной связи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32		32	часов
2	Практические занятия	24	14	38	часов
3	Лабораторные работы	24		24	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	80	24	104	часов
6	Самостоятельная работа	100	48	148	часов
7	Всего (без экзамена)	180	72	252	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
9	Общая трудоемкость	216	72	288	часов
		6.0	2.0	8.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр
Зачет: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 25725

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от « 26 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС 26 апреля 2018 года, протокол № 9.

Разработчик:

Заведующий кафедрой РТС каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 25725

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

– 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

Дисциплина «Сети и системы мобильной связи» (Б1.В.ОД.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Сети и системы мобильной связи, Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Радиоприемные устройства систем мобильной связи, Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Сети и системы мобильной связи, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Радиосвязь на основе широкополосных сигналов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-12 готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

– ПК-14 умением осуществлять первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации национальным и международным стандартам и техническим регламентам;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы работы и особенности организации современных систем мобильной систем связи, способы оценки размеров зон обслуживания базовых станций, особенности частотного планирования, способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика в кластере базовых станций; основные стандарты мобильной связи.

– **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; проводить натурный эксперимент по измерению основных характеристик базовых и мобильных станций.

– **владеть** первичными навыками настройки и регулировки аппаратуры систем мобильной связи при производстве, установке и технической эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	104	80	24
Лекции	32	32	
Практические занятия	38	24	14

Согласована на портале № 25725

Лабораторные работы	24	24	
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10		10
Самостоятельная работа (всего)	148	100	48
Выполнение курсового проекта (работы)	48		48
Оформление отчетов по лабораторным работам	36	36	
Проработка лекционного материала	40	40	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	24	
Всего (без экзамена)	252	180	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость, ч	288	216	72
Зачетные Единицы	8.0	6.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Курс. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	4	0	4	10	0	18	ПК-12, ПК-14
2 Общие принципы построения СМС.	2	0	0	4	0	6	ПК-12, ПК-14
3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	2	8	0	8	0	18	ПК-12, ПК-14
4 Методы частотно-территориального планирования СМС.	2	4	0	8	0	14	ПК-12, ПК-14
5 Виды цифровой манипуляции.	6	0	4	10	0	20	ПК-12, ПК-14
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	4	6	0	12	0	22	ПК-12, ПК-14
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	4	4	0	8	0	16	ПК-12, ПК-14
8 Соединительные линии (СЛ) базовых и центральных станций,	2	0	0	4	0	6	ПК-12, ПК-14

Согласована на портале № 25725

устойчивость соединения в СМС.							
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	4	0	16	28	0	48	ПК-12, ПК-14
10 Системы персональной спутниковой связи.	2	2	0	8	0	12	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	32	24	24	100	0	180	
8 семестр							
11 Проектирование системы мобильной связи	0	14	0	48	10	62	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	0	14	0	48	10	72	
Итого	32	38	24	148	10	252	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 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.	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
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.	2	ПК-12, ПК-14
	Итого	2	
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	ПК-12, ПК-14

Согласована на портале № 25725

	Итого	2	
4 Методы частотно-территориального 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	ПК-12, ПК-14
	Итого	2	
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.	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
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.	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
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.	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
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	ПК-12, ПК-14
	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,	4	ПК-12, ПК-14

Согласована на портале № 25725

	технические характеристики.Аналоговый стандарт СМС NMT. Возможности, технические характеристики.Достоинства цифровых стандартов.		
	Итого	4	
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	ПК-12, ПК-14
	Итого	2	
Итого за семестр		32	
Итого		32	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Предшествующие дисциплины											
1 Сети и системы мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей		+	+	+		+	+	+	+	+	+
4 Радиоприемные устройства систем мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи			+						+	+	+
6 Цифровая обработка сигналов					+				+		+
Последующие дисциплины											
1 Сети и системы мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Защита выпускной квалификационной работы, включая	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 25725

подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты											
3 Радиосвязь на основе широкополосных сигналов		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ПК-12	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе, Дифференцированный зачет
ПК-14	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Тест, Отчет по курсовой работе, Дифференцированный зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 25725

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	Исследование технологии FDMA.	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
5 Виды цифровой манипуляции.	Исследование MSK модема (классическая реализация).	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	Система сотовой связи стандарта GSM-900.	4	ПК-12, ПК-14
	Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM.	4	
	Интерфейсы, терминальное оборудование, структура кадров и формирование сигналов в стандарте GSM.	4	
	Подавление межсимвольной интерференции эквалайзером.	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Параметры радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	Расчет зон обслуживания передатчиков метровых волн.	4	ПК-12, ПК-14
	Модели предсказания уровня сигнала для определения зон обслуживания для сотовых систем подвижной связи.	4	
	Итого	8	
4 Методы частотно-	Электромагнитная совместимость и особенности	4	ПК-12,

Согласована на портале № 25725

территориального планирования СМС.	частотного планирования в сотовых системах подвижной связи.		ПК-14
	Итого	4	
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	Шумовые характеристики и энергетическая эффективность сотовых систем связи при различных видах модуляции.	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	Трафик и емкость сотовых систем мобильной связи.	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
10 Системы персональной спутниковой связи.	Расчет диаграмм уровней персональной спутниковой связи.	2	ПК-12, ПК-14
	Итого	2	
Итого за семестр		24	
8 семестр			
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.	14	ПК-12, ПК-14
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
Итого		38	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 История развития систем мобильной связи (СМС). Методы множественного доступа в СМС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-12, ПК-14	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
2 Общие принципы построения СМС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-12, ПК-14	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	4		
3 Параметры	Подготовка к	4	ПК-12,	Домашнее задание,

Согласована на портале № 25725

радиоканала. Модели предсказания уровня сигнала для СМС.	практическим занятиям, семинарам		ПК-14	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
4 Методы частотно-территориального планирования СМС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-12, ПК-14	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Виды цифровой манипуляции.	Проработка лекционного материала	4	ПК-12, ПК-14	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
6 Расчет линий СМС при заданном качестве.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-12, ПК-14	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
7 Трафик и емкость сотовых СМС.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-12, ПК-14	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
8 Соединительные линии (СЛ) базовых и центральных станций, устойчивость соединения в СМС.	Проработка лекционного материала	4	ПК-12, ПК-14	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	4		
9 СМС стандарта GSM. Особенности других стандартов.	Проработка лекционного материала	4	ПК-12, ПК-14	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	24		
	Итого	28		
10 Системы персональной спутниковой связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-12, ПК-14	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
Итого за семестр		100		

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
8 семестр				
11 Проектирование системы мобильной связи	Выполнение курсового проекта (работы)	48	ПК-12, ПК-14	Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе, Тест
	Итого	48		
Итого за семестр		48		
Итого		184		

10. Курсовая работа (проект)

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта) представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Согласование с преподавателем выбранных недостающих исходных данных для проектирования СМС в соответствии с конкретным ТЗ.Согласование с преподавателем и корректировка выбранной структурной схемы проектируемой СМС и расчетов ее технических параметров: плана рабочих частот, чувствительности мобильной станции, радиусов зон обслуживания базовых станций, размерности кластера, числа кластеров, необходимого трафика, электромагнитной совместимости, реализуемости обратного канала, устойчивости связи и пр.Учет замечаний и рекомендаций преподавателя при корректировки составленной пояснительной записки (ПЗП) и чертежей (Ч) к спроектированной СМС (после проверки ПЗП и Ч преподавателем).Получение «допуска» к защите спроектированной СМС («зачет»).	10	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	10	

10.1. Темы курсовых работ (проектов)

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Цифровая СМС, обслуживание «большого» (или «среднего», или «малого») города.
- Цифровая СМС, обслуживание пригородной зоны.
- Цифровая СМС, обслуживание населенного пункта в сельской местности.
- Цифровая СМС, обслуживание автотрассы.
- Цифровая СМС, обслуживание пассажирской морской трассы.
- Цифровая СМС, использование службой охраны.
- Цифровая СМС, использование службой УВД в «большом» городе.
- Цифровая СМС, использование службой пассажирских перевозок в «большом» городе.
- Цифровая СМС, использование технологическими службами нефте- и газопровода.
- и др.

Согласована на портале № 25725

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
7 семестр				
Домашнее задание	6	6	6	18
Защита отчета		6	6	12
Конспект самоподготовки	4	3	3	10
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		6	6	12
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	16	27	27	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	16	43	70	100
8 семестр				
Защита курсовых проектов (работ)			30	30
Отчет по курсовой работе	20	25	25	70
Итого максимум за период	20	25	55	100
Нарастающим итогом	20	45	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)

Согласована на портале № 25725

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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе при подготовке к ним

1. Радиовещание, радиосвязь и электроакустика: Учебно-методическое пособие / Титов А. А., Мелихов С. В. - 2012. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1335, дата обращения: 25.04.2018.
2. Модели предсказания уровня сигнала для расчета зон обслуживания базовых станций систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4132, дата обращения: 25.04.2018.
3. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4129, дата обращения: 25.04.2018.
4. Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4134, дата обращения: 25.04.2018.
5. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2015. 51 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5113, дата обращения: 25.04.2018.
6. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (часть 1): Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4135, дата обращения: 25.04.2018.
7. Методы манипуляции цифровой радиосвязи: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы / Мелихов С. В. - 2017. 64 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7028, дата обращения: 13.05.2018.

Согласована на портале № 25725

12.3.2. Учебно-методические пособия по лабораторным работам и самостоятельной работе при подготовке к ним

1. Исследование технологии FDMA: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Кологривов В. А., Мосин С. А. - 2013. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3518, дата обращения: 25.04.2018.
2. Исследование MSK модема (классическая реализация): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1524, дата обращения: 25.04.2018.
3. Система сотовой связи стандарта GSM-900: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2012. 15 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1367, дата обращения: 125.04.2018.
4. Структура логических каналов управления и алгоритмы функционирования системы GSM-900: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1370, дата обращения: 25.04.2018.
5. Интерфейсы, терминальное оборудование, структура TDMA кадров и формирование сигналов в стандарте GSM: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1368, дата обращения: 25.04.2018.
6. Подавление межсимвольной интерференции эквалайзером: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей / Петров В. Н., Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1362, дата обращения: 25.04.2018.

12.3.3. Учебно-методические пособия для занятий по курсовому проектированию и самостоятельной работе при проектировании

1. Модели предсказания уровня сигнала для расчета зон обслуживания базовых станций систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4132, дата обращения: 25.04.2018.
2. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4129, дата обращения: 25.04.2018.
3. Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 13 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4134, дата обращения: 25.04.2018.
4. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2015. 51 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5113, дата обращения: 25.04.2018.
5. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (часть 1): Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4135, дата обращения: 25.04.2018.
6. Методы манипуляции цифровой радиосвязи: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы / Мелихов С. В. - 2017. 64 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7028, дата обращения: 25.04.2018.

Согласована на портале № 25725

12.3.4. Дополнительное учебно-методические пособия по самостоятельной работе

1. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1845, дата обращения: 25.04.2018.

12.3.5. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru – научная электронная библиотека.
2. https://edu.tusur.ru – научно-образовательный портал ТУСУР.
3. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh – базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий, для лабораторных работ, для курсового проектирования

Специализированная 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;

Согласована на портале № 25725

– AVAST Free Antivirus;
– Adobe Acrobat Reader;
– Far Manager;
– Google Chrome;
– Microsoft Windows Server 2008;
– Microsoft Windows XP;
– Mozilla Firefox;
– OpenOffice;
– Opera;
– Opera Developer;
– Qucs;
– Scilab.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. 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 зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в следующем составе.

Согласована на портале № 25725

14.1.1. Тестовые задания

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

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

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

Согласована на портале № 25725

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

11	Понятие «предел Шеннона» для цифрового канала связи с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ) означает, что		скорость цифрового потока при передаче ограничена значением 50 Мбит/с
			скорость цифрового потока при передаче ограничена значением 100 Мбит/с
			скорость цифрового потока при передаче может быть бесконечно большой
			ни при какой скорости цифрового потока нельзя осуществить его безошибочную передачу

12	Мерой энергетической эффективности цифровых систем радиосвязи с различными видами модуляции является		максимальная излучаемая мощность передатчиков
			вероятность появления битовой ошибки (BER – Bit Error Rate) при одинаковом значении E_b / N_0
			вероятность появления одиночной импульсной помехи при одинаковом интервале времени связи
			вероятность выхода из строя передатчиков при одинаковом интервале времени связи

13	Для исключения влияния на устойчивость связи быстрых релеевских замираний в системе GSM при телефонии используется		способ «медленных» скачков по частоте при передаче каждого следующего кадра цифровой последовательности (217 скачков за 1 с)
			способ «быстрых» скачков по частоте во время передачи каждого бита (T_b) цифровой последовательности (64 скачка за время T_b)
			инерционные системы автоматической регулировки усиления (АРУ) в приемниках базовых станций (БС) и в приемниках мобильных станций (МС)
			быстродействующая система автоматической подстройки частоты (АПЧ) в приемниках БС и в приемниках МС

Согласована на портале № 25725

14	Допустимое ослабление радиоволны на трассе распространения ($L_{р\ доп}$) для обеспечения радиосвязи с заданным качеством определяется		эквивалентной изотропно излучаемой мощностью (ЭИИМ) передатчика ($P_{эк}$) и реальной чувствительностью приемника ($P_{с\ вх\ 0}$)
			видом модуляции радиосигнала
			полосой обработки канала связи
			видом модуляции радиосигнала и полосой обработки канала связи

15	"Сбалансированная дуплексная радиосвязь" имеет место		при обеспечении в прямом канале радиосвязи качества приема в 2 раза лучшего, чем в обратном канале радиосвязи
			при обеспечении в обратном канале радиосвязи качества приема в 2 раза лучшего, чем в прямом канале радиосвязи
			при обеспечении равных значений коэффициентов шума приемников прямого и обратного каналов радиосвязи
			при обеспечении в прямом и обратном каналах радиосвязи одинакового качества приема

16	Мультидиапазонный комбайнер на базовой станции (БС) системы GSM (Global System for Mobile) используется		для преобразования частоты передатчиков БС в более высокочастотный диапазон
			для разделения цифровых потоков, поступающих от разных мобильных станций (МС)
			для суммирования цифровых потоков, предназначенных для разных МС
			для суммирования сигналов разных частот от нескольких передатчиков БС и подачи их на одну антенну, а также для распределения сигналов разных частот от антенны БС на несколько приемников БС

17	Включение малошумящего усилителя (МШУ) между приемной антенной и приемным радиотрактом базовой станции (БС)		увеличивает дальность прямого канала (Downlink-канала) радиосвязи
			увеличивает дальность обратного канала (Uplink-канала) радиосвязи
			увеличивает дальности прямого канала (Downlink-канала) и обратного канала (Uplink-канала) радиосвязи
			не изменяет дальностей прямого канала (Downlink-канала) и обратного канала (Uplink-канала) радиосвязи

18	Контроллер базовых станций (Base Station Controller – BSC) системы мобильной связи GSM (Global System for Mobile) обеспечивает		установление голосовых и пакетных и соединений в своей подсистеме базовых станций (Base Station System – BSS)
			разъединение голосовых и пакетных и соединений в своей BSS
			установление, поддержание и разъединение голосовых и пакетных и соединений в своей BSS
			установление и поддержание голосовых и пакетных и соединений в своей BSS

Согласована на портале № 25725

19	Центр коммутации мобильной связи (Mobile Switching Center – MSC) системы GSM (Global System for Mobile) обеспечивает		коммутацию сигналов своей подсистемы базовых станций (Base Station System – BSS) и внешних сетей (телефонной сети общего пользования – ТфОП, сетей других операторов сотовой связи и т.п.)
			коммутацию сигналов ТфОП
			коммутацию сигналов ТфОП и сетей других операторов сотовой связи
			коммутацию сигналов сетей других операторов сотовой связи

20	Транскодер системы мобильной связи GSM (Global System for Mobile) обеспечивает		преобразование скоростей цифровых сигналов 64 кбит/с и 13 кбит/с при взаимодействии центра коммутации мобильной связи (Mobile Switching Center – MSC) и контроллера базовых станций (Base Station Controller – BSC)
			согласование уровней мощностей цифровых сигналов при взаимодействии MSC и BSC
			согласование временных характеристик цифровых сигналов при взаимодействии MSC и BSC
			преобразование скоростей цифровых сигналов 100 кбит/с и 10 кбит/с при взаимодействии MSC и BSC

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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 $\pi/4$ ($\pi/4$ 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.
11. Квадратурная амплитудная модуляция (QAM). Структурные схемы модемов.
12. Особенности сетей с макросотовой, микросотовой, пикосотовой структурой.
13. Виды станций сети: центральная (ЦС), базовая (БС), мобильная (МС). Центры коммутации подвижной связи. Центры управления и обслуживания.
14. Особенности работы мобильных систем: аутентификация абонента, передача (хэндовер) абонента при движении от одной БС к другой БС. Виды и организация услуг, предоставляемых в СПР.
15. Организация линий связи БС-МС, МС-БС. Особенности распространения радиоволн при различном рельефе местности, в городских условиях. Понятия расстояния «прямой видимости» (LOS – Line Of Sight) и отсутствия «прямой видимости» (NLOS – Non Line Of Sight). Быстрые и медленные замирания сигнала. Причины и статистическое описание медленных и быстрых замираний радиосигнала в ССПР.
16. Модель Окамуры по расчету медианного значения мощности принимаемого сигнала на длинных трассах. Учет характера среды на затухание радиоволн.
17. Модель Окамуры-Хата по предсказанию уровня принимаемого сигнала на длинных трассах.
18. Особенности коротких трасс. Модель Уолфиша-Икегами для малых сот.
19. Проблемы электромагнитной совместимости в сотовых сетях. Допустимое отношение сигнал/помеха (сигнал/интерференция) на входе приемника МС.

Согласована на портале № 25725

20. Территориальное планирование. Понятие кластера, частотные группы. Расчет допустимого расстояния между БС с одинаковыми частотными группами в однородной модели сотовой связи. Расчет размерности кластера.
21. Частотное планирование. Диапазоны частот, выделенные для систем подвижной радиосвязи. План частот аналоговой системы NMT-450, цифровых систем GSM-900, GSM-1800, GSM-1900. Число дуплексных каналов. Определение максимального числа обслуживаемых абонентов в соте.
22. Расчет мощности шума и отношения сигнал/шум на входе приемника МС. Определение отношения сигнал/шум в аналоговом канале.
23. Определение вероятности ошибок в цифровом канале. Связь между вероятностью ошибок и отношением сигнал/шум при использовании в СМС радиосигналов с различными видами модуляции.
24. Влияние частотно-селективных замираний на качество связи. Методы снижения влияния частотных замираний: пространственно-разнесенный прием; передача-прием с использованием медленных скачков по частоте; эквалайзинг.
25. Понятие трафика, средней интенсивности вызовов, средней продолжительности обслуживания, средней интенсивности трафика. Модель Эрланга В с отказами для оценки емкости сотовых систем мобильной связи.
26. Организация соединительных радиорелейных линий (РРЛ). Используемые диапазоны частот. Структурная схема РРЛ. Энергетические параметры РРЛ.
27. Расчет устойчивости связи СМС.
28. Транковые (трангинговые) системы связи. Принцип работы, возможности, технические характеристики.
29. Аналоговый стандарт СМС NMT. Принцип работы, возможности, технические характеристики.
30. Цифровой стандарт СМС GSM. Принцип работы, возможности, технические характеристики. Достоинства цифровых стандартов по сравнению с аналоговыми.
31. Построение цифрового потока при TDMA: понятие окна, кадра, мультикадра, суперкадра, их длительности. Типы окон и их структура. Физические каналы.
32. Логические каналы трафика и управления. Виды логических каналов связи. Организация логических каналов с полной и половинной скоростью. Организация каналов частотной синхронизации. Организация общих каналов управления и совмещенных каналов управления.
33. Обеспечение безопасности связи в стандарте GSM. Аутентификация и идентификация абонента, обеспечение секретности.
34. Функциональная схема сети связи GSM. Структура служб в стандарте GSM.
35. Структура и технические параметры БС и АС.
36. Радиооборудование и контроллер БС. Состав и работа центра коммутации подвижной связи и центра управления и обслуживания.
37. Понятие орбитальной конфигурации искусственных спутников Земли (ИСЗ) глобальных СПСС. Орбиты ИСЗ (LEO, MEO, HEO, GEO) и их характеристики. Зоны обслуживания. Шлюзовые земные станции.
38. Принцип действия и характеристики систем СМС Iridium и Globalstar.
39. Особенности распространения радиоволн в спутниковом радиоканале. Поглощение энергии сигнала в атмосфере.
40. Энергетический расчет спутниковых систем связи с подвижными объектами. Диаграмма уровней мощности линий связи Земля-ИСЗ, ИСЗ-Земля.
41. Методы повышения емкости СМС. Развитие глобальной информационной системы (ГИС) подвижной связи и перспективных СМС.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку и темы опроса на занятиях

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.

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.

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.

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.

Дифференциальная (относительная) бинарная фазовая манипуляция (DBPSK).

Согласована на портале № 25725

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.

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

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.

Организация радиорелейных и оптоволоконных СЛ. Структурная схема СЛ. Расчет устойчивости соединения для СМС.

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.

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.

14.1.4. Темы домашних заданий

Расчет зон обслуживания передатчиков метровых волн.

Модели предсказания уровня сигнала для определения зон обслуживания для сотовых систем подвижной связи.

Электромагнитная совместимость и особенности частотного планирования в сотовых системах подвижной связи.

Шумовые характеристики и энергетическая эффективность сотовых систем связи при различных видах модуляции.

Трафик и емкость сотовых систем мобильной связи.

Расчет диаграмм уровней персональной спутниковой связи.

14.1.5. Зачёт

(допуск курсового проекта к защите после проверки руководителем проектирования)

Разработка структурной схемы и расчет параметров системы мобильной связи в соответствии с техническим заданием (ТЗ) на курсовое проектирование.

Соответствие пояснительной записки к курсовому проекту в соответствии с требованиямм «Образовательного стандарта вуза ОС ТУСУР 01-2013».

14.2. 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 14.

Согласована на портале № 25725

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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 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 № 25725