МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа

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: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	0	32	часов
2	Практические занятия	24	14	38	часов
3	Лабораторные работы	24	0	24	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	80	24	104	часов
6	Самостоятельная работа	100	48	148	часов
7	Всего (без экзамена)	180	72	252	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	0	36	часов
9	Общая трудоемкость	216	72	288	часов
		6.0	2.0	8.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр
Зачет: 8 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 40117

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 15 от «28» 6 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 ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ассистент каф. ТОР _____ Я. В. Крюков

доцент каф. ТОР _____ А. Я. Демидов

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ А. А. Гельцер

Согласована на портале № 40117

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение принципов построения современных систем цифровой радиосвязи, ознакомление с их техническими характеристиками и перспективами развития;

Приобретение необходимых теоретических и практических навыков построения беспроводных сетей и систем.

1.2. Задачи дисциплины

– Получение необходимых знаний по теоретическим основам и физическим принципам построения функционирования цифровой радиосвязи и радиодоступа.

– Получение необходимых знаний по сетевой и структурной организации многоканальной радиосвязи и радиодоступа;

– Получение необходимыхя навыков работы с технической документацией и стандартами. современных систем радиосвязи и радиодоступа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа» (Б1.В.ОД.13) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа, Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей.

Последующими дисциплинами являются: Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Принципы построения современных система цифровой радиосвязи. Современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем. Требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи

– **уметь** Формулировать основные технические требования к телекоммуникационным сетям и системам. Оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением новой телекоммуникационной техники. Проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов. Оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем.

– **владеть** Навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования. Навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	104	80	24
Лекции	32	32	0

Согласована на портале № 40117

Практические занятия	38	24	14
Лабораторные работы	24	24	0
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10	0	10
Самостоятельная работа (всего)	148	100	48
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	48	0	48
Оформление отчетов по лабораторным работам	48	48	0
Проработка лекционного материала	40	40	0
Написание рефератов	12	12	0
Всего (без экзамена)	252	180	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	0
Общая трудоемкость, ч	288	216	72
Зачетные Единицы	8.0	6.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	4	6	6	0	12	28	ПК-12, ПК-14
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	4	6	6	0	24	40	ПК-12, ПК-14
3 Методы организации каналов множественного доступа	6	6	6	0	24	42	ПК-12, ПК-14
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	8	0	6	0	28	42	ПК-12, ПК-14
5 Спутниковые систем связи.	10	6	0	0	12	28	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	32	24	24	0	100	180	
8 семестр							
6 Радиорелейные линии связи прямой видимости	0	14	0	10	48	62	ПК-12, ПК-14
Итого за семестр	0	14	0	10	48	72	

Согласована на портале № 40117

Итого	32	38	24	10	148	252	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Представление полосовых сигналовКомплексная огибающая. Векторное представление сигналаКвадратурный модуляторМежсимвольная интерференция. Фильтр НайквистаФормирующий фильтр Найквиста для устранения МСИФизически-реализуемый формирующий фильтр «приподнятого косинуса»Квадратурная фазовая модуляция (QPSK)Структурная схема QPSK модулятораСпектр QPSK сигнала. Модуляция π/4DQPSKОртогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Псевдослучайные последовательности и их свойстваЛинейные последовательности максимальной длины (m-последовательности)Последовательности Голда (g-последовательности).Последовательности Касами (k-последовательности).Ортогональная модуляцияДемодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналовОценки помехоустойчивости при когерентном приеме	4	ПК-12, ПК-14
	Итого	4	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Множественный доступ с частотным разделением.Множественный доступ с временным разделением.Множественный доступ с кодовым разделением.Множественной доступ с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDMA).	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	Канал передачи данных .Канальное кодирование.Помехоустойчивое кодирование.Цифровой канал связи.	8	ПК-12, ПК-14
	Итого	8	
5 Спутниковые систем связи.	Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов. Спутниковые системы связи с использованием негеостационарных ретрансляторов. Спутниковые орбитыСистемы связи Иридиум, Глобал стар и др.Электромагнитная совместимость в спутниковой системе связи	10	ПК-12, ПК-14

Согласована на портале № 40117

	Итого	10	
Итого за семестр		32	
Итого		32	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+
2 Общая теория связи		+				
3 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей			+			
Последующие дисциплины						
1 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.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ПК-12	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Консультирование, Тест, Реферат

Согласована на портале № 40117

ПК-14	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Консультирование, Тест, Реферат

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
7 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	OFDM Модуляция	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	Процедура эквалайзирования в OFDMA	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 40117

1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурный модулятор.Многопозиционная квадратурная модуляция.Ортогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Линейные последовательности максимальной длины (m-последовательности).Последовательности Голда (g-последовательности)..Последовательности Касами (k-последовательности).Ортогональная модуляция.Демодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналов.	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Множественный доступ с временным разделениемМножественный доступ с кодовым разделениемМножественной доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
5 Спутниковые систем связи.	Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов. Спутниковые системы связи с использованием негеостационарных ретрансляторов. Спутниковые орбиты.Электромагнитная совместимость в спутниковой системе связи.	6	ПК-12, ПК-14
	Итого	6	
Итого за семестр		24	
8 семестр			
6 Радиорелейные линии связи прямой видимости	Трасса РРЛ прямой видимости, расстояние прямой видимости.Учет рефракции радиоволн.Расчет средней мощности принимаемого сигнала.Учет рельефа местности при расчете множителя ослабления.	14	ПК-12, ПК-14
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
Итого		38	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Методы цифровой модуляции в	Оформление отчетов по лабораторным работам	12	ПК-12, ПК-14	Отчет по лабораторной работе, Тест

Согласована на портале № 40117

многоканальных цифровых системах связи.	Итого	12		
2 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи Сигналы с расширением спектра.	Проработка лекционного материала	12	ПК-12, ПК-14	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		
3 Методы организации каналов множественного доступа	Проработка лекционного материала	12	ПК-12, ПК-14	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	24		
4 Системы мобильной связи и радиодоступа.	Проработка лекционного материала	16	ПК-12, ПК-14	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	28		
5 Спутниковые систем связи.	Написание рефератов	12	ПК-12, ПК-14	Реферат, Тест
	Итого	12		
Итого за семестр		100		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
8 семестр				
6 Радиорелейные линии связи прямой видимости	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	48	ПК-12, ПК-14	Защита курсовых проектов / курсовых работ, Тест
	Итого	48		
Итого за семестр		48		
Итого		184		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Выдача технического задания курсовой работы	2	ПК-12, ПК-14
Консультирование при выполнении курсовой работы	6	
Защита курсовой работы	2	

Согласована на портале № 40117

Итого за семестр	10	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Пролет радиорелейной линии прямой видимости

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Домашнее задание	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Реферат	6	6	7	19
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100
8 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ	33	33	34	100
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 40117

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. Цифровая мобильная радиосвязь: учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Системы радиодоступа [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работе / Вершинин А. С., Долгих Д. А. - 2012. 24 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2573 (дата обращения: 23.07.2018).
2. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению курсовой работы / Вершинин А. С., Эрдынеев Ж. Т. - 2012. 62 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1694 (дата обращения: 23.07.2018).
3. Системы радиодоступа [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Долгих Д. А. - 2012. 16 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2572 (дата обращения: 23.07.2018).
4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5107 (дата обращения: 23.07.2018).

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 и информационно-справочные системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-

Согласована на портале № 40117

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.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория «Вычислительный зал» / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Экран для проектора;
- 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2;
- 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- ARM Microcontroller Development Kit (MDK)
- Adobe Acrobat Reader
- Altera Quartus Prime Lite Edition
- Far Manager
- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Windows 8.1 и ниже
- Mozilla Firefox
- Mozilla Thunderbird
- Net-Simulator
- PTC Mathcad13, 14
- Qt Framework (Open Source)
- Qucs
- ScicosLab
- Scilab
- The Network Simulator - ns-2
- Tracker PDF-XChange Viewer
- WinDjView
- XnView

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Согласована на портале № 40117

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Стойки с телекоммуникационным оборудованием "TETRA" (оборудование транкинговой беспроводной связи) с системой питания и вентиляции;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Adobe Acrobat Reader
- Far Manager
- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
- Keysight SystemVue
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Microsoft Office 2010 и ниже
- Microsoft Windows 8.1 и ниже
- Mozilla Firefox
- Mozilla Thunderbird
- Oracle VirtualBox
- PDFCreator
- PTC Mathcad13, 14
- Qt Framework (Open Source)
- Qucs
- ScicosLab
- Scilab
- Tracker PDF-XChange Viewer
- Velleman PcLab2000LT
- WinDjView
- XnView

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;

Согласована на портале № 40117

- 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

Множественной доступ с ортогональным частотным разделением, условия отсутствия межканальных помех:

1) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является ортогональность поднесущих в выделенной системе полосе частот

2) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является фильтрация канальных сигналов по частоте;

3) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является введение защитного интервала в OFDM символ;

4) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является введение защитного интервала по частоте

Квадратурное представление узкополосного сигнала:

1) $S(t) = i(t)\cos(\omega t) - q(t)\sin(\omega t)$, где i(t) и q(t) медленно меняющиеся амплитуды, соответственно синфазная и квадратурная

2) $S(t) = A(t)\cos(\omega t)$, где A(t) действительная медленно меняющаяся амплитуда

3) $S(t) = i(t)\cos(\omega t) - q(t)\sin(\omega t)$, где i(t) и q(t) комплексные медленно меняющиеся амплитуды, соответственно, синфазная и квадратурная

4) $S(t) = i(t)\cos(\omega t)$ где i(t) комплексная медленно меняющаяся амплитуда

Определение OFDM символа:

Согласована на портале № 40117

1) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения обратного дискретного преобразования Фурье, в коэффициенты которого отображены символы сообщения

2) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения прямого дискретного преобразования Фурье

3) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения прямого дискретного преобразования Фурье,в коэффициенты которого отображены символы сообщения

4) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения обратного дискретного преобразования Фурье

Символ модуляции в цифровых каналах связи...:

1) Определенный на конечном интервале времени сигнал, переносящий биты сообщения.

2) Определенный на конечном интервале времени сигнал, в параметры которого отображены (записаны) биты сообщения.

3) Транспортный сигнал, переносящий информацию

4) Битовый сигнал, переносящий сообщение

Какими параметрами определяется требуемая полоса пропускания цифрового канала связи:

1) Скоростью передачи информации

2) Скоростью передачи информации и скоростью канального кодирования

3) Скоростью канального кодирования

4) Скоростью передачи символа модуляции

Какому условию должны удовлетворять генерирующие полиномы М-последовательности:

1) Ортогональности

2) Полиномы должны быть простыми

3) Степень полинома должна быть равна длине регистра сдвига

4) Коэффициенты полинома могут принимать значения 0 или 1

Широкополосные сигналы это:

1) Сигналы для которых произведение ширины спектра на интервал определения намного больше единицы

2) Сигналы с шириной спектра намного большей несущей

3) Сигналы с шириной спектра сравнимой с несущей

4) Сигналы с высокой скоростью передачи информации

Широкополосные каналы связи это:

1) Каналы с шириной спектра сигнала намного большей скорости передачи информации

Согласована на портале № 40117

2) Каналы с шириной спектра сигнала намного большей несущей

3) Каналы с шириной спектра сигнала сравнимой с несущей

4) Каналы с высокой скоростью передачи информации

Как определяется скорость канального кодирования:

1) Скорость, с которой передаются символы кода

2) Скорость, с которой кодер генерирует биты кода

3) Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования

4) Отношение скорости передачи информации к скорости передачи символов кода

С какой целью в системе связи с временным уплотнением каналов пакеты мобильной станции вводится защитный интервал:

1) Устранения межсимвольной помехи

2) Передачи служебных команд

3) Синхронизации

4) Устранения межканальной помехи

Как определяется скорость передачи информации

1) Скорость, с которой передаются биты

2) Скорость, с которой источник генерирует биты сообщения

3) Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования

4) Скорость, с которой передаются символы модуляции

Множественный доступ с кодовым разделением, способ устранения межканальных помех

1) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и каждый код передается последовательно во времени

2) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и каждый код передается на своей частоте

3) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и между кодами вводится защитный интервал

4) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода, условием отсутствия межканальных помех является ортогональность кодов

Множественный доступ с временным разделением, способ устранения межканальных помех:

1) Пользователи на интервале кадра ведут передачу последовательно

2) Пользователи ведут передачу на разных частотах

3) Каждому пользователю в кадре выделяется временное окно, в течении которого он ведет

Согласована на портале № 40117

передачу, для устранения межканальных помех в каждом окне вводится защитный интервал, в течении передача не ведется

4) Пользователи на интервале кадра ведут передачу последовательно и в данные вставляют защитный интервал

Как определяется скорость передачи информации:

1) Скорость, с которой передаются биты

2) Скорость, с которой источник генерирует биты сообщения

3) Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования

4) Скорость, с которой передаются символы модуляции

Широкополосные сигналы:

1) Сигналы для которых произведение ширины спектра на интервал определения намного больше единицы

2) Сигналы с шириной спектра намного большей несущей

3) Сигналы с шириной спектра сравнимой с несущей

4) Сигналы с высокой скоростью передачи информации

Для чего используется OFDM-модуляция:

1) Для борьбы с межсимвольной интерференцией

2) Для повышения дальности радиосвязи

3) Для борьбы с узкополосной помехой

4) Для снижения вычислительной сложности

Процедура эквалайзирования в системах связи используется для:

1) Управления скоростью передачи данных

2) Устранения искажений, вызванных каналом передачи

3) Мультиплексирования пользовательских каналов

4) Детектирования низкочастотной огибающей сигнала

Совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая передачу сообщений, называется

1) Система передачи информации

2) Система передачи сообщений

3) Канал передачи сообщений

4) Линия связи

С ростом частоты сигнала затухание в линии связи:

Согласована на портале № 40117

1) Уменьшается

2) Не изменяется

3) Увеличивается

4) Флуктуирует

Качество передачи сигналов передачи данных оцениваются:

1) Искажениями формы сигналов

2) Отсутствием искажения в принятой информации

3) Числом ошибок в принятой информации

4) Мощностью принятого сигнала

Дуплексной передачи связью называется:

1) Осуществляется передача сигналов в одной паре проводников в одном направлении

2) Осуществляется передача сигналов в одном направлении в четырехпроводной линии связи

3) Одновременной передачи сигналов между абонентами в обоих направлениях, т.е. канал связи должен быть двустороннего действия.

4) Поочередная передача сигналов в обоих направлениях

Увеличение индекса квадратурной модуляции приведет к:

1) К увеличению скорости передачи и возрастает вероятность ошибки .

2) К уменьшению вероятности ошибки

3) К уменьшению скорости передачи

4) Ничего не изменится

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурная модуляция.

Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция.

Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK.

Модуляция π/4DQPSK.

Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM.

OFDM модуляция, циклический префикс

Методы организация каналов множественного доступа.

Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал.

Временное уплотнение каналов, защитный интервал.

Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.

Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура.

Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра.

Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП.

Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией.

Согласована на портале № 40117

Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора М-последовательности.

Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи. Дуплексный режим работы.

Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала.

Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры.

Стандарт IS-95. Базовая станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение.

Стандарт IS-95. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции.

LTE – метод организации каналов множественного доступа, структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.

LTE – Нисходящий канал (Downlink), физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.

LTE – нисходящий канал , формирование OFDMA символа, основные процедуры.

LTE – восходящий канал , формирование SCFDMA символа, основные процедуры.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Псевдослучайные последовательности и их свойства

Линейные последовательности максимальной длины (m-последовательности)

Последовательности Голда (g-последовательности).

Последовательности Касами (k-последовательности).

Ортогональная модуляция

Демодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналов

Оценки помехоустойчивости при когерентном приеме

Канал передачи данных .

Канальное кодирование.

Помехоустойчивое кодирование.

Цифровой канал связи.

Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов. Спутниковые системы связи с использованием негеостационарных ретрансляторов. Спутниковые орбиты

Системы связи Иридиум, Глобал стар и др.

Электромагнитная совместимость в спутниковой системе связи

14.1.4. Темы домашних заданий

Расчет пропускной способности цифрового канала связи с заданными параметрами

Расчет спектральной эффективности системы связи с ортогональным частотным разделением каналов с заданными параметрами

Расчет фильтра Найквиста с заданными параметрами

Формирование псевдослучайной м-последовательности с заданными параметрами

Расчет вероятности битовой ошибки для многопозиционной квадратурной модуляции

14.1.5. Темы рефератов

Система транковой связи TETRA, организация каналов множественного доступа.

Система сотовой связи GSM, организация каналов множественного доступа.

Система сотовой связи стандарта IS-95, организация каналов множественного доступа базовой станции.

Система сотовой связи стандарта IS-95, организация каналов множественного доступа мобильной станции.

Мобильная система связи UMTS, система радиодоступа UTRAN, организация каналов мобильной и базовой станций

Система персональной космической связи «GlobalStar», организация каналов доступа.

Система LTE, нисходящие каналы физического уровня, формирование OFDMA символов.

Система LTE, восходящие каналы физического уровня, формирование SCFDMA символов.

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Модель цифрового канала связи.

Согласована на портале № 40117

Комплексное представление сигналов, комплексная огибающая.
Векторное представление сигнала, квадратурный модулятор.
Межсимвольная интерференция, фильтр Найквиста.
OFDM модуляция.
Множественный доступ с частотным разделением (FDMA).
Множественный доступ с временным разделением каналов (TDMA).
Множественный доступ с кодовым разделением (CDMA).
Множественной доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA).
Общая характеристика систем мобильной связи второго поколения.
Общая характеристика систем мобильной связи третьего поколения.
Общая характеристика систем мобильной связи четвертого поколения.

14.1.7. Темы лабораторных работ

OFDM Модуляция
Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA
Процедура эквалайзирования в OFDMA
Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи

14.1.8. Зачёт

Принципы построения радиорелейных систем связи.
Расстояние прямой видимости пролета РРЛ.
Зависимость напряженности электрического поля E в точке приема от просвета на трассе.
Учет рефракции радиоволн на трассе РРЛ.
Частотные планы радиорелейных систем связи.
Трасса РРЛ прямой видимости.
Множитель ослабления с учетом профиля интервала пролета РРЛ
Функциональная схема цифровой радиорелейной станции.

14.1.9. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Пролет радиорелейной линии прямой видимости.
Числовые варианты курсовой работы приведены в таблице

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

Согласована на портале № 40117

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 № 40117