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

Теоретические основы современных технологий беспроводной связи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	48	48	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 25116

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	В. А. Кологривов
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов
Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)	_____	С. И. Богомолов

Согласована на портале № 25116

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с технологиями беспроводной связи, а именно с: существующими системами беспроводного доступа, принципами функционирования, особенностями распространения радиоволн используемых диапазонов частот, влиянием многолучёвости каналов распространения, пропускной способностью беспроводных каналов, используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования, использованием пространственно-временных методов передачи, способами выравнивания характеристик канала, технологией модуляции на нескольких несущих, широкополосными системами передачи, технологиями мультиплексирования каналов, сотовой организацией сетей связи.

Сформировать готовность к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта (ПК-7), а также изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-16).

1.2. Задачи дисциплины

– На конкретных примерах разобраться с вопросами модуляции, помехоустойчивого кодирования, множественного доступа, разделения каналов, синхронизацией.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы современных технологий беспроводной связи» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Математические методы описания сигналов, Математический анализ, Основы функционального анализа, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование систем беспроводной связи, Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** • физические основы и технические возможности современных технологий беспроводной связи; • области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями беспроводной связи.

– **уметь** • выбирать на практике тип современной технологии для организации беспроводной связи конкретного проекта; • разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих беспроводных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды; • обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности; • осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации; • проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков.

– **владеть** • первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации; • навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе беспроводных технологий.

Согласована на портале № 25116

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Подготовка к лабораторным работам	10	10
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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
6 семестр						
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	2	2	2	6	12	ПК-16, ПК-7
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	4	6	12	16	38	ПК-16, ПК-7
3 Широкополосная связь	4	4	0	8	16	ПК-16, ПК-7
4 Технологии с организацией пространственных каналов	4	0	0	3	7	ПК-16, ПК-7
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	4	2	4	6	16	ПК-16, ПК-7
6 Сверхширокополосная связь	4	4	0	7	15	ПК-16, ПК-7
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	2	0	0	2	4	ПК-16, ПК-7
Итого за семестр	24	18	18	48	108	
Итого	24	18	18	48	108	

Согласована на портале № 25116

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
6 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Цели, задачи и содержание дисциплины. История беспроводной связи. Основы функционирования. Современные беспроводные системы и перспективы их развития.	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Современные методы цифровой модуляции. Современные методы кодирования источников сообщений и помехоустойчивого кодирования. Математические модели многолучевых каналов связи. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах. Сигнально-кодовые конструкции и турбо-коды.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
3 Широкополосная связь	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии кодового разделения каналов со многими несущими. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
4 Технологии с организацией пространственных каналов	Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Эквалайзеры и турбо-выравнивание. Системы беспроводной связи с переменной скоростью передачи. Адаптивные антенны в системах беспроводной связи.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
6 Сверхширокополосная связь	Области применения и сущность сверхширокополосной (СШП) технологии. Методы формирования и излучения СШП сигналов. Модели распространения и методы демодуляции СШП сигналов. Сверхбыстродействующие персональные сети.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Сотовые системы и беспроводные сети с базовой инфраструктурой. Повторное использование каналов. Емкость соты и отношение сигнал-помеха.	2	ПК-16, ПК-7

Согласована на портале № 25116

	Динамическое распределение ресурсов.		
	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
Предшествующие дисциплины							
1 Линейная алгебра и аналитическая геометрия		+	+	+	+	+	
2 Математические методы описания сигналов	+	+	+		+	+	
3 Математический анализ		+	+	+	+	+	
4 Основы функционального анализа		+	+	+	+	+	
5 Цифровая обработка сигналов		+	+		+		
Последующие дисциплины							
1 Моделирование систем беспроводной связи		+	+	+	+	+	+
2 Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+	

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-7	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-16	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 25116

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Ознакомление со средой функционального моделирования. Функциональные блоки библиотечных модулей.	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	4	ПК-16, ПК-7
	Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	4	
	Исследование BFSK и 4 FSK модемов.	4	
	Итого	12	
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков.	4	ПК-16, ПК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
6 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Сигналы и помехи в аналоговой и цифровой радиосвязи – статистическое описание параметров.	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Параметры и характеристики аналоговых и цифровых систем радиосвязи – установление их взаимосвязи.	2	ПК-16, ПК-7
	Обнаружение и оценка параметров сигналов в современных системах подвижной радиосвязи.	2	
	Характеристики современных видов модуляции сигналов используемых в современных системах связи.	2	
	Итого	6	

Согласована на портале № 25116

3 Широкополосная связь	Анализ канала цифровой связи.	2	ПК-16, ПК-7
	Анализ канала широкополосного беспроводного доступа.	2	
	Итого	4	
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Помехоустойчивое кодирование цифровых систем радиосвязи.	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
6 Сверхширокополосная связь	Синхронизация в цифровых системах радиосвязи.	2	ПК-16, ПК-7
	Уплотнение и доступ в современных системах связи.	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
6 семестр				
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-16, ПК-7	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	6		
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-16, ПК-7	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Подготовка к лабораторным работам	6		
	Итого	16		
3 Широкополосная связь	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-16, ПК-7	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		

Согласована на портале № 25116

4 Технологии с организацией пространственных каналов	Проработка лекционного материала	3	ПК-16, ПК-7	Тест
	Итого	3		
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-16, ПК-7	Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Итого	6		
6 Сверхширокополосная связь	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-16, ПК-7	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	7		
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Проработка лекционного материала	2	ПК-16, ПК-7	Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

10. Курсовая работа (проект)

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
6 семестр				
Защита отчета	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест	10	15	15	40
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Согласована на портале № 25116

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Эко-трендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение: Учебное пособие для вузов: Пер. с англ. / Р. Морелос-Сарагоса; пер.: В. Б. Афанасьев. (Мир связи; IX, 05). - М.: Техносфера, 2006. - 319 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Модельное исследование сигнально-кодовых конструкций цифровой радиосвязи на основе BPSK и 8-PSK модуляций: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / Кологривов В. А., Токбаева А. А. - 2017. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7000, дата обращения: 07.05.2018.

2. Модельное исследование сигнально-кодовых конструкций цифровой радиосвязи на основе BPSK и QPSK модуляций: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / Кологривов В. А., Токбаева А. А. - 2017. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6999, дата обращения: 07.05.2018.

3. Исследование сверхширокополосной многоканальной системы на основе производных Гауссова импульса: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / Кологривов В. А., Базарсадуева А. Б. - 2017. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6991, дата обращения: 07.05.2018.

Согласована на портале № 25116

4. Исследование сверхширокополосной многоканальной системы на основе производных импульса Рэлея: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / Кологривов В. А., Базарсадуева А. Б. - 2017. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6992, дата обращения: 07.05.2018.

5. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1525, дата обращения: 07.05.2018.

6. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1532, дата обращения: 07.05.2018.

7. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1527, дата обращения: 07.05.2018.

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. eLIBRARY.RU Крупнейший российский информационный портал в области науки, тех-
2. нологии, медицины и образования. www.elibrary.ru Доступ свободный

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория специализированная
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427а ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

Согласована на портале № 25116

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:

- Microsoft Windows XP
- 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 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/пере-

Согласована на портале № 25116

дачи 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

1. Назначение операции скремблирования потока данных:
1 Для снижения полосы пропускания системы связи;
2 Для повышения энергетической эффективности системы передачи;
3 Для улучшения статистических свойств потока (выравнивание вероятностей появления 0 и 1) и обеспечения устойчивости системы синхронизации;
4 Для увеличения скорости передачи данных.

2. Наиболее помехоустойчивый вид цифровой фазовой манипуляции:
1 Pi/4 PSK;
2 BPSK;
3 QPSK;
4 16 QAM.

3. Наивысшую скорость передачи из перечисленных модуляций обеспечивает:
1 BPSK;
2 BFSK;
3 8 PSK;
4 16 PSK.

4. Канальное кодирование используется для:
1 Обнаружения и исправления ошибок передачи;
2 Сокращения объема передаваемых данных;
3 В основном для предотвращения несанкционированного доступа;
4 Исключения межсимвольной интерференции (MSI).

5. Современная технология основанная на использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT):
1 CDMA;
2 TDMA;
3 OFDM;
4 MIMO.

6. Современная технология, позволяющая и/или: снизить вероятность ошибочного приема, повысить скорость передачи данных, снизить требуемое отношение сигнал/шум, бороться с многолучёвостью и федингом каналов:
1 OFDM;
2 Многоантенная технология передачи данных (MIMO);
3 Сверхширокополосная связь (UWB);
4 CDMA.

7. Отличительной особенностью технологии кодового разделения каналов (CDMA) является:
1 Введение защитного интервала;
2 Применение помехоустойчивых кодов;
3 Применение высокоуровневой модуляции;

Согласована на портале № 25116

4 Корреляционная обработка сигнала.

8. При декодировании сверточных кодов используется:
1 Введение защитного интервала;
2 Применение помехоустойчивых кодов;
3 Применение высокоуровневой модуляции;
4 Корреляционная обработка сигнала.

8. При декодировании сверточных кодов используется:
1 Алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT);
2 Алгоритм Витерби;
3 Операция скремблирования потока данных;
4 Многоантенная технология.

9. Увеличение избыточности для повышения помехоустойчивости кода в системах реального времени сдерживается:
1 Уровнем используемой модуляции;
2 Снижением реальной скорости передачи данных;
3 Снижением энергии передаваемых символов (битов);
4 Межсимвольной интерференцией.

10. В свое время циклические коды получили широкое распространение благодаря:
1 Простоте технической реализации регистров сдвига с обратными связями;
2 Возможности использования полиномиальной алгебры;
3 Возможности организации как систематического, так и несистематического кодирования;
4 Блочной природе циклических кодов.

11. Эффективным способом борьбы с межсимвольной интерференцией (MSI) в узкополосных системах передачи является:
1 Увеличение отношения сигнал/шум (SNR);
2 Применение адаптивной фильтрации;
3 Применение помехоустойчивого кодирования;
4 Шифрование данных.

12. Межсимвольная интерференция (MSI) является чаще всего следствием:
1 Малого отношения сигнал/шум (SNR);
2 Использования помехоустойчивых кодов;
3 Многолучевого распространения радиосигнала;
4 Перемежения данных (Interliving).

13. Эффективным способом снижения кратности ошибок передачи является:
1 Адаптивная фильтрация;
2 Скремблирование данных;
3 Масштабирование данных;
4 Каскадное кодирование и перемежение данных (Interliving).

14. Федингканала распространения радиосигнала проявляется в виде:
1 Медленных провалов уровня сигнала вследствие многолучевого распространения и интерференции;
2 Искажения формы принимаемых сигналов;
3 Изменения отношения максимального уровня к среднему (пик-фактора);
4 Появления высокого уровня нелинейных искажений.

15. Защитный интервал в технологии OFDM предназначен для борьбы:

Согласована на портале № 25116

1 С быстрыми замираниями;
2 С межсимвольной интерференцией (MSI);
3 С медленными замираниями;
4 Федингом канала распространения радиосигнала.

16. Тестирование и выравнивание канала передачи данных в технологии OFDM заключается в:
1 Использовании каскадного кодирования и перемежения данных (Interliving);
2 Использовании адаптивной модуляции;
3 Использовании пилот-сигналов, аппроксимации и выравнивании принятых сигналов;
4 Использовании адаптивной фильтрации.

17. Технология кодового разделения каналов (CDMA) является:
1 Одним из способов повышения спектральной эффективности;
2 Одним из способов помехоустойчивого кодирования;
3 Одним из способов борьбы с кратными ошибками;
4 Одним из способов борьбы с многолучевостью распространения радиосигнала.

18. Основным недостатком технологии OFDM является:
1 Наличие пик-фактора используемых сигналов;
2 Использование защитных интервалов;
3 Использование пилот-сигналов;
4 Применение алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT).

19. Технология передачи данных без использования несущего колебания:
1 CDMA;
2 UWB;
3 TDMA;
4 FDMA.

20. Недостатком (особенностью) несистематических кодов по сравнению с систематическими является:
1 Высокую спектральную эффективность;
2 Необходимость применения скремблирования данных;
3 Необходимость повторного декодирования;
4 Низкая исправляющая способность.

21. Спектральная эффективность определяется как:
1 Полоса частот, при которой наблюдается минимум ошибок передачи;
2 Полоса частот, при которой наблюдается минимум отношения сигнал/шум (SNR);
3 Полоса частот необходимая для достижения максимальной скорости передачи;
4 Отношение скорости передачи данных на 1 Гц используемой полосы частот.

22. Энергетическая эффективность оценивается как:
1 Отношение энергия бита к спектральной плотности шума необходимое для передачи одного бита данных с заданной вероятностью ошибки;
2 Мощность сигнала необходимая для передачи одного бита;
3 Отношение сигнал/шум необходимое для передачи одного бита;
4 Энергия бита необходимая для передачи одного бита.

23. Относительные (дифференциальные) виды фазовой модуляции предпочтительны в связи:
1 С тем, что относительная модуляция гарантирует высокую спектральную эффективность;
2 С применением предварительного относительного кодирования данных, гарантирующего

Согласована на портале № 25116

правильный захват фазы системой ФАПЧ в приемнике;

3 С тем, что относительная модуляция гарантирует высокую энергетическую эффективность;

4 С тем, что относительная модуляция позволяет увеличить скорость передачи данных.

24. Модуляция OQPSK предпочтительно по сравнению с QPSK, так как:

1 Модуляция OQPSK более спектрально – эффективна;

2 Модуляция OQPSK более энергетически эффективна;

3 Снижает максимальный скачок фазы с pi радиан до pi/2 радиан, что способствует снижению уровня нелинейных искажений в усилителе мощности;

4 Модуляция OQPSK более помехоустойчива.

25. Синдром ошибки зависитот:

1 Места возникновения ошибки в символе и от символа;

2 Символа и не зависит от места;

3 Только от символа;

4 Места возникновения ошибки в символе и не зависит от символа.

26. Синдром ошибки это:

1 Двоичный вектор характеризующий место возникновения ошибочного бита в символе;

2 Коэффициент характеризующий уровень ошибок;

3 Коэффициент характеризующий отличие кодового символа от информационного;

4 Матрица характеризующая связь символа и вектора ошибки.

14.1.2. Темы лабораторных работ

Ознакомление со средой функционального моделирования. Функциональные блоки библиотечных модулей.

Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).

Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).

Исследование BFSK и 4 FSK модемов.

Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Понятие цифровой модуляции.

Методы демодуляции цифровых радиосигналов.

Методы канального помехоустойчивого кодирования.

Принципы расширения спектра сигналов.

Основные способы преодоление вредного влияния многолучевого распространения.

Идея пространственного разнесения каналов.

Виды синхронизации беспроводных систем передачи данных.

14.1.4. Зачёт

1. Понятие цифровой модуляции.

2. Методы демодуляции цифровых радиосигналов.

3. Методы канального помехоустойчивого кодирования.

4. Принципы расширения спектра сигналов.

5. Основные способы преодоление вредного влияния многолучевого распространения.

6. Идея пространственного разнесения каналов.

7. Виды синхронизации беспроводных систем передачи данных.

Согласована на портале № 25116

8. Методы PSK-модуляции.

9. Методы FSK-модуляции.

10. Технология FDMA.

11. Технология TDMA.

12. Технология CDMA.

13. Сигнально-кодовые конструкции (СКК) (TCM).

14. Блочное-алгебраическое кодирование.

15. Блочное циклическое кодирование.

16. Сверточное кодирование.

17. Алгоритм Витерби.

18. Межсимвольная интерференция (МСИ) (ISI).

19. Проблема собственных значений и векторов линейной системы уравнений и аналитическая функция матричного аргумента.

20. Эквалайзер GSM.

21. Относительное (дифференциальное) кодирование.

22. Схемы ФАПЧ.

23. Связь на шумоподобных сигналах (ШПС).

24. Технология OFDMA.

25. Многолучевое распространение.

26. Технология MIMO.

27. Коды Рида-Соломона (РС).

28. Анализ бюджета канала связи.

29. Энергетическая и спектральная эффективности каналов связи.

30. Синхронизация в цифровой радиосвязи.

31. Компромиссы при использовании модуляции и кодирования.

32. Корреляционный прием.

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Согласована на портале № 25116

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 25116