МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ П.Е. Троян

«_05__» _____07_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов»

Уровень основной образовательной программы: ***академический бакалавриат***

Направление подготовки:
11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль: ***Системы мобильной связи***

Форма обучения: ***очная***
Факультет: ***РТФ (радиотехнический)***
Профилирующая кафедра: ***ТОР (телекоммуникаций и основ радиотехники)***
Обеспечивающая и выпускающая кафедра: ***РТС (радиотехнических систем)***

Курс: 4 **Семестр: 8**

Учебный план набора 2016 г. и последующих лет

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной работы	Семестр 7	Семестр 8			Всего	Единицы
1.	Лекции (Л)		30			30	час.
2.	Лабораторные работы (ЛР)		16			16	час.
3.	Практические занятия (ПЗ)		24			24	час.
4.	Курсовой проект - контроль самостоятельной работы (КП-КСР) студентов (аудиторный)						час.
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)		70			70	час.
6.	Из них в интерактивной форме		11			11	час.
7.	Самостоятельная работа (СР) студентов		74			74	час.
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)		144			144	час.
9.	СР на подготовку и сдачу экзамена		36			36	час.
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)		180			180	час.
	(в зачетных единицах)		5			5	ЗЕТ

Зачет: не предусмотрен **Диф. зачет: не предусмотрен**

Экзамен: 8 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5002

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» _____ 20__ г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Минобрнауки России №174 от 06.03.2015 г.,
рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехнических систем (РТС) 01 июля 2016 г., протокол № 9.

Разработчик: зав. кафедрой РТС Мелихов С.В.

Зав. обеспечивающей и выпускающей кафедрой РТС Мелихов С.В.

Рабочая программа согласована с факультетом и профилирующей кафедрой направления подготовки.

Декан РТФ Попова К.Ю.

Зав. профилирующей кафедрой ТОР Демидов А.Я.

Эксперт:

Доцент кафедры РТС Кологривов В.А.

Согласована на портале № 5002

1. Цели и задачи дисциплины «Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов» (СМСШПС)

Цели дисциплины: рассмотрение принципов работы и особенностей организации современных систем мобильной связи (СМС) на основе технологии с кодовым разделением каналов связи (CDMA – Code Division Multiple Access)

Задачи дисциплины: обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах изучения принципов работы устройств и систем технологии CDMA для передачи информации с учетом особенностей формирования, передачи, приема и обработки шумоподобных радиосигналов; формирование профессиональных компетенций по направлению подготовки в соответствии с требованиями «Основной профессиональной образовательной программы» (ОПОП).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина СМСШПС является дисциплиной по выбору вариативной части блока Б1 учебного плана (Б1.В.ДВ.5.1) и ее изучение строится на основе знания студентами комплекса вопросов, изученных в дисциплинах: Теория вероятностей и математическая статистика; Сигналы электросвязи; Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике; Общая теория связи; Цифровая обработка сигналов; Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей; Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи; Радиопередающие устройства систем мобильной связи; Радиоприемные устройства систем мобильной связи; Теоретические основы систем мобильной связи; Сети и системы мобильной связи.

Знания, полученные при изучении дисциплины СМСШПС, должны способствовать овладению материалами дисциплин Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи и Учебно-исследовательская работа студентов, изучаемых в том же семестре.

Дисциплина СМСШПС является одной из ведущих в профессиональной подготовке студентов-бакалавров – в ней рассматриваются принципы решения вопросов, которые возникают перед бакалаврами направления подготовки 11.03.02 по профилю «Системы мобильной связи» в процессе их профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ (**ПК-9**);

готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (**ПК-16**).

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: принципы формирования цифровых шумоподобных сигналов, об их искажениях при прохождении канала передачи;

принципы работы устройств и блоков систем формирования, передачи и приема шумоподобных сигналов, понимать физические процессы, происходящие в них.

Уметь: использовать естественнонаучные законы, применять методы математического анализа и моделирования при теоретических и экспериментальных исследованиях;

применять на практике методы анализа и расчета основных узлов CDMA-систем;

разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы CDMA-систем.

Владеть: первичными навыками настройки и регулировки аппаратуры CDMA-систем при производстве, установке и технической эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		7	8		
Аудиторные занятия (всего)	70		70		
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции (Л)	30		30		
Лабораторные работы (ЛР)	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	24		24		
Семинары (С)					
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект - контроль самостоятельной работы (КП-КСР) студентов (аудиторный)					
Другие виды аудиторной работы					

Согласована на портале № 5002

Самостоятельная работа (всего)	74		74		
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (самостоятельная работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	30		30		
Подготовка к ЛР, составление и защита отчета	16		16		
Подготовка к ПЗ	24		24		
Подготовка к контрольным работам (КтР)	4		4		
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36		36		
Общая трудоемкость, час.	180		180		
Зачетные Единицы Трудоемкости (ЗЕТ)	5		5		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час.	Лаборат. работы, час.	Практич. занятия, час.	СР (Л+ЛР+ПЗ++КтР), час. (без экзам.)	Всего, час. (без экзам.)	Формируемые компетенции
1	Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	4	4		2+6+4+3 = 15	23	ПК-9; ПК-16
2	Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	4	4	4	2+6+2+2 = 8	24	ПК-9; ПК-16
3	Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	4	4	4	2+6+4+3 = 15	27	ПК-9; ПК-16
4	Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	2		2	1+0+0+0 = 1	5	ПК-9; ПК-16
5	Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	4	4	4	2+6+2+0 = 12	22	ПК-9; ПК-16
6	Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	2		2	1+0+4+3 = 8	12	ПК-9; ПК-16
7	Архитектура прямого канала СМС IS-95.	2		4	1+0+4+0 = 5	11	ПК-9; ПК-16
8	Архитектура обратного канала СМС IS-95.	2		4	1+0+4+0 = 5	11	ПК-9; ПК-16
9	Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	2			1+0+0+0 = 1	3	ПК-9; ПК-16
10	Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	4			2+0+0+0 = 2	6	ПК-9; ПК-16
Всего		30	16	24	74	144	

Согласована на портале № 5002

5.2. Содержание разделов дисциплины по лекциям (Л, 30 час.)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Спектр и коэффициент расширения спектра (SF – Spreading Factor) импульсного (битового) сигнала. Шумоподобный импульсный сигнал, его SF и спектр. Спектр шумоподобного радиосигнала (ШПР). Автокорреляционная функция (АКФ) единичного импульса и его копии, сдвинутой во времени. Свойства АКФ. АКФ знакопеременных периодических псевдослучайных последовательностей (ПСП). Последовательности Хаффмена, Голда, Кассами, их свойства. Апериодические последовательности Баркера.	4	ПК-9; ПК-16
2	Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины, порождающий полином ЦА. Управляемая «маска» в ЦА для генерации сдвинутой по времени реплики ПСП. Ортогональные функции Уолша, их формирование на основе матрицы Адамара, их свойства. Использование линейного весового сложения цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи в передатчике.	4	ПК-9; ПК-16
3	Методы формирования шумоподобных радиосигналов (ШПР). Передатчик ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Корреляционный приемник с обработкой ШПР на высокой частоте, его помехоустойчивость.	Методы формирования ШПР: метод «прямой последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping). Структурная схема передатчика ШПР с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK). Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШПР на высокой частоте (когерентная и согласованная селекция ШПР). Реакция коррелятора приемника на полезный (согласованный) и несогласованный ШПР, на узкополосную радиопомеху, на широкополосный тепловой шум. Зависимость запаса помехоустойчивости корреляционного приемника на помехи различного типа.	4	ПК-9; ПК-16
4	Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	Достоинства радиосвязи на основе CDMA: энергетическая скрытность связи; защищенность от несанкционированного доступа; повышенная помехоустойчивость к различному виду помех; отсутствие жесткого ограничения количества пользователей радиоканала в отличие от технологий FDMA и TDMA; постепенное уменьшение качества приема при увеличении числа пользователей радиоканала.	2	ПК-9; ПК-16
5	Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП. Интегрирование чиповой ПСП с накоплением для демультиплексирования многих каналов связи в приемнике.	4	ПК-9; ПК-16
6	Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Характеристики системы сотовой телефонии промежуточного стандарта (Interim Standard) IS-95. Архитектура прямого канала: базовая станция (БС) – мобильная станция (МС). Синхронный (ортогональный) доступ на линии «вниз» с использованием единого системного времени, различного циклического сдвига короткой ПСП, функций Уолша.	2	ПК-9; ПК-16
7	Архитектура прямого канала СМС IS-95.	Структурные схемы и особенности формирования на БС пилот-канала, канала синхронизации, канала	2	ПК-9; ПК-16

Согласована на портале № 5002

		персонального вызова, канала трафика. Линейное весовое сложение цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи. Структурная схема когерентного приемника МС для канала трафика.		
8	Архитектура обратного канала СМС IS-95.	Архитектура обратного канала: МС- БС. Асинхронный (неортогональный) доступ на линии «вверх» с использованием различного циклического сдвига длинной ПСП. Структурные схемы и особенности формирования на МС канала доступа и канала трафика.	2	ПК-9; ПК-16
9	Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	Регулировка передаваемой мощности с обратной связью (ОС) в прямых каналах. Регулировка передаваемой мощности без ОС и с ОС в обратных каналах. Борьба с многолучевостью в системе IS-95: структурная схема и принцип действия RAKE-приемника (четырехканального на БС и трехканального на МС).	2	ПК-9; ПК-16
10	Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	Принцип «мягкой» эстафетной передачи (хэндовера) в системе IS-95.Сравнительная оценка емкости сотовых систем связи технологий FDMA, TDMA, CDMA. Перспективы развития сотовых систем на основе технологии CDMA.	4	ПК-9; ПК-16
Всего			30	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин, а также использование полученных знаний по дисциплине РУСМС в обеспечиваемых (последующих) дисциплинах									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предыдущие дисциплины											
1	Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+		+					+
2	Сигналы электросвязи	+		+	+	+	+	+	+		+
3	Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике		+		+		+		+	+	
4	Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Цифровая обработка сигналов	+	+	+		+				+	
6	Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	+	+	+	+		+	+	+	+	+
7	Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства систем мобильной связи			+	+					+	+
8	Радиопередающие устройства систем мобильной связи		+	+	+		+	+	+	+	+
9	Радиоприемные устройства систем мобильной связи	+		+	+	+	+	+	+	+	+
12	Теоретические основы систем мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13	Сети и системы мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дисциплины, изучаемые в том же семестре (8 семестр)											
1	Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Учебно-исследовательская работа студентов										

Согласована на портале № 5002

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля *(детализация)*
	Л	ЛР	ПЗ	КП	СР	
ПК-9, ПК-16	+	+	+		+	Проверка конспекта Л; проверка отчетов по ЛР; проверка ДЗ; тесты и КтР на ПЗ

Л – лекции; ПЗ – практические и семинарские занятия; СР – самостоятельная работа студента
КтР– контрольные работы; ДЗ – домашние задания.

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах (11 час.)

Методы / Формы	Лекции, час.	Лабораторные работы, час.	Практические занятия, час.	Тренинг Мастер-класс, час.	Всего
Мини-лекции, тесты			1		1
Работа в команде			2		2
Решение ситуационных задач	5		2		7
Исследовательский метод			1		1
Итого интерактивных занятий	5		6		11

7. Лабораторные работы (ЛР, 16 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1	Исследование технологии CDMA.	4	ПК-9; ПК-16
2	2	Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов.	4	ПК-9; ПК-16
3	3	Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути.	4	ПК-9; ПК-16
4	5	Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении.	4	ПК-9; ПК-16

8. Практические занятия (ПЗ, 24 час.)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий	Трудо-емкость, час.	Формируемые компетенции
1	1	Расчет и построение автокорреляционных функций корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) Хафмена, Голда, Баркера, функций Уолша.	4	ПК-9; ПК-16
2	3	Расчет чувствительности и оценка помехоустойчивости корреляционного приемника.	6	ПК-9; ПК-16
3	5	Расчет реакции интегратора со сбросом на чиповые последовательности различной длины.	4	ПК-9; ПК-16
4	6	Расчет энергетических параметров прямого канала СМС IS-95.	4	ПК-9; ПК-16
5	7	Частотно-территориальное планирование СМС на основе технологии CDMA.	2	ПК-9; ПК-16
6	8	Расчет энергетических параметров обратного канала СМС IS-95.	4	ПК-9; ПК-16

9. Курсовой проект - контроль самостоятельной работы (КП-КСР) студентов (не предусмотрен)

10. Самостоятельная работа (СР, 74 час.), СР на подготовку и сдачу экзамена (36 час.), всего СР 110 час.

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость, час.	Компетенции	Контроль выполнения работы
1	1-10	Проработка материала Л.	15	ПК-9; ПК-16	Тест контроль
2	1,2,3,5	Подготовка к ЛР, написание отчетов.	24	ПК-9; ПК-16	
3	1,2,3,5,6,7,8	Подготовка к ПЗ, выполнение ДЗ по темам, указанным в таблице 8, подготовка к КтР.	35	ПК-9; ПК-16	Проверка ДЗ, проведение КтР
4	1-10	Подготовка и сдача экзамена.	36	ПК-9; ПК-16	Экзамен
Всего СР			**110**		

Согласована на портале № 5002

11. Примерная тематика курсовых проектов (курсовой проект не предусмотрен)

12. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Таблица 12.1. Балльные оценки для элементов контроля Л, ЛР, ПЗ

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ	Максимальный балл за период между 1КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение Л	15	5	**20**
Посещение ПЗ	15	5	**20**
Выполнение работ по ПЗ	10	5	**15**
Компонент своевременности по ПЗ	10	5	**5**
Итого за период (макс.)	**50**	**20**	**70**
Сдача экзамена (макс.)			**30**
Нарастающим итогом (макс.)	**50**	**70**	**100**

Таблица 12.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки (КТ)

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

Таблица 12.3. 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)
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)

13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

13.1. ***Основная литература***

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

13.2. ***Дополнительная литература***

2. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 231 с. (101 экз.).
3. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с. (42 экз.).
4. Весоловский Кшиштоф. Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И.Д. Рудинского; под ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 536 с. (30 экз.).
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с. (25 экз.).
6. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: ЭКО-ТРЭНДЗ, 1998. – 239 с. (5 экз.).
7. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 292 с. (23 экз.).
8. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с. (72 экз.).
9. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2004. – 1099 с. (18 экз.).
10. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 432 с. (1 экз.).

Согласована на портале № 5002

11. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Издание третие, исправленное. – Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 233 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5457).
12. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание: Учебное пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2002. – 251 с. (80 экз.).

13.3. ***Учебно-методические пособия (УМП) и программное обеспечение***

13.3.1. ***УМП для ПЗ и СР при подготовке к ним***

13. Мелихов С.В. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (Часть 1) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 32 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4135).
14. Мелихов С.В. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 51 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5113).
15. Мелихов С.В. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4129).
16. Мелихов С.В.Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4134).
17. Мелихов С.В. Чувствительность радиоприемных устройств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 99 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5109).
18. Мелихов С.В., Титов А.А. Радиовещание, радиосвязь и электроакустика [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 49 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1335).
19. Кологривов В.А., Мелихов С.В. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 9 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1845).

13.3.2. ***УМП для ЛР и СР при подготовке к ним и написания отчетов***

20. Кологривов В.А., Цинц А.А., Олчейбен Д.Н. Исследование технологии CDMA [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 22 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4888).
21. Мелихов С.В., Вербило И.М. Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в пакете SIMULINK компьютерной среды MATLAB. - Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 17 с. (Режим доступа - http://edu.tusur.ru/training/publications/2286).
22. Писаренко Н.С., Кологривов В.А. Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути [Электронный ресурс]: Описание лабораторной работы для студентов специальности «Системы мобильной связи» по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 29 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4062).
23. Кологривов В.А., Чаплыгина А.А. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 38 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/6094).

13.3.3. ***Программное обеспечение***

1. MatLab 6.5.
2. MatLab 7.0.
3. Microsoft Word.

Согласована на портале № 5002

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины: компьютерный класс (ауд. 427 РК) – сервер, 7 ПЭВМ; Лаборатория ГПО (ауд. 414а РК) – сервер, 6 ПЭВМ.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины: посещение всех плановых занятий и консультаций; систематическое выполнение заданий.

16. Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине, входящие в экзаменационные билеты (приведены также в Приложении к данной рабочей программе (ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов»)).

1. Типы множественного (многостанционного) доступа на основе технологии кодового разделения каналов связи (CDMA).
2. Спектр и база (коэффициент расширения спектра – SF – Spreading Factor) импульсного (битового) сигнала. Шумоподобный импульсный сигнал, его SF и спектр. Спектр шумоподобного радиосигнала (ШП-радиосигнала).
3. Методы формирования ШП-радиосигнала: метод «прямой последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping). Принцип формирования ШП-радиосигнала по методу «прямой последовательности» и структурная схема передатчика с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK).
4. Автокорреляционная функция (АКФ) единичного импульса и его копии, сдвинутой во времени. Свойства АКФ. АКФ знакопеременных периодических псевдослучайных последовательностей (ПСП). М-последовательности максимальной длины – последовательности Хаффмена. Свойства М-последовательностей. Предпочтительные М-последовательности. Последовательности Голда, последовательности Касами. Их свойства.
5. Апериодические последовательности Баркера. Возможность использования кодовых последовательностей Баркера в качестве преамбул для обеспечения символьной и цикловой синхронизации в цифровых системах связи.
6. Структурная схема и принцип работы цифрового автомата (каскадного сдвигового регистра с линейными обратными связями – LFSR – Linear Feedback Shift Register) для генерации ПСП любой длины. Порождающий полином цифрового автомата. Использование управляемой «маски» в цифровом автомате для генерации сдвинутой по времени реплики М-последовательности.
7. Ортогональные функции Уолша, их формирование на основе матрицы Адамара, свойства функций Уолша. Использование функций Уолша и линейного весового сложения цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи в передатчике. Интегрирование с накоплением для демультиплексирования многих каналов связи в приемнике.
8. Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШП-радиосигнала на высокой частоте (когерентная и согласованная селекция ШП-радиосигнала) Реакция коррелятора приемника на полезный (согласованный) ШП-радиосигнал, на несогласованный ШП-радиосигнал, на узкополосную радиопомеху, на широкополосный тепловой шум. Зависимость запаса помехоустойчивости корреляционного приемника на помехи различного типа (улучшение коррелятором отношения сигнал/помеха или отношения сигнал/шум) от длины кодирующей (декодирующей) ПСП.
9. Сопоставление реальной чувствительности корреляционного приемника технологии CDMA с реальной чувствительностью приемников технологий FDMA и TDMA. Достоинства и особенности радиосвязи на основе технологии CDMA.
10. Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШП-радиосигнала на уровне чиповой ПСП. Интегрирование чиповой ПСП с накоплением.
11. Характеристики системы сотовой телефонии IS-95 (Interim Standard – промежуточный стандарт). Архитектура прямого канала: базовая станция (БС) – мобильная станция (МС). Синхронный (ортогональный) доступ на линии «вниз» с использованием единого системного времени, различного циклического сдвига короткой ПСП, функций Уолша. Максимальный радиус соты. Максимальное количество БС с одной и той же несущей частотой.
12. Структурная схема и особенности формирования на БС пилот-канала. Особенности квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) в прямом канале.
13. Структурная схема и особенности формирования на БС канала синхронизации. Значение SF для канала синхронизации.
14. Структурная схема и особенности формирования на БС канала персонального вызова. Значение SF для канала персонального вызова.
15. Структурная схема и особенности формирования на БС канала трафика. Значение SF для канала трафика.
16. Структурная схема когерентного приемника МС для канала трафика. Необходимое значение отношения средней мощности сигнала к средней мощности шума на входе приемника МС для канала трафика.
17. Архитектура обратного канала: МС – БС. Асинхронный (неортогональный) доступ на линии «вверх» с использованием различного циклического сдвига длинной ПСП. Структурные схемы и особенности формирования на МС канала доступа и канала трафика.
18. Регулировка передаваемой мощности с обратной связью (ОС) в прямых каналах. Регулировка передаваемой мощности без ОС и с ОС в обратных каналах. Максимальная скорость передвижения МС, при которой регулировка передаваемой мощности позволяет бороться с быстрыми (Релеевскими) замираниями.
19. Борьба с многолучевостью в системе IS-95. Структурная схема и принцип действия RAKE-приемника (четырехканального на БС и трехканального на МС).
20. Сравнительная оценка емкости сотовых систем связи технологий FDMA, TDMA, CDMA.
21. Перспективы развития сотовых систем на основе технологии CDMA.

17. Типовые задачи для практических занятий: приведены в Приложении к данной рабочей программе (**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Сети и системы мобильной связи»).** Полный комплект задач для практических занятий см. в [13].

Согласована на портале № 5002

Приложение к рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по УР
П.Е.Троян
_____

"__05__"_____07_____2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов»

Уровень основной образовательной программы: академический бакалавриат

Направление подготовки: 11.03.02 – Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: Системы мобильной связи

Форма обучения: очная

Факультет: РТФ (радиотехнический)

Кафедра обеспечивающая и выпускающая: РТС (радиотехнических систем)

Курс: ***4*** **Семестры:** ***8***

Учебный план набора 2016 г. и последующих лет

Зачет: не предусмотрен **Диф. зачет: не предусмотрен**

Экзамен: 8 семестр

Разработчик **С.В. Мелихов**

Томск 2016

Согласована на портале № 5002

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов» (СМСШПС) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ПК-9	Умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.	***Должен знать:*** • принципы формирования цифровых шумоподобных сигналов, об их искажениях при прохождении канала передачи; принципы работы устройств и блоков систем формирования, передачи и приема шумоподобных сигналов, понимать физические процессы, происходящие в них. ***Должен уметь:*** • использовать естественнонаучные законы, применять методы математического анализа и моделирования при теоретических и экспериментальных исследованиях; применять на практике методы анализа и расчета основных узлов CDMA-систем; разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы CDMA-систем. ***Должен владеть:*** • первичными навыками настройки и регулировки аппаратуры CDMA-систем при производстве, установке и технической эксплуатации.
ПК-16	Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.	

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-9: Умение проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знать особенности проведения расчетов по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и	Уметь проводить расчеты составляющих инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых	Владеть навыками проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно

Согласована на портале № 5002

	самостоятельно создаваемых оригинальных программ	оригинальных программ	создаваемых оригинальных программ
Виды занятий	• Лекции • Лабораторные работы • Практические занятия • Консультации • Выполнение домашнего задания • Самостоятельная работа студентов	• Лекции • Лабораторные работы • Практические занятия • Консультации • Выполнение домашнего задания • Самостоятельная работа студентов	• Лекции • Лабораторные работы • Практические занятия • Консультации • Выполнение домашнего задания • Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	• Тест • Выполнение домашнего задания • Оформление и защита домашнего задания • Контрольная работа • Экзамен	• Тест • Выполнение домашнего задания • Оформление и защита домашнего задания • Контрольная работа • Экзамен	• Тест • Выполнение домашнего задания • Оформление и защита домашнего задания • Контрольная работа • Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает все методы проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с	• Умеет быстро изучать методы проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с	• Свободно владеет методами проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с

Согласована на портале № 5002

	использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации	нормативными документами
Хорошо (базовый уровень)	• Знает большинство методов проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	• Умеет изучать методы проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с нормативными документами	• Владеет методами проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с нормативными документами
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные методы проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования	• В принципе умеет изучать методы проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с нормативными документами	• Частично владеет методами проведения расчетов составляющих инфокоммуникаций в соответствии с нормативными документами

2.2 Компетенция ПК-16: Готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знать методы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	Уметь изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования	Владеть приемами изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования
Виды занятий	• Лекции • Лабораторные работы • Практические занятия • Консультации • Выполнение домашнего задания • Самостоятельная	• Лекции • Лабораторные работы • Практические занятия • Консультации • Выполнение домашнего задания • Самостоятельная	• Лекции • Лабораторные работы • Практические занятия • Консультации • Выполнение домашнего задания • Самостоятельная

Согласована на портале № 5002

	работа студентов	работа студентов	работа студентов
Используемые средства оценивания	• Тест • Выполнение домашнего задания • Оформление и защита домашнего задания • Контрольная работа • Экзамен	• Тест • Выполнение домашнего задания • Оформление и защита домашнего задания • Контрольная работа • Экзамен	• Тест • Выполнение домашнего задания • Оформление и защита домашнего задания • Контрольная работа • Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает все приемы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	• Умеет быстро познавать приемы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	• Свободно владеет приемами изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования
Хорошо (базовый уровень)	• Знает приемы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	• Умеет познавать приемы изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	• Владеет приемами изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные приемы изучения научно-технической информации,	• В принципе умеет познавать приемы изучения научно-технической	• Частично владеет приемами изучения научно-технической информации,

Согласована на портале № 5002

	отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования

3 Формы контроля усвоения материала дисциплины и формирования компетенций

Для контроля усвоения материала дисциплины и формирования компетенций используются экспресс-опрос на лекциях и практических занятиях, лабораторные задания, домашние задания по практическим занятиям и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения, подготовки к практическим занятиям и самостоятельной работы используются методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в следующем составе.

4.1. Основная литература

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

4.2. Дополнительная литература

2. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 231 с. (101 экз.).
3. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с. (42 экз.).
4. Весоловский Кшиштоф. Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И.Д. Рудинского; под ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 536 с. (30 экз.).
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с. (25 экз.).
6. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. – М.: ЭКО-ТРЭНДЗ, 1998. – 239 с. (5 экз.).
7. Попов В.И. Основы сотовой связи стандарта GSM. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 292 с. (23 экз.).
8. Маковеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 2002. – 440 с. (72 экз.).
9. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Изд. Дом Вильямс, 2004. – 1099 с. (18 экз.).
10. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 432 с. (1 экз.).
11. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Издание третие, исправленное. – Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 233 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5457).
12. Мелихов С.В. Аналоговое и цифровое радиовещание: Учебное пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2002. – 251 с. (80 экз.).

4.3 Учебно-методические пособия для практических занятий и самостоятельной работы при подготовке к ним

13. Мелихов С.В. Радиосвязь на основе шумоподобных сигналов (Часть 1) [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по материалам лекционных занятий, практических занятий, для курсового проектирования и самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 32 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4135).
14. Мелихов С.В. Мобильная радиосвязь: шумовые характеристики, спектральная и энергетическая эффективность, сбалансированный дуплекс [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 51 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5113).
15. Мелихов С.В. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4129).

Согласована на портале № 5002

16. Мелихов С.В.Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 13 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4134).
17. Мелихов С.В. Чувствительность радиоприемных устройств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 99 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/5109).
18. Мелихов С.В., Титов А.А. Радиовещание, радиосвязь и электроакустика [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и курсовому проектированию для студентов радиотехнических специальностей. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 49 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1335).
19. Кологривов В.А., Мелихов С.В. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественнонаучного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе. – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 9 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1845).

4.4 Учебно-методические пособия для лабораторных работ и самостоятельной работы при подготовке к ним и написания отчетов

20. Кологривов В.А., Цинц А.А., Олчейбен Д.Н. Исследование технологии CDMA [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2015. – 22 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4888).
21. Мелихов С.В., Вербило И.М. Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в пакете SIMULINK компьютерной среды MATLAB. - Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 17 с. (Режим доступа - http://edu.tusur.ru/training/publications/2286).
22. Писаренко Н.С., Кологривов В.А. Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути [Электронный ресурс]: Описание лабораторной работы для студентов специальности «Системы мобильной связи» по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 29 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/4062).
23. Кологривов В.А., Чаплыгина А.А. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи». – Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2016. – 38 с. (Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/6094).

4.5 Контрольные вопросы для проверки знаний по дисциплине, входящие в экзаменационные билеты

1. Типы множественного (многостанционного) доступа на основе технологии кодового разделения каналов связи (CDMA).
2. Спектр и база (коэффициент расширения спектра – SF – Spreading Factor) импульсного (битового) сигнала. Шумоподобный импульсный сигнал, его SF и спектр. Спектр шумоподобного радиосигнала (ШП-радиосигнала).
3. Методы формирования ШП-радиосигнала: метод «прямой последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping). Принцип формирования ШП-радиосигнала по методу «прямой последовательности» и структурная схема передатчика с бинарной фазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying – BPSK).
4. Автокорреляционная функция (АКФ) единичного импульса и его копии, сдвинутой во времени. Свойства АКФ. АКФ знакопеременных периодических псевдослучайных последовательностей (ПСП). М-последовательности максимальной длины – последовательности Хаффмена. Свойства М-последовательностей. Предпочтительные М-последовательности. Последовательности Голда, последовательности Касами. Их свойства.
5. Апериодические последовательности Баркера. Возможность использования кодовых последовательностей Баркера в качестве преамбул для обеспечения символьной и цикловой синхронизации в цифровых системах связи.
6. Структурная схема и принцип работы цифрового автомата (каскадного сдвигового регистра с линейными обратными связями – LFSR – Linear Feedback Shift Register) для генерации ПСП любой длины. Порождающий полином цифрового автомата. Использование управляемой «маски» в цифровом автомате для генерации сдвинутой по времени реплики М-последовательности.
7. Ортогональные функции Уолша, их формирование на основе матрицы Адамара, свойства функций Уолша. Использование функций Уолша и линейного весового сложения цифровых потоков для мультиплексирования многих каналов связи в передатчике. Интегрирование с накоплением для демультиплексирования многих каналов связи в приемнике.
8. Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШП-радиосигнала на высокой частоте (когерентная и согласованная селекция ШП-радиосигнала) Реакция коррелятора приемника на полезный (согласованный) ШП-

Согласована на портале № 5002

радиосигнал, на несогласованный ШП-радиосигнал, на узкополосную радиопомеху, на широкополосный тепловой шум. Зависимость запаса помехоустойчивости корреляционного приемника на помехи различного типа (улучшение коррелятором отношения сигнал/помеха или отношения сигнал/шум) от длины кодирующей (декодирующей) ПСП.

9. Сопоставление реальной чувствительности корреляционного приемника технологии CDMA с реальной чувствительностью приемников технологий FDMA и TDMA. Достоинства и особенности радиосвязи на основе технологии CDMA.
10. Структурная схема корреляционного приемника с обработкой ШП-радиосигнала на уровне чиповой ПСП. Интегрирование чиповой ПСП с накоплением.
11. Характеристики системы сотовой телефонии IS-95 (Interim Standard – промежуточный стандарт). Архитектура прямого канала: базовая станция (БС) – мобильная станция (МС). Синхронный (ортогональный) доступ на линии «вниз» с использованием единого системного времени, различного циклического сдвига короткой ПСП, функций Уолша. Максимальный радиус соты. Максимальное количество БС с одной и той же несущей частотой.
12. Структурная схема и особенности формирования на БС пилот-канала. Особенности квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) в прямом канале.
13. Структурная схема и особенности формирования на БС канала синхронизации. Значение SF для канала синхронизации.
14. Структурная схема и особенности формирования на БС канала персонального вызова. Значение SF для канала персонального вызова.
15. Структурная схема и особенности формирования на БС канала трафика. Значение SF для канала трафика.
16. Структурная схема когерентного приемника МС для канала трафика. Необходимое значение отношения средней мощности сигнала к средней мощности шума на входе приемника МС для канала трафика.
17. Архитектура обратного канала: МС – БС. Асинхронный (неортогональный) доступ на линии «вверх» с использованием различного циклического сдвига длинной ПСП. Структурные схемы и особенности формирования на МС канала доступа и канала трафика.
18. Регулировка передаваемой мощности с обратной связью (ОС) в прямых каналах. Регулировка передаваемой мощности без ОС и с ОС в обратных каналах. Максимальная скорость передвижения МС, при которой регулировка передаваемой мощности позволяет бороться с быстрыми (Релеевскими) замираниями.
19. Борьба с многолучевостью в системе IS-95. Структурная схема и принцип действия RAKE-приемника (четырехканального на БС и трехканального на МС).
20. Сравнительная оценка емкости сотовых систем связи технологий FDMA, TDMA, CDMA.
21. Перспективы развития сотовых систем на основе технологии CDMA.

4.6 Типовые задачи для практических занятий (полный комплект задач для практических занятий см. в [13])

1. Изобразите структурную схему цифрового автомата (каскадного сдвигового регистра с линейными обратными связями – LFSR – Linear Feedback Shift Register) для генерации псевдослучайной последовательности (ПСП) любой длины. Опишите принцип работы LFSR на примере генерации ПСП длиной $L = 2^3 - 1$.

2. Изобразите структурную схему и опишите особенности формирования на базовой станции (БС) канала трафика системы сотовой телефонии IS-95. Объясните, как в канале трафика обеспечивается коэффициент расширения спектра (SF – Speading Factor), равный 64.

3. Определите время периода коротких псевдослучайных последовательностей (КПСП) длиной $L = 2^{15}$ системы сотовой телефонии IS-95, если скорость передачи цифрового потока $R = 1,2288\,\text{Мбит/с}$.

4. Определите число БС с одинаковыми несущими частотами системы сотовой телефонии IS-95, которые могут бесконфликтно работать в одной зоне, если циклические сдвиги КПСП длиной $L = 2^{15}$ для БС кратны 64 чипам.

Согласована на портале № 5002