МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Многоканальные цифровые системы передачи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9, 10**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	2		8	часов
2	Практические занятия	2	2	6	10	часов
3	Лабораторные работы		4	12	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	2		4	6	часов
5	Всего аудиторных занятий	10	8	22	40	часов
6	Самостоятельная работа	26	28	113	167	часов
7	Всего (без экзамена)	36	36	135	207	часов
8	Подготовка и сдача экзамена			9	9	часов
9	Общая трудоемкость	36	36	144	216	часов
		1.0	5.0		6.0	З.Е

Контрольные работы: 10 семестр - 1
Экзамен: 10 семестр
Курсовая работа (проект): 10 семестр

Согласована на портале № 17580

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 2 » 3 2017 г.

Томск 2017

Согласована на портале № 17580

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Заведующий обеспечивающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 17580

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение студентами общих принципов построения и функционирования многоканальных цифровых систем передачи (МЦСП).

Изучение принципов организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ).

Ознакомление с техническими характеристиками и перспективами развития современных средств связи.

Приобретение необходимых практических навыков построения проводных и беспроводных сетей

1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических принципов построения и теоретических основ построения и функционирования многоканальных системы передачи информации.

– Получение необходимых знаний по структурной организации многоканальной радиосвязи и радиодоступа.

– Изучение характеристик и стандартов современных систем многоканальной радиосвязи.

– Ознакомление с перспективами развития элементной базы цифровых систем связи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многоканальные цифровые системы передачи» (Б1.В.ОД.16) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Общая теория радиосвязи, Радиотехнические системы.

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;

– ПК-7 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи.

– **уметь** формулировать основные технические требования к цифровым системам; 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, оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.

– **владеть** навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.

Согласована на портале № 17580

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры		
		8 семестр	9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	40	10	8	22
Лекции	8	6	2	
Практические занятия	10	2	2	6
Лабораторные работы	16		4	12
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	6	2		4
Самостоятельная работа (всего)	167	26	28	113
Выполнение курсового проекта (работы)	36			36
Оформление отчетов по лабораторным работам	16		4	12
Проработка лекционного материала	33	15	18	
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	44	9		35
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	2	6	6
Выполнение контрольных работ	24			24
Всего (без экзамена)	207	36	36	135
Подготовка и сдача экзамена	9			9
Общая трудоемкость ч	216	36	36	144
Зачетные Единицы	6.0	1.0	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр							
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	3	2	0	16	2	21	ПК-6, ПК-7
2 Методы организации каналов	2	0	0	5		7	ПК-6, ПК-7

Согласована на портале № 17580

множественного доступа.							
3 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи.	1	0	0	5		6	ПК-6
Итого за семестр	6	2	0	26	2	36	
9 семестр							
4 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	0	0	4	6	0	10	ПК-6, ПК-7
5 Методы организации каналов множественного доступа.	0	1	0	2	0	3	ПК-6, ПК-7
6 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	0	1	0	2	0	3	ПК-6, ПК-7
7 Системы мобильной связи	2	0	0	18	0	20	ПК-6
Итого за семестр	2	2	4	28	0	36	
10 семестр							
8 Системы мобильной связи	0	6	0	41	4	47	ПК-6, ПК-7
9 Методы организации каналов множественного доступа.	0	0	12	72		84	ПК-6, ПК-7
Итого за семестр	0	6	12	113	4	135	
Итого	8	10	16	167	6	207	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 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.	3	ПК-6
	Итого	3	
2 Методы организации каналов множественного доступа.	Классификация методов уплотнения каналов. Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал. Временное синхронное и асинхронное уплотнение каналов, защит-	2	ПК-6

Согласована на портале № 17580

	ный интервал. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA. Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура, ортогональные и квазиортогональные ансамблисигналов. 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.		
	Итого	2	
3 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.	1	ПК-6
	Итого	1	
Итого за семестр		6	
9 семестр			
7 Системы мобильной 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.Структура физического канала мобильной станции UMTS, многоскоростная система кодирования данных. Организация кодовых каналов мобильной станции UMTS.Системы радиодоступа WiMax и LTE. Распределение частотно-временного ресурса. Организация множественного доступа в локальные сети в системеLTE.	2	ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		8	

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.

Согласована на портале № 17580

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Общая теория радиосвязи	+	+	+				+	+	
2 Радиотехнические системы					+	+			+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-6	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Отчет по курсовой работе
ПК-7		+		+	+	Экзамен, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ)

Согласована на портале № 17580

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
9 семестр			
4 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
10 семестр			
9 Методы организации каналов множественного доступа.	Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA.	4	ПК-6
	Процедура эквалайзирования в OFDMA.	4	
	Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		12	
Итого		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция.	2	ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
9 семестр			
5 Методы организации каналов множественного доступа.	Широкополосные каналы связи.	1	ПК-6, ПК-7
	Итого	1	
6 Псевдослучайные последовательности в	Алгоритмы формирования м-последовательностей и кодов Голда	1	ПК-6, ПК-7

Согласована на портале № 17580

многоканальных системах связи	Итого	1	
Итого за семестр		2	
10 семестр			
8 Системы мобильной связи	Система с кодовым разделением каналов стандарта IS-95.	2	ПК-6, ПК-7
	Система с кодовым разделением каналов UMTS.	2	
	Системы радиодоступа WiMax, системы LTE.	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
Итого		10	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Опрос на занятиях, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9		
	Проработка лекционного материала	5		
	Итого	16		
2 Методы организации каналов множественного доступа.	Проработка лекционного материала	5	ПК-6, ПК-7	Экзамен
	Итого	5		
3 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи.	Проработка лекционного материала	5	ПК-6	Экзамен
	Итого	5		
Итого за семестр		26		
9 семестр				
4 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 17580

	Итого	6		
5 Методы организации каналов множественного доступа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Опрос на занятиях
	Итого	2		
6 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Опрос на занятиях
	Итого	2		
7 Системы мобильной связи	Проработка лекционного материала	18	ПК-6	Экзамен
	Итого	18		
Итого за семестр		28		
10 семестр				
8 Системы мобильной связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6, ПК-7	Опрос на занятиях, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	35		
	Итого	41		
9 Методы организации каналов множественного доступа.	Выполнение контрольных работ	24	ПК-6, ПК-7	Защита курсовых проектов (работ), Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Выполнение курсового проекта (работы)	36		
	Итого	72		
Итого за семестр		113		
	Подготовка и сдача экзамена / зачета	9		Экзамен
Итого		176		

9.1. Темы контрольных работ

1. Многопозиционная цифровая модуляция.
2. Формирование м-последовательностей.

9.2. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Основные понятия и определения.
2. Классификация цифровых систем передачи. Формирование цифрового сигнала.
3. Иерархия цифровых телекоммуникационных систем. Обобщённая структура цифрового

Согласована на портале № 17580

канала.

4. Принцип повторного использования частот в сотовых
5. системах связи.
6. Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот.Понятие о многоэлементном кластере.

9.3. Темы курсовых проектов (работ)

1. Пролет радиорелейной линии прямой видимости

10. Курсовая работа (проект)

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

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Расчет коэффициента неготовности интервала ЦРРЛ,обусловленного показателями надежности аппаратуры.Расчет потерь распространения радиосигнала.	2	ПК-6
Итого за семестр	2	
10 семестр		
Построение и анализ профиля радиорелейного интервала.Расчет множителя ослабления на открытых интервалах.Расчет дифракционных потерь распространения.Расчет запаса на тепловые замирания.Расчет неустойчивости в условиях субрефракции.Расчет неустойчивости, обусловленной интерференционными замираниями.Расчет эффективности разнесенного приема.Расчет показателей качества	4	ПК-6, ПК-7
Итого за семестр	4	

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Пролет радиорелейной линии прямой видимости
- Система мобильной связи с кодовым разделением каналов.
- Нисходящий канал (Downlink) LTE – PDSCH
- Нисходящий канал (Uplink) LTE – PUSCH

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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.)
2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз,

Согласована на портале № 17580

2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1609
2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/4185
3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе/ Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1598
4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5107, дата обращения: 23.03.2017.
5. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания: Методические указания по выполнению курсовой работы / Вершинин А. С., Эрдынеев Ж. Т. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1694, дата обращения: 23.03.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 1. Образовательный портал ТУСУР,(http://edu.tusur/ru, http://lib.tusur/ru),
2. 2. Google, Яндех

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link

Согласована на портале № 17580

Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309. Состав оборудования: Учебная мебель; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Matlab v6.5

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

Согласована на портале № 17580

зрения	опрос по терминам	(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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 17580

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Многоканальные цифровые системы передачи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9, 10**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. ТОР С. И. Богомолов

Экзамен: 10 семестр
Курсовая работа (проект): 10 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17580

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

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

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-7	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	Должен знать принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи.; Должен уметь формулировать основные технические требования к цифровым системам; 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, оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.; Должен владеть навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного
ПК-6	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	

Согласована на портале № 17580

		проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-7

ПК-7: способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы разработки проектной и технической документации; правила и основные положения стандартов на разработку проектной и конструкторской документации.	разрабатывать проектную и техническую документацию; оформлять законченные проектно-конструкторские работы.	приемами разработки проектной и технической документации; навыками оформления законченных проектно-конструкторских работ.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Лекции;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Лекции;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);

Согласована на портале № 17580

Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Защита курсовых проектов (работ); • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• особенности разработки проектной и технической документации;; • пути решения проблем, возникающих при оформлении законченных проектно-конструкторских работ.;	• самостоятельно разрабатывать проектную и техническую документацию;; • решать проблемы, возникающих при оформлении законченных проектно-конструкторских работ.;	• навыками самостоятельной разработки проектной и технической документации;; • приемами решения проблем, возникающих при оформлении законченных проектно-конструкторских работ.;
Хорошо (базовый уровень)	• основные принципы построения проектной и технической документации;; • правила оформления законченных проектно-конструкторских работ.;	• разрабатывать проектную и техническую документацию;; • оформлять законченные проектно-конструкторские работы.;	• навыками разработки проектной и технической документации;; • приемами оформления законченных проектно-конструкторских работ.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• представление об основах разработки проектной и технической документации;; • основы оформления законченных проектно-конструкторских работ.;	• разрабатывать под руководством проектную и техническую документацию;; • оформлять проектно-конструкторские решения.;	• отдельными навыками разработки проектной и технической документации;; • приемами оформления проектно-конструкторских решений.;

2.2 Компетенция ПК-6

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

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; методики проектирования радиотехнических устройств и	проводить расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием; использовать средства автоматизации проектирования	методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем; навыками проектирования узлов и устройств радиотехнических систем с использованием средств

Согласована на портале № 17580

	систем с использованием средств автоматизации проектирования.	для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	автоматизации проектирования.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Лекции;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа); • Лекции;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Защита курсовых проектов (работ); • Отчет по курсовой работе; • Экзамен; • Курсовая работа (проект);

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• обосновывает алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;; • обосновывает алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;;	• грамотно проводит расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;; • уверенно применяет средства автоматизации проектирования для расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	• уверенно владеет методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;; • свободно использует приемы проектирования узлов и устройств радиотехнических систем с использованием средств автоматизации проектирования.;
Хорошо (базовый уровень)	• понимает алгоритмы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем в соответствии с техническим заданием;;	• самостоятельно проводит расчеты и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием;;	• владеет методиками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;; • использует приемы проектирования узлов и

Согласована на портале № 17580

	• аргументирует порядок проектирования радиотехнических устройств и систем с использованием средств автоматизации проектирования.;	• корректно использует средства автоматизации проектирования для расчета и проектирования де-талей, узлов и устройств радиотехнических систем.;	устройств радиотехнических систем с использованием средств автоматизации проектирования.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные принципы расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радио-технических систем;; • имеет представление о методиках проектирования узлов и устройств радиотехнических систем.;	• умеет представлять результаты расчетов характеристик узлов и устройств радиотехнических систем;; • умеет работать со справочной литературой.;	• владеет терминологией в области проектирования узлов и устройств радиотехнических систем;; • способен корректно представить результаты расчета характеристик узлов и устройств средств радиотехнических систем. ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи. Методы организации каналов множественного доступа. Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи. Системы мобильной связи.

3.2 Экзаменационные вопросы

– Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурная модуляция. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK. Модуляция π/4DQPSK. Ортогональная модуляция. 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. 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.

3.3 Темы контрольных работ

– Многопозиционная цифровая модуляция.
– Формирование м-последовательностей.

Согласована на портале № 17580

3.4 Темы лабораторных работ

- Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала.
- Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA.
- Процедура эквалайзирования в OFDMA.
- Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи

3.5 Темы курсовых проектов (работ)

- Пролет радиорелейной линии прямой видимости.
- Система мобильной связи с кодовым разделением каналов.
- Нисходящий канал (Downlink) LTE – PDSCH.
- Нисходящий канал (Uplink) LTE – PUSCH

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. 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.)
2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

4.2. Дополнительная литература

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

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1609
2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/4185
3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе/ Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/1598
4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5107, свободный.
5. Космические и наземные системы радиосвязи и телевещания: Методические указания по выполнению курсовой работы / Вершинин А. С., Эрдынеев Ж. Т. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1694, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Образовательный портал ТУСУР,(http://edu.tusur/ru, http://lib.tusur/ru),
2. 2. Google, Яндех

Согласована на портале № 17580