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

Многоканальные цифровые системы передачи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные работы	24	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	96	96	часов
5	Самостоятельная работа	48	48	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 37439

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТОР	_____	К. Ю. Попова
доцент кафедра 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. РСС	_____	А. В. Фатеев

Эксперты:

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)	_____	С. И. Богомолов
Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС)	_____	Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 37439

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Многоканальные цифровые системы передачи» является формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО)

1.2. Задачи дисциплины

– К задачам изучения дисциплины относится:

– формирование у студентов знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ возможности и целесообразности использования различных методов организации каналов множественного доступа;

– формирование навыков организации современных систем МЦСП;

– изучение студентами общих принципов построения и функционирования многоканальных цифровых систем передачи (ЦСП);

– изучение принципов организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ), принципов временного группообразования (ВГ) и методов синхронизации в ЦСП плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ), методов мультиплексирования, построения транспортных структур, систем синхронизации и управления в ЦСП синхронной цифровой иерархии (СЦИ)

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многоканальные цифровые системы передачи» (Б1.В.ОД.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства, Информатика, Цифровая обработка сигналов, Цифровая связь.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование радиотехнических систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств - основные принципы построения цифровых систем передачи плезиохронной и синхронной иерархий - принципы синхронизации ЦСП - основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам - методы контроля ошибок передачи в первичном цифровом потоке Е1 и отдельных канальных интервалах - принципы пакетной передачи информации по первичным цифровым потокам - принципы построения аналоговых и цифровых систем коммутации - современное состояние цифровой техники и перспективные направления её развития

– **уметь** формулировать основные технические требования к цифровым системам передач анализировать основные процессы, связанные с формированием, передачей и приемом различных сигналов оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети объяснить назначение и принципы работы основных узлов ЦСП объяснить принципы линейного аналогово-цифрового преобразования и нелинейного кодирования;

– **владеть** навыками сравнительной оценки различных способов построения многоканальных цифровых систем и сетей навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи навыками работы с пакетами программ, симулирующим функции сигнальных процессоров

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 37439

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	96	96
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Подготовка к коллоквиуму	4	4
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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
7 семестр						
1 Введение	3	2	4	7	16	ПК-6
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	8	8	4	10	30	ПК-6
3 Методы организации каналов множественного доступа	8	8	8	9	33	ПК-6
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	3	4	0	5	12	ПК-6
5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи	2	2	0	3	7	ПК-6
6 Современные МЦСП	12	12	8	14	46	ПК-6
Итого за семестр	36	36	24	48	144	
Итого	36	36	24	48	144	

Согласована на портале № 37439

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 Введение	Основные понятия и определения. Классификация цифровых систем передачи. Формирование цифрового сигнала. Иерархия цифровых телекоммуникационных систем. Обобщённая структура цифрового канала	3	ПК-6
	Итого	3	
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурный модулятор. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK. Модуляция π/4DQPSK. Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM.	8	ПК-6
	Итого	8	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Классификация методов уплотнения каналов. Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал. Временное синхронное и асинхронное уплотнение каналов, защитный интервал. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA. Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура, ортогональные и квазиортогональные ансамбли сигналов. Синхронное кодовое уплотнение каналов. Асинхронное кодовое уплотнение каналов, системная помеха. Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра Преобразование формы и спектра сигнала в широкополосном канале с прямым расширением спектра.	8	ПК-6
	Итого	8	
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	Алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП. Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией. Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора М-последовательности	3	ПК-6
	Итого	3	
5 Принцип повторного использования частот в	Дуплексный режим	2	ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 37439

сотовых системах связи			
6 Современные МЦСП	Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала. Канальный уровень. Логические пакеты, структура пакетов, назначение полей. модуляция.	4	ПК-6
	Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры. Базовая станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции. Структура и назначение пилотного канала и канала синхронизации БС. Организация канала трафика БС, структура канала Мобильная станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение Состав, назначение и организация кодовых каналов МС. CDMA 2000	4	
	Структура физического канала мобильной станции UMTS, многоскоростная система кодирования данных. Организация кодовых каналов мобильной станции UMTS.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

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 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства		+	+			+
2 Информатика		+	+	+	+	
3 Цифровая обработка сигналов			+			
4 Цифровая связь		+	+			+
Последующие дисциплины						
1 Проектирование радиотехнических систем		+	+	+	+	+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 37439

Компетенции	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-6	+	+	+	+	Конспект самоподготовки, Защита отчета, Коллоквиум, 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.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение	Дискретизация непрерывных сигналов во времени	4	ПК-6
	Итого	4	
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Исследование системы связи с АИМ-сигналами	4	ПК-6
	Итого	4	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала	4	ПК-6
	Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA	4	
	Итого	8	
6 Современные МЦСП	Изучение ИКМ-кодека	4	ПК-6
	Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа	4	
	Итого	8	
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

Согласована на портале № 37439

7 семестр			
1 Введение	Расчет вероятности ошибки в цифровом канале связи	2	ПК-6
	Итого	2	
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция	4	ПК-6
	Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM	4	
	Итого	8	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Широкополосные каналы связи	4	ПК-6
	Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA	4	
	Итого	8	
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	4	ПК-6
	Итого	4	
5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи	Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи	2	ПК-6
	Итого	2	
6 Современные МЦСП	Система с кодовым разделением каналов CDMA-2000	2	ПК-6
	Системы радиодоступа WiMax	5	
	Системы LTE	5	
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

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 Введение	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		

Согласована на портале № 37439

2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
3 Методы организации каналов множественного доступа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Конспект самоподготовки, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
6 Современные МЦСП	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6	Защита отчета, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к коллоквиуму	4		
	Итого	14		
Итого за семестр		48		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		84		

Согласована на портале № 37439

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
7 семестр				
Защита отчета		10	10	20
Коллоквиум			5	5
Конспект самоподготовки		5	5	10
Опрос на занятиях		5	5	10
Отчет по лабораторной работе		6	9	15
Тест		3	7	10
Итого максимум за период		29	41	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	0	29	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.

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)

Согласована на портале № 37439

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Крук, Б.И. Телекоммуникационные системы и сети. Т1. Современные технологии [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.И. Крук, В.Н. Попантонопуло, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва Горячая линия-Телеком, 2012. — 620 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5185 (дата обращения: 09.07.2018).

2. Крухмалев, В.В. Цифровые системы передачи [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов. — Электрон. дан. — Москва Горячая линия-Телеком, 2012. — 372 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5168 (дата обращения: 09.07.2018).

3. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : 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.)

12.2. Дополнительная литература

1. Демидов, А.Я. Системы и сети связи [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Я. Демидов. — Электрон. дан. — Москва ТУСУР, 2012. — 61 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/11030 (дата обращения: 09.07.2018).

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

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Системы и сети связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе / Демидов А. Я. - 2012. 61 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1611 (дата обращения: 09.07.2018).

2. Многоканальные системы цифровой радиосвязи [Электронный ресурс]: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1609 (дата обращения: 09.07.2018).

3. Многоканальные цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4185 (дата обращения: 09.07.2018).

4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Я. В. Крюков, Е. В. Рогожников, А. А. Шибельгут - 2015. 49 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5107 (дата обращения: 09.07.2018).

5. Многоканальные системы цифровой радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе_ / А. Я. Демидов - 2012. 45 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1598 (дата обращения: 09.07.2018).

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.

Согласована на портале № 37439

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru – полнотекстовая, реферативная база данных.

2. 2. Информационные, справочные и нормативные базы данных https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

3. 3. Научная электронная база «Наука» https://www.libnauka.ru/

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

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 305 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория ГПО СКБ «Связь-ТМ»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебная установка (5 съёмных блоков);
- Учебная установка (4 шт.);
- Осциллограф С1-73;
- Осциллограф С1-96;
- Осциллограф ОСУ-10А (3 шт.);
- Генератор Г3-53 (2 шт.);
- Частотомер Ч3-33;
- Вольтметр В3-38;
- 5 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo;
- Отладочный комплект для микроконтроллера «МИЛАНДР 1986ВЕ92У» (4 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice
- Mathworks Matlab

Согласована на портале № 37439

– Microsoft Windows (Imagine)
– PTC Mathcad13, 14

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:
- 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.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.
Программное обеспечение:
– Keysight SystemVue
– Mathworks Matlab
– Microsoft Office 2010 и ниже
– Microsoft Windows 8.1 и ниже
– PTC Mathcad13, 14
– 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.

Согласована на портале № 37439

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

1. Укажите существующие методы кодирования источника:

a. временное сигнальное кодирование

b. спектральное сигнальное кодирование.

c. шумовое кодирование

d. ни одно из вышеперечисленных

2. Укажите основные этапы преобразования аналогового сообщения в цифровое.

a. дискретизация аналогового сообщения по времени и представление его в виде последовательности отсчетов;

b. квантование последовательности отсчетов по амплитуде

c. сжатие

d. кодирование

3. Объединение нескольких меньших по емкости входных каналов связи в один канал большей емкости для передачи по одному выходному каналу связи

a. дискретизацией

b. квантованием

c. сжатием

d. мультиплексированием

4. Процесс определения для каждой выборки и присвоение ей эквивалентного численного (цифрового) значения называется

a. дискретизацией

b. квантованием

c. мультиплексированием

d. сжатием

5. Пропускная способность элементарного канала цифровых телефонных сетей равна:

a. 64 Кбит/с

b. 128 Кбит/с

c. 300 Кбит/с

d. 512 Кбит/с

6. Определите тип модуляции для представленного модулятора (рис.1)

Рис. 1

a. Амплитудно-импульсная модуляция (АМ);

b. Квадратурная амплитудная модуляция (КАМ)

c. QPSK

d. QAM-16

7. Для метода частотного неортогонального уплотнения каналов минимальный уровень образует:

a. 12 каналов

b. 60 каналов

c. 25 каналов

d. 128 каналов

Согласована на портале № 37439

8. Укажите верное требование, предъявляемое к ПСП для расширения спектра.

a. большой объем ансамбля последовательностей, формируемых с помощью единого алгоритма;

b. отсутствие авто- и взаимно-корреляционных свойства последовательностей, входящих в состав ансамбля;

c. несбалансированность структуры;

d. минимальный период для заданной длины регистра сдвига,

формирующего последовательность;

9. Последовательность, образованная из взятых через один символов исходной m-последовательности, по структуре совпадает с исходной, но имеет в два раза ниже тактовую частоту характеризует:

a. балансное свойство

b. свойство полноты состояний.

c. свойство серий

d. свойство децимации.

10. Принцип повторного использования частот является основным принципом формирования:

a. проводной связи

b. сотовой связи

c. радиорелейной связи

d. спутниковой связи

11. Укажите тип модуляции, используемый в стандарте TETRA:

a. π/4 DQPSK

b. BPSK

c. QAM-16

d. GFSK

12. Укажите рабочий диапазон частот в стандарте TETRA:

a. 380 – 395 МГц

b. 380 – 385 ГГц

c. 900-950МГц

d. 1880—1900 МГц

13. Укажите рабочий диапазон частот в стандарте DECT

a. 380 – 395 МГц

b. 380 – 385 ГГц

c. 900-950МГц

d. 1880—1900 МГц

14. Укажите тип модуляции, используемый в стандарте DECT:

a. π/4 DQPSK

b. BPSK

c. QAM-16

d. GFSK

15. Узел, связывающий протоколы или каналы связи с различной технологией, например, сеть коммутации каналов и сеть коммутации пакетов называется:

a. Хост.

b. Маршрутизатор

c. Шлюз

d. Порт

16. В системе связи UMTS используют следующий тип моуляции

a. QPSK – ФМ

b. BPSK

c. QAM-16

d. GFSK

17. Сигнал, имеющий математическое описание S(t) = = , называется:

a. Сигнал без межсимвольной интерференцией

Согласована на портале № 37439

b. Сигнал с межсимвольной интерференцией

c. Сигнал Найквиста

d. Сигнал Котельникова

18. Для равномерного квантования характерно:

a. мощность шума квантования определяется исключительно шагом квантования и не зависит от величины сигнала.

b. шаг квантования постоянен в пределах всего динамического диапазона изменения уровней

c. шаг квантования изменяется в пределах всего динамического диапазона изменения уровней в зависимости от уровня входной мощности сигнала

d. мощность шума квантования зависит от величины сигнала.

19. Для того, чтобы получить ИКМ-сигнал из аналогового, необходимо:

a. мгновенное значение аналогового сигнала измерять через равные промежутки времени со скоростью не ниже 2-кратной максимальной частоты в спектре аналогового сигнала

b. мгновенное значение аналогового сигнала измерять через равные промежутки времени , а затем усреднить

c. мгновенное значение аналогового сигнала измерять через равные промежутки времени со скоростью ниже 2-кратной максимальной частоты в спектре аналогового сигнала

d. мощность аналогового сигнала измерять через равные промежутки времени со скоростью ниже 2-кратной максимальной частоты в спектре аналогового сигнала

20. Сообщение состоит из двух полей- служебного поля, содержащего 96 бит и поля данных, содержащего 1200 бит, каждое из полей передается одним OFDM символом. При передачи служебного поля используется модуляция BPSK, а при передачи поля данных модуляция QAM-64. Определить минимально необходимую размерность обратного дискретного преобразования Фурье для формирования OFDM символов.

a. <200 символов

b. ≥200 символов

c. 96 символов

d. 120 символов

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Цифровой канал связи
2. Импульсно-кодовая модуляция. Основные особенности
3. Линейное кодирование с предсказанием (ЛКП). Основные особенности
4. . Общие принципы помехоустойчивого кодирования
5. Классификация помехоустойчивых кодов. Особенности каждой группы кодов.
6. Сверточное кодирование. Основные принципы
7. Модуляция в каналах цифровой связи. Классификация, Основные принципы формирования модулированного сигнала
8. Амплитудно-импульсная модуляция (АМ). Основные принципы. Схема модулятора
9. .Ортогональное частотное мультиплексирование данных. (OFDM)
10. Множественный доступ с временным разделением.
11. Широкополосные каналы связи
12. Коэффициент усиления системы в широкополосных системах связи
13. Псевдослучайные последовательности и их классификация
14. . М-последовательности и их основные свойства
15. G-последовательности и их основные свойства
16. К-последовательности и их основные свойства
17. Системы подвижной связи. Принцип повторного использования частот
18. Технология TETRA. Основные особенности
19. Технология DECT. Основные особенности
20. Системы мобильной связи третьего поколения. Основные особенности
21. Структура физического канала мобильной станции UMTS,
22. Межсимвольная интерференция

Согласована на портале № 37439

14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. Цифровой канал связи
2. Импульсно-кодовая модуляция. Основные особенности
3. Линейное кодирование с предсказанием (ЛКП). Основные особенности
4. . Общие принципы помехоустойчивого кодирования
5. Классификация помехоустойчивых кодов. Особенности каждой группы кодов.
6. Сверточное кодирование. Основные принципы
7. Модуляция в каналах цифровой связи. Классификация, Основные принципы формирования модулированного сигнала
8. Амплитудно-импульсная модуляция (АМ). Основные принципы. Схема модулятора
9. .Ортогональное частотное мультиплексирование данных. (OFDM)
10. Множественный доступ с временным разделением.
11. Широкополосные каналы связи
12. Коэффициент усиления системы в широкополосных системах связи
13. Псевдослучайные последовательности и их классификация
14. . М-последовательности и их основные свойства
15. G-последовательности и их основные свойства
16. K-последовательности и их основные свойства

14.1.4. Темы коллоквиумов

Системы подвижной связи. Принцип повторного использования частот
Технология TETRA. Основные особенности
Технология DECT. Основные особенности
Системы мобильной связи третьего поколения. Основные особенности
истемы мобильной связи четвертого поколения

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Цифровой канал связи
2. Импульсно-кодовая модуляция. Основные особенности
3. Линейное кодирование с предсказанием (ЛКП). Основные особенности
4. . Общие принципы помехоустойчивого кодирования
5. Классификация помехоустойчивых кодов. Особенности каждой группы кодов.
6. Сверточное кодирование. Основные принципы
7. Модуляция в каналах цифровой связи. Классификация, Основные принципы формирования модулированного сигнала
8. Амплитудно-импульсная модуляция (АМ). Основные принципы. Схема модулятора
9. .Ортогональное частотное мультиплексирование данных. (OFDM)
10. Множественный доступ с временным разделением.
11. Широкополосные каналы связи
12. Коэффициент усиления системы в широкополосных системах связи
13. Псевдослучайные последовательности и их классификация
14. . М-последовательности и их основные свойства
15. G-последовательности и их основные свойства
16. K-последовательности и их основные свойства

14.1.6. Темы лабораторных работ

Дискретизация непрерывных сигналов во времени
Исследование системы связи с АИМ-сигналами
Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала
Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA
Изучение ИКМ-кодека
Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа

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 № 37439

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 № 37439