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

Радиосвязь на основе широкополосных сигналов

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: **8**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	24	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	70	70	часов
5	Самостоятельная работа	38	38	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 37824

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 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 04 июля 2018 года, протокол № 12.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	А. В. Новиков
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 № 37824

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Рассмотрение принципов работы и особенностей организации современных систем мобильной связи на основе технологий с кодовым разделением каналов.

1.2. 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».

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиосвязь на основе широкополосных сигналов» (Б1.В.ДВ.5.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1), Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2), Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-3), Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4), Введение в профиль "Системы мобильной связи", Коммутация в системах мобильной связи, Общая теория связи, Радиопередающие устройства систем мобильной связи, Радиоприемные устройства систем мобильной связи, Сигналы электросвязи, Схемотехника телекоммуникационных устройств, Теоретические основы систем мобильной связи, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Сети и системы мобильной связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 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-16 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся 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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	70	70
Лекции	24	24
Практические занятия	22	22

Согласована на портале № 37824

Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа (всего)	38	38
Оформление отчетов по лабораторным работам	22	22
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	6
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	2	4	4	6	16	ПК-16, ПК-9
2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	2	0	4	5	11	ПК-16, ПК-9
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	12	12	32	ПК-16, ПК-9
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	2	0	0	1	3	ПК-16, ПК-9
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	4	4	4	6	18	ПК-16, ПК-9
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	2	4	0	2	8	ПК-16, ПК-9

Согласована на портале № 37824

7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	2	2	0	2	6	ПК-16, ПК-9
8 Архитектура обратного канала СМС IS-95.	2	4	0	2	8	ПК-16, ПК-9
9 Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	2	0	0	1	3	ПК-16, ПК-9
10 Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	2	0	0	1	3	ПК-16, ПК-9
Итого за семестр	24	22	24	38	108	
Итого	24	22	24	38	108	

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
8 семестр			
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.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
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.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
3 Методы	Методы формирования ШПР: метод «прямой	4	ПК-16,

Согласована на портале № 37824

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.	последовательности» (DS – Direct Sequence); метод «скачков по частоте» (FH – Frequency Hopping).Структурная схема передатчика ШПР с бинарнойфазовой манипуляцией (Binary Phase Shift Keying –BPSK).Структурная схема корреляционного приемникас обработкой ШПР на высокой частоте (когерентная исогласованная селекция ШПР).Реакция коррелятора приемника на полезный (согласованный) и несогласованный ШПР, на узкополосную радиопомеху, на широкополосный тепловой шум.Зависимость запаса помехоустойчивости корреляционного приемника от помехи различного типа.		ПК-9
	Итого	4	
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	Достоинства радиосвязи на основе CDMA:энергетическая скрытность связи; защищенность отнесанкционированного доступа; повышеннаяпомехоустойчивость к различному виду помех;отсутствие жесткого ограничения количествапользователей радиоканала в отличие от технологийFDMA и TDMA; постепенное уменьшение качествоприема при увеличении числа пользователейрадиоканала.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Структурная схема корреляционного приемника собработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.Интегрирование чиповой ПСП с накоплением длядемультиплексирования многих каналов связи в приемнике.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
6 Характеристики системы мобильной связи (CMC) IS-95. Особенности прямого канала.	Характеристики системы сотовой телефониипромежуточного стандарта (Interim Standard) IS-95.Архитектура прямого канала: базовая станция (БС) –мобильная станция (МС).Синхронный (ортогональный) доступ на линии «вниз» сиспользованием единого системного времени,различного циклического сдвига короткой ПСП,функций Уолша.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
7 Архитектура прямого канала CMC IS-95.	Структурные схемы и особенности формирования наБС пилот-канала, канала синхронизации, каналаперсонального вызова, канала трафика.Линейное весовое сложение цифровых потоков длямультиплексирования многих каналов связи.Структурная схема когерентного приемника МС дляканала трафика.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
8 Архитектура обратного канала CMC IS-95.	Архитектура обратного канала: МС-БС.Асинхронный (неортогональный) доступ на линии «вверх» с использованием различного	2	ПК-16, ПК-9

Согласована на портале № 37824

	циклического сдвигадлинной ПСП.Структурные схемы и особенностиформирования на МС канала доступа и канала трафика.		
	Итого	2	
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 обратныхканалах.Борьба с многолучевостью в системе IS-95: структурная схема и принцип действия RAKEприемника (четырехканального на БС и трехканального на МС).	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
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.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

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
Предшествующие дисциплины										
1 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-3)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Введение в профиль "Системы мобильной связи"	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Коммутация в системах мобильной связи						+				
7 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 37824

8 Радиопередающие устройства систем мобильной связи			+			+			+	+
9 Радиоприемные устройства систем мобильной связи			+		+				+	+
10 Сигналы электросвязи			+							
11 Схемотехника телекоммуникационных устройств									+	
12 Теоретические основы систем мобильной связи	+	+	+	+	+	+			+	+
13 Цифровая обработка сигналов		+								
Последующие дисциплины										
1 Сети и системы мобильной связи				+		+	+	+		+

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.	Сам. раб.	
ПК-9	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-16	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Асинхронный и синхронный	Исследование технологии CDMA.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	

Согласована на портале № 37824

множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.			
2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	Трехканальная система связи на основе шумоподобныхсигналов.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
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.	Исследование технологии MIMO, построенной по схемеАламоути.	4	ПК-16, ПК-9
	Исследование основных характеристик систем ФАПЧ.	8	
	Итого	12	
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Исследование помехоустойчивости многоканальныхсистем на основе PSK-модуляции при неортогональномразнесении.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		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
8 семестр			
1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	Расчет и построение автокорреляционных функций корреляции псевдослучайных последовательностей (ПСП) Хафмена, Голда, Баркера, функций Уолша.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
3 Методы	Расчет чувствительности и оценка	4	ПК-16,

Согласована на портале № 37824

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.	помехоустойчивости корреляционного приемника.		ПК-9
	Итого	4	
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Расчет реакции интегратора со сбросом на чиповые последовательности различной длины.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Расчет энергетических параметров прямого канала CMCIS-95.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	Частотно-территориальное планирование СМС на основетехнологии CDMA.	2	ПК-16, ПК-9
	Итого	2	
8 Архитектура обратного канала СМС IS-95.	Расчет энергетических параметров обратного канала СМС IS-95.	4	ПК-16, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		22	

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
8 семестр				
1 Асинхронный и синхронный множественный доступ при технологии CDMA. Псевдослучайные последовательности (ПСП), их свойства.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-16, ПК-9	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		

Согласована на портале № 37824

2 Цифровые автоматы (ЦА) для генерации ПСП любой длины. Функции Уолша, их свойства. Линейное весовое сложение цифровых потоков.	Проработка лекционного материала	1	ПК-16, ПК-9	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	5		
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.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-16, ПК-9	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	12		
4 Достоинства радиосвязи на основе CDMA.	Проработка лекционного материала	1	ПК-16, ПК-9	Тест
	Итого	1		
5 Корреляционный приемник с обработкой ШПР на уровне чиповой ПСП.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-16, ПК-9	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
6 Характеристики системы мобильной связи (СМС) IS-95. Особенности прямого канала.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-16, ПК-9	Домашнее задание, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
7 Архитектура прямого канала СМС IS-95.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-16, ПК-9	Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
8 Архитектура обратного канала СМС IS-95.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-16, ПК-9	Домашнее задание, Тест
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 37824

	Итого	2		
9 Регулировка мощности в СМС IS-95. RAKE-прием.	Проработка лекционного материала	1	ПК-16, ПК-9	Тест
	Итого	1		
10 Хэндовер в СМС IS-95.Емкости СМС различных технологий. Перспективы развития СМС на основе технологии CDMA.	Проработка лекционного материала	1	ПК-16, ПК-9	Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		74		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

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
8 семестр				
Домашнее задание	8	8	8	24
Отчет по лабораторной работе	12	12	12	36
Тест	2	4	4	10
Итого максимум за период	22	24	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	46	70	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.

Согласована на портале № 37824

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)
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, Вячеслав Александрович. 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. Волков, Лев Николаевич. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов. - М. : Экотрендз , 2005. - 390[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Скляр, Бернард. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ.. - М. : Вильямс , 2004. - 1099[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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 / Мелихов С. В. - 2014. 32 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4135 (дата обращения: 07.07.2018).

2. Мобильная радиосвязь [Электронный ресурс]: 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. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5113 (дата обращения: 07.07.2018).

3. Частотное планирование и электромагнитная совместимость систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 13 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4129 (дата обращения: 07.07.2018).

4. Трафик, емкость и устойчивость систем мобильной связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и курсового проектирования для студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2014. 13 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4134 (дата обращения: 07.07.2018).

5. Чувствительность радиоприёмных устройств [Электронный ресурс]: Учебное пособие для лекционных и практических занятий, курсового проектирования, самостоятельной работы студентов радиотехнических специальностей / Мелихов С. В. - 2015. 99 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5109 (дата обращения: 07.07.2018).

6. 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» / Кологривов В.

Согласована на портале № 37824

А., Цинц А. А., Олчейбен Д. Н. - 2015. 22 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4888 (дата обращения: 07.07.2018).

7. Трехканальная система связи на основе шумоподобных сигналов [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе в пакете SIMULINK компьютерной среды MATLAB / Мелихов С. В., Вербило И. М. - 2012. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2286 (дата обращения: 07.07.2018).

8. 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» / Писаренко Н. С., Кологривов В. А. - 2014. 29 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4062 (дата обращения: 07.07.2018).

9. 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» / Кологривов В. А., Чаплыгина А. А. - 2016. 38 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6141 (дата обращения: 07.07.2018).

10. Исследование основных характеристик систем ФАПЧ [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Хазиахметова Р. З. - 2016. 32 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6140 (дата обращения: 07.07.2018).

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

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.

Согласована на портале № 37824

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Специализированная учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Google Chrome
- Mozilla Firefox
- OpenOffice
- Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome
- Mozilla Firefox
- OpenOffice
- Scilab

13.1.4. 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

Согласована на портале № 37824

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 составе:

14.1.1. Тестовые задания

Коды Голда примечательны:
Идеальной автокорреляционной функцией
Трехзначной функцией взаимной корреляции
Своей ортогональностью
Тем, что их изобрел мистер Голд
М-последовательности примечательны:
Максимальным периодом
Хорошими взаимно корреляционными свойствами
Своей ортогональностью
Равенством количества нулей и единиц
Коды Уолша примечательны:
Идеальной автокорреляционной функцией
Наличием последовательности типа "меандр"
Своей абсолютной независимостью
Своей ортогональностью
Для систем радиосвязи с расширенным спектром характерна:
Лучшая защита от непреднамеренных помех и многолучевого распространения сигнала
Более высокая битовая скорость передачи информации
Большая плотность мощности излучаемого сигнала
Заметность в радиоэфире

Согласована на портале № 37824

Системы с кодовым разделением каналов:

Вытеснили другие технологии разделения каналов ввиду своей исключительности

Применяются одновременно с другими технологиями разделения каналов

Практически не применяются ввиду своей сложности

Отдали "козырную масть" технологии OFDM

Коэффициент расширения спектра в современных системах радиосвязи варьируется в пределах: *4-512

256-1024

4-64

32-128

Емкость систем радиосвязи с кодовым разделением каналов в первую очередь зависит от:

Полосы частот излучаемых сигналов

Распределения мощности принимаемых сигналов от мобильных станций

Количества каналообразующих кодов

Количества базовых станций

Для систем радиосвязи с кодовым разделением каналов характерна:

Адаптация диаграмм направленности антенн базовой станции под условия распространения радиоволн

Коррекция спектра формируемого радиосигнала типа "подъем верхних частот"

Генерация радиосигнала с практически постоянной мощностью

Прецизионная регулировка мощности излучаемых сигналов в большом динамическом диапазоне

Коэффициент расширения спектра равен 256. Отношение сигнал-шум после сжатия (по времени) сигнала с расширенным спектром увеличится на:

110 dB

48 dB

24 dB

55 dB

Отношение сигнал-шум после сжатия (по времени) сигнала с расширенным спектром зависит от:

Коэффициента расширения спектра

Энергии этого сигнала деленной на спектральную плотность шума

Полосы обработки

Капризов фильтра сжатия

RAKE-приемник в системах радиосвязи с кодовым разделением каналов позволяет:

Получать выгоду от многолучевого распространения радиосигнала путем "сгребания" копий сигнала

Выйти на связь с космическими радиосистемами дальнего базирования

Снять RAKE-модуляцию с принимаемого радиосигнала

Декодировать RAKE-код, предназначенный для разделения абонентов по коду

Без RAKE-приемника мобильные станции имели бы:

Низкопробный статус

Большой размер из-за большого аккумулятора

Плохое качество воспроизводимой речи

Более сложный фильтр сжатия

Технология кодового разделения каналов базируется на:

Операции скалярного произведения

Операции интегрирования абонентской функции по замкнутому контуру

Операции векторного произведения

Операции вычисления определителя кодовой матрицы

Длина кодов Уолша может быть:

Кратна 2n и 4m

Кратна только 2n

Согласована на портале № 37824

Любой из множества 2,3,4,…

Кратна только 4m

Для сигналов, излучаемых системами радиосвязи с кодовым разделением, характерен:

Малый динамический диапазон

Большой пик-фактор

Большой динамический диапазон

Неприглядный внешний вид

Число логических каналов в прямом канале радиоинтерфейса IS-95:

64

32

128

55

В обратном канале радиоинтерфейса IS-95 используется ортогональная модуляция (n чипов, k битов):

(32,5)

(32,6)

(64,5)

(64,6)

Радиоинтерфейс IS-95 позволяет различать базовые станции на основании:

Длинного кода с периодом 242

Короткого кода с периодом 210

Короткого кода с периодом 215

Кодов Уолша

Радиоинтерфейс W-CDMA позволяет различать базовые станции на основании:

Кодов Голда

Кодов Уолша

М-последовательностей

Ортогональных OVSF-кодов переменной длины

По сравнению с приемниками систем радиосвязи без расширения спектра, приемники систем с расширенным спектром содержат малошумящий усилитель, у которого такой параметр как "точка 1 dB компрессии"

Ниже

Выше

Такой же

Расширение спектра здесь ни при чем

Можно ли технологию OFDM отнести к системам с расширенным спектром (т.е. имеется ли эффект "вытягивания" полезного сигнала из шума)?

Зависит от дополнительных условий

Нет

Да

Не знаю

14.1.2. Экзаменационные вопросы

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 –

Согласована на портале № 37824

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 Мпоследовательности.

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) ШПрадиосигнал, 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.

Согласована на портале № 37824

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.

14.1.3. Темы домашних заданий

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 1 3 .

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 □ 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.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование технологии CDMA.

Трехканальная система связи на основе шумоподобных

сигналов.

Исследование технологии MIMO, построенной по схеме

Аламоути.

Исследование помехоустойчивости многоканальных

систем на основе PSK-модуляции при неортогональном

Согласована на портале № 37824

разнесении.

Исследование основных характеристик систем ФАПЧ.

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.

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.

Согласована на портале № 37824

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

Согласована на портале № 37824