МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	20	20	часов
Самостоятельная работа	88	88	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 53287

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

2. Сформировать способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований (ПКР-3), а также способность осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы (ПКР-5).

1.2. Задачи дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.02.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 53287

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1 .Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Ознакомлен с основами сетевых технологий, нормативно-технической документацией, техническими регламентами, международными и национальными стандартами оценки качественных показателей инфокоммуникационного оборудования
	ПКР-3.2 .Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.	Имеет навыки работы с ПО, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем
	ПКР-3.3 .Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.	Владеет навыками оперативного анализа информации о плановых и аварийных работах связанных с ограничением услуг и контролем их качества

Согласована на портале № 53287

ПКР-5. Способен осуществлять контроль использования и оценивать производительность сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктккры инфокоммуникационной системы	ПКР-5.1 .Знает общие принципы функционирования, архитектуру аппаратных, программных и программно-аппаратных средств администрируемой сети; протоколы различных уровней модели взаимодействия открытых систем.	Ознакомлен с принципами функционирования и архитектурой аппаратных и программных средств администрируемой сети и протоколами модели взаимодействия открытых систем
	ПКР-5.2 .Умеет пользоваться нормативно-технической документацией в области инфокоммуникационных технологий.	Имеет навыки использования нормативно-технической документации в инфокоммуникационных технологиях
	ПКР-5.3 .Умеет использовать современные методы контроля и исследования производительности инфокоммуникационных систем.	Имеет навыки современных методов контроля и оценки производительности инфокоммуникационных систем
	ПКР-5.4 .Владеет навыками исследования влияния приложений на производительность сетевых устройств и программного обеспечения администрируемых сетевых устройств информационно-коммуникационных систем, фиксацию оценки готовности системы в специальном документе.	Владеет приемами исследования влияния приложений на производительность сетевых устройств и ПО администрируемых устройств инфокоммуникационных систем и фиксации оценки готовности системы в специальном документе

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	20	20

Согласована на портале № 53287

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	88
Подготовка к зачету с оценкой	21	21
Написание конспекта самоподготовки	21	21
Подготовка к тестированию	21	21
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10
Написание отчета по лабораторной работе	15	15
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	2	2	4	14	22	ПКР-3, ПКР-5
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	4	6	12	24	46	ПКР-3, ПКР-5
3 Широкополосная связь	2	4	-	9	15	ПКР-3, ПКР-5
4 Технологии с организацией пространственных каналов	2	-	-	9	11	ПКР-3, ПКР-5
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	2	2	4	14	22	ПКР-3, ПКР-5
6 Сверхширокополосная связь	4	4	-	9	17	ПКР-3, ПКР-5
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	2	-	-	9	11	ПКР-3, ПКР-5
Итого за семестр	18	18	20	88	144	
Итого	18	18	20	88	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Цели, задачи и содержание дисциплины. История беспроводной связи. Основы функционирования. Современные беспроводные системы и перспективы их развития.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	

Согласована на портале № 53287

2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Современные методы цифровой модуляции. Современные методы кодирования источников сообщений и помехоустойчивого кодирования. Математические модели многолучевых каналов связи. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах. Сигнально	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
3 Широкополосная связь	Современные методы цифровой модуляции. Современные методы кодирования источников сообщений и помехоустойчивого кодирования. Математические модели многолучевых каналов связи. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах. Сигнально	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
4 Технологии с организацией пространственных каналов	Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Эквалайзеры и турбо-выравнивание. Системы беспроводной связи с переменной скоростью передачи. Адаптивные антенны в системах беспроводной связи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
6 Сверхширокополосная связь	Области применения и сущность сверхширокополосной (СШП) технологии. Методы формирования и излучения СШП сигналов. Модели распространения и методы демодуляции СШП сигналов. Сверхбыстродействующие персональные сети.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Сотовые системы и беспроводные сети с базовой инфраструктурой. Повторное использование каналов. Емкость соты и отношение сигнал-помеха. Динамическое распределение ресурсов.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Согласована на портале № 53287

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Сигналы и помехи в аналоговой и цифровой радиосвязи – статистическое описание параметров.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Параметры и характеристики аналоговых и цифровых систем радиосвязи – установление их взаимосвязи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Обнаружение и оценка параметров сигналов в современных системах подвижной радиосвязи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Характеристики современных видов модуляции сигналов используемых в современных системах связи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	6	
3 Широкополосная связь	Анализ канала цифровой связи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Анализ канала широкополосного беспроводного доступа.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Помехоустойчивое кодирование цифровых систем радиосвязи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	2	
6 Сверхширокополосная связь	Синхронизация в цифровых системах радиосвязи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Уплотнение и доступ в современных системах связи.	2	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 53287

1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Ознакомление со средой функционального моделирования. Функциональные блоки библиотечных модулей.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	4	ПКР-3, ПКР-5
	Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	4	ПКР-3, ПКР-5
	Исследование BFSK и 4 FSK модемов.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	12	
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков.	4	ПКР-3, ПКР-5
	Итого	4	
Итого за семестр		20	
Итого		20	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	3	ПКР-3, ПКР-5	Отчет по лабораторной работе
	Итого	14		

Согласована на портале № 53287

2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	9	ПКР-3, ПКР-5	Отчет по лабораторной работе
	Итого	24		
3 Широкополосная связь	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Итого	9		
4 Технологии с организацией пространственных каналов	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Итого	9		
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-3, ПКР-5	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	3	ПКР-3, ПКР-5	Отчет по лабораторной работе
	Итого	14		

Согласована на портале № 53287

6 Сверхширокополосная связь	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Итого	9		
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	3	ПКР-3, ПКР-5	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-3, ПКР-5	Тестирование
	Итого	9		
Итого за семестр		88		
Итого		88		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе
ПКР-5	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
5 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	0	0
Конспект самоподготовки	7	7	7	21
Лабораторная работа	7	7	7	21
Тестирование	12	12	13	37

Согласована на портале № 53287

Отчет по лабораторной работе	7	7	7	21
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

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

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

3. Фокин, В. Г. Когерентные оптические сети [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Г. Фокин ; рец.: Ю. А. Пальчун, В. А. Шиянов ; худож. Е. А. Власова. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Лань, 2016. - on-line : ил., рис., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 426-433. - ISBN 978-5-8114-2105-3: Б. ц. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/75523/#1 (дата обращения: 28.03.2022).

7.2. Дополнительная литература

1. Кокорева, Е. В. Теоретические основы современных технологий беспроводной связи: учебное пособие / Е. В. Кокорева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) (Томск). - Томск: Эль Контент, 2014. - 144 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

Согласована на портале № 53287

2. Лобанова, Н. М. Эффективность информационных технологий [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / Н. М. Лобанова, Н. Ф. Алтухова; рец. Н. А. Саломатин. - Электрон. текстовые дан. - М.: Юрайт, 2021. - on-line: рис., табл. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 228-229. - ISBN 978-5-534-00222-5: Б. ц. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/viewer/effektivnost-informacionnyh-tehnologiy-469265#page/1 (дата обращения: 28.03.2022).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Модельное исследование сигнально-кодовых конструкций цифровой радиосвязи на основе BPSK и QPSK модуляций: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. А. Токбаева - 2017. 42 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6999.
2. Модельное исследование сигнально-кодовых конструкций цифровой радиосвязи на основе BPSK и 8-PSK модуляций: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. А. Токбаева - 2017. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7000.
3. Исследование сверхширокополосной многоканальной системы на основе производных Гауссова импульса: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. Б. Базарсадуева - 2017. 30 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6991.
4. Исследование сверхширокополосной многоканальной системы на основе производных импульса Рэлея: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. Б. Базарсадуева - 2017. 30 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6992.
5. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / В. А. Кологривов - 2012. 35 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1532.
6. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / В. А. Кологривов - 2012. 38 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1527.
7. Исследование MSK модуляции: Методические указания по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / В. А. Кологривов, Н. А. Игумнова - 2020. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9258.
8. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Согласована на портале № 53287

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория специализированная: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Сервер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 53287

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 53287

3 Широкополосная связь	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Технологии с организацией пространственных каналов	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Сверхширокополосная связь	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	ПКР-3, ПКР-5	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 53287

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Назначение операции скремблирования потока данных:
   Для снижения полосы пропускания системы связи;
   Для повышения энергетической эффективности системы передачи;

Согласована на портале № 53287

Для улучшения статистических свойств потока (выравнивание вероятностей появления 0 и 1) и обеспечения устойчивости системы синхронизации;
Для увеличения скорости передачи данных.

2. Наиболее помехоустойчивый вид цифровой фазовой манипуляции:
Pi/4 PSK;
BPSK;
QPSK;
16 QAM.
3. Наивысшую скорость передачи из перечисленных модуляций обеспечивает:
BPSK;
BFSK;
8 PSK;
16 PSK.
4. Канальное кодирование используется для:
Обнаружения и исправления ошибок передачи;
Сокращения объема передаваемых данных;
В основном для предотвращения несанкционированного доступа;
Исключения межсимвольной интерференции (MSI).
5. Современная технология основанная на использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT):
CDMA;
TDMA;
OFDM;
MIMO.
6. Современная технология, позволяющая и/или: снизить вероятность ошибочного приема, повысить скорость передачи данных, снизить требуемое отношение сигнал/шум, бороться с многолучёвостью и федингом каналов:
OFDM;
Многоантенная технология передачи данных (MIMO);
Сверхширокополосная связь (UWB);
CDMA.
7. Отличительной особенностью технологии кодового разделения каналов (CDMA) является:
Введение защитного интервала;
Применение помехоустойчивых кодов;
Применение высокоуровневой модуляции;
Корреляционная обработка сигнала.
8. При декодировании сверточных кодов используется:
Алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT);
Алгоритм Витерби;
Операция скремблирования потока данных;
Многоантенная технология.
9. Увеличение избыточности для повышения помехоустойчивости кода в системах реального времени сдерживается:
Уровнем используемой модуляции;
Снижением реальной скорости передачи данных;
Снижением энергии передаваемых символов (битов);
Межсимвольной интерференцией.
10. В свое время циклические коды получили широкое распространение благодаря:
Простоте технической реализации регистров сдвига с обратными связями;
Возможности использования полиномиальной алгебры;
Возможности организации как систематического, так и несистематического кодирования;
Блочной природе циклических кодов.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Понятие цифровой модуляции.
2. Методы демодуляции цифровых радиосигналов.

Согласована на портале № 53287

3. Методы канального помехоустойчивого кодирования.
4. Принципы расширения спектра сигналов.
5. Основные способы преодоление вредного влияния многолучевого распространения.
6. Идея пространственного разнесения каналов.
7. Виды синхронизации беспроводных систем передачи данных.
8. Методы PSK-модуляции.
9. Методы FSK-модуляции.
10. Технология FDMA.
11. Технология TDMA.
12. Технология CDMA.

9.1.3. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Современные направления развития технологий беспроводной связи.
2. Теоретические основы современной техники беспроводной связи.
3. Принципы организации широкополосной связи.
4. Технологии с организацией пространственных каналов.
5. Помехоустойчивое кодирование. Адаптивные системы передачи.
6. Принципы построения сверхширокополосной связи.
7. Основные тенденции развития технологий беспроводной связи.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Ознакомление со средой функционального моделирования. Функциональные блоки библиотечных модулей.
2. Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).
3. Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).
4. Исследование BFSK и 4 FSK модемов.
5. Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями

Согласована на портале № 53287

здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 53287

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «16» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	С.И. Богомолов	Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	С.В. Мелихов	Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТОР	Д.А. Покаместов	Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9
Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РТС	В.А. Кологривов	Разработано, 8f48c4d4-01ed-4898-8d5e-617a3a929044

Согласована на портале № 53287