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: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32		32	часов
2	Практические занятия	32	14	46	часов
3	Лабораторные работы	16		16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)		10	10	часов
5	Всего аудиторных занятий	80	24	104	часов
6	Самостоятельная работа	28	48	76	часов
7	Всего (без экзамена)	108	72	180	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
9	Общая трудоемкость	144	72	216	часов
		4.0	2.0	6.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр
Зачет: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Согласована на портале № 17048

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «19» 1 2017 г.

Томск 2017

Согласована на портале № 17048

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 _____ А. Я. Демидов

доцент каф.ТОР _____ К. Ю. Попова

Заведующий обеспечивающей каф.
ТОР _____ А. Я. Демидов

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

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
ТОР _____ А. Я. Демидов

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 17048

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: Радиотехнические системы, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства приема и обработки сигналов.

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 телеком-

Согласована на портале № 17048

муникационных устройств.

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	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	104	80	24
Лекции	32	32	
Практические занятия	46	32	14
Лабораторные работы	16	16	
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	10		10
Самостоятельная работа (всего)	76	28	48
Выполнение домашних заданий	21	15	6
Выполнение индивидуальных заданий	28		28
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	4	
Проработка лекционного материала	5	5	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	4	14
Всего (без экзамена)	180	108	72
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость ч	216	144	72
Зачетные Единицы	6.0	4.0	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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Курсовая работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							
1 Введение	2	2	0	1	0	5	ПК-6
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	6	8	0	16	0	30	ПК-6, ПК-7
3 Методы организации каналов	6	4	4	6	0	20	ПК-6, ПК-7

Согласована на портале № 17048

множественного доступа							
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	2	4	0	5	0	11	ПК-6, ПК-7
5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи	2	2	0	0	0	4	ПК-6
6 Системы мобильной связи второго поколения	6	2	0	0	0	8	ПК-6
7 Системы мобильной связи третьего поколения	4	2	0	0	0	6	ПК-6
8 Системы мобильной связи четвертого поколения	4	8	12	0	0	24	ПК-6, ПК-7
Итого за семестр	32	32	16	28	0	108	
8 семестр							
9 Система сотовой связи GSM	0	0	0	8	10	8	ПК-6, ПК-7
10 Система транковой связи TETRA	0	0	0	6		6	ПК-6, ПК-7
11 Система сотовой связи UMTS	0	0	0	6		6	ПК-6, ПК-7
12 Радиорелейные линии прямой видимости	0	14	0	28		42	ПК-6, ПК-7
Итого за семестр	0	14	0	48	10	72	
Итого	32	46	16	76	10	180	

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.	2	ПК-6
	Итого	2	
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 мультиплек-	6	ПК-6

Согласована на портале № 17048

	сирование данных OFDM.		
	Итого	6	
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.	6	ПК-6
	Итого	6	
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.	2	ПК-6
	Итого	2	
5 Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи	Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот.Понятие о многоэлементном кластере	2	ПК-6
	Итого	2	
6 Системы мобильной связи второго поколения	Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала. Канальный уровень. Логические пакеты, структура пакетов, назначение полей. модуляция. Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции. Организация канала трафика БС, структура канала Мобильная станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение Состав, назначение и организация кодо-	6	ПК-6

Согласована на портале № 17048

	вых каналов мобильной станции.		
	Итого	6	
7 Системы мобильной связи третьего поколения	Структура физического канала мобильной станции UMTS, многоскоростная система кодирования данных. Организация кодовых каналов мобильной станции UMTS.	4	ПК-6
	Итого	4	
8 Системы мобильной связи четвертого поколения	Системы радиодоступа WiMax и LTE. Распределение частотно-временного ресурса. Организация множественного доступа в локальные сети в системе LTE.	4	ПК-6
	Итого	4	
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	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины												
1 Радиотехнические системы				+								
2 Устройства генерирования и формирования сигналов		+										+
3 Устройства приема и обработки сигналов			+									+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 17048

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	Самостоятельная работа	
ПК-6	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практическому занятию
ПК-7		+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Выступление (доклад) на занятии

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 17048

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Методы организации каналов множественного доступа	Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала	4	ПК-6, ПК-7
	Итого	4	
8 Системы мобильной связи четвертого поколения	Нисходящий канал LTE	4	ПК-6, ПК-7
	Синхронизация в в нисходящем канале LTE	4	
	Восходящий канал LTE	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		16	
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
7 семестр			
1 Введение	Классификация цифровых систем передачи. Обобщённая структура цифрового канала.Энергетика канала связи.	2	ПК-6
	Итого	2	
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция .Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM	8	ПК-6
	Итого	8	
3 Методы организации каналов множественного доступа	Широкополосные каналы связи. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.	4	ПК-6, ПК-7
	Итого	4	
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	Алгоритмы формирования м-последовательностей и кодов Голда	4	ПК-6
	Итого	4	
5 Принцип повторного	Зона покрытия, много элементные кла-	2	ПК-6

Согласована на портале № 17048

использования частот в сотовых системах связи	стеры.		
	Итого	2	
6 Системы мобильной связи второго поколения	Система с кодовым разделением каналов стандарта IS-95.	2	ПК-6
	Итого	2	
7 Системы мобильной связи третьего поколения	Система с кодовым разделением каналов UMTS.	2	ПК-6
	Итого	2	
8 Системы мобильной связи четвертого поколения	Системы радиодоступа WiMax, системы LTE.	8	ПК-6, ПК-7
	Итого	8	
Итого за семестр		32	
8 семестр			
12 Радиорелейные линии прямой видимости	Энергетический расчет РРЛ	7	ПК-6, ПК-7
	Расчет трассы РРЛ и высоты подвеса антенн	7	
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
Итого		46	

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	Проработка лекционного материала	1	ПК-6	Конспект самоподготовки
	Итого	1		
2 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-6, ПК-7	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию
	Проработка лекционного материала	2		
	Выполнение домашних заданий	10		
	Итого	16		
3 Методы организации каналов множественного доступа	Проработка лекционного материала	2	ПК-6	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по	4		

Согласована на портале № 17048

	лабораторным работам			
	Итого	6		
4 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи	Выполнение домашних заданий	5	ПК-6, ПК-7	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Итого	5		
Итого за семестр		28		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
8 семестр				
9 Система сотовой связи GSM	Выполнение индивидуальных заданий	8	ПК-6, ПК-7	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	8		
10 Система транковой связи TETRA	Выполнение индивидуальных заданий	6	ПК-6, ПК-7	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	6		
11 Система сотовой связи UMTS	Выполнение домашних заданий	6	ПК-6, ПК-7	Опрос на занятиях
	Итого	6		
12 Радиорелейные линии прямой видимости	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	ПК-6, ПК-7	Домашнее задание, Опрос на занятиях
	Выполнение индивидуальных заданий	14		
	Итого	28		
Итого за семестр		48		
Итого		112		

9.1. Темы домашних заданий

1. Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи

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		
Примерная тематика курсовых работ (проектов):пролет радиорелейной линии прямой видимости	10	ПК-6, ПК-7
Итого за семестр	10	

Согласована на портале № 17048

10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- 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

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	8	8	4	20
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	5	25
Итого максимум за период	27	27	16	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	27	54	70	100
8 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Домашнее задание	5	10	15	30
Защита курсовых проектов (работ)	5	10	15	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по индивидуальному заданию	2	4	4	10
Итого максимум за период	22	34	44	100
Нарастающим итогом	22	56	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

Согласована на портале № 17048

< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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, 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: 14.03.2017.

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: 14.03.2017.

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: 14.03.2017.

4. 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: 14.03.2017.

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.

Согласована на портале № 17048

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. Ресурсы сети Интернет

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал ТУСУР,(http://edu.tusur/ru, http://lib.tusur/ru),
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. 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2; диагональ мониторов 20" 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo; Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro). Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309. Состав оборудования: 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 23"-24". Операционная система: Microsoft Windows 7. Программное обеспечение: LibreOffice; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Qt Framework; Velleman PcLab2000LT; Altera Quartus Prime Lite Edition; PTC Mathcad 14; Keysight SystemVue; Keysight Advanced Design System (ADS); Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для проведения практических лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 313. Состав оборудования: 5 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo; диагональ мониторов 19" Операционная система: Microsoft Windows XP Программное обеспечение: Microsoft Office; Mozilla Firefox, Google Chrome; ClamAV; WinDjView; Adobe Reader; 7-Zip; Qucs; Scilab; Mathcad 13; Mathworks Matlab 7.3

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

Согласована на портале № 17048

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 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 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;

Согласована на портале № 17048

– 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 № 17048

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: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:
- доцент каф. ТОР А. Я. Демидов
- доцент каф.ТОР К. Ю. Попова

Экзамен: 7 семестр
Зачет: 8 семестр
Курсовая работа (проект): 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17048

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-6	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	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-7	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	

Согласована на портале № 17048

		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-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 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	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 ин-	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	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 № 17048

	формации 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.	внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснить назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.	
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Зачет; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Зачет; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практическому занятию; • Экзамен; • Зачет; • 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)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений. ;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;

Согласована на портале № 17048

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 выполне-ния простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 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 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы расчета типовых цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам, современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации..	формулировать технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, уметь использовать современные программно-аппаратные платформы для разработки систем связи, оценивать помехоустойчивость телекоммуникационных систем; оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснить назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.	навыками работы на современных программно аппаратных платформах в области разработок систем связи, навыками разработки устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; - навыками компьютерного проектирования и расчета,цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсо-

Согласована на портале № 17048

	• Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	• Самостоятельная работа; • Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);	вой проект / курсовая работа);
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Экзамен; • Зачет; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Экзамен; • Зачет; • Курсовая работа (проект);	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Защита курсовых проектов (работ); • Выступление (доклад) на занятии; • Экзамен; • Зачет; • 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)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений. ;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы ;
Хорошо (базовый уровень)	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений.;	• 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 выполне-ния простых задач ;	• Работает при прямом наблюдении ;

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 Вопросы на самоподготовку

– Квадратурное представление узкополосного сигнала.

Согласована на портале № 17048

– Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
– OFDM модуляция, циклический префикс
– Классификация методов уплотнения каналов.
– Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра
– Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП
– Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора М-последовательности.
– Стандарт IS-95. Организация канала трафика БС, структура канала
– LTE – метод организации каналов множественного доступа.
– LTE – Нисходящий канал, физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
– LTE – Нисходящий канал , формирование OFDM символа, основные процедуры.
– LTE – структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.

3.2 Темы домашних заданий

– Широкополосные каналы связи. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.

3.3 Темы индивидуальных заданий

– Квадратурное представление узкополосного сигнала. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
– Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
– OFDM модуляция
– Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора М-последовательности.

3.4 Темы опросов на занятиях

– Дуплексный режим работы каналов связи. Принцип повторного использования частот. Понятие о многоэлементном кластере

3.5 Темы докладов

– Методы организация каналов множественного доступа.
– Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока.
– Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA
– Система мобильной связи с кодовым разделением каналов
– LTE – Нисходящий канал (Downlink), физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.
– LTE – Нисходящий канал , формирование OFDMA символа, основные процедуры.

3.6 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, струк-

Согласована на портале № 17048

турная 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.

3.7 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция . Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM

3.8 Темы лабораторных работ

– Исследование канала связи для передачи ИКМ-сигнала
– Нисходящий канал LTE
– Синхронизация в в нисходящем канале LTE
– Восходящий канал LTE

3.9 Зачёт

– Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. .
– Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK.
– Модуляция π/4DQPSK.
– Методы организация каналов множественного доступа.
– Частотное уплотнение каналов, защитный интервал
– Временное уплотнение каналов, защитный

3.10 Темы курсовых проектов (работ)

– Построение профиля пролета и высоты подвеса антенн РРЛ прямой видимости.
– Энергетический расчет РРЛ прямой видимости.

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.)

Согласована на портале № 17048

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, свободный.
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, свободный.
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, свободный.
4. 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. Ресурсы сети Интернет

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

Согласована на портале № 17048