

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Теоретические основы современных технологий беспроводной связи**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**

Направленность (профиль): **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
5	Из них в интерактивной форме	14	14	часов
6	Самостоятельная работа	54	54	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16 ноября 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

доцент каф. РТС \_\_\_\_\_ В. А. Кологривов

Заведующий обеспечивающей каф.  
РТС

\_\_\_\_\_ С. В. Мелихов

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

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
РЗИ

\_\_\_\_\_ А. С. Задорин

Эксперты:

Ст. преподаватель каф. РТС \_\_\_\_\_ Д. О. Ноздреватых

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с технологиями беспроводной связи, а именно: 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.

### 1.2. Задачи дисциплины

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

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы современных технологий беспроводной связи» (Б1.В.ОД.8) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория информации и кодирования, Теория радиотехнических сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Измерения в телекоммуникационных системах, Кодирование в телекоммуникационных системах.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-14 способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** • физические основы и технические возможности современных технологий беспроводной связи; • области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями беспроводной связи.

– **уметь** • выбирать на практике тип современной технологии для организации беспроводной связи конкретного проекта; • разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих беспроводных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды; • обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности; • осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации; • проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков.

– **владеть** • первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации; • навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе беспроводных технологий.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	14	14
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Оформление отчетов по лабораторным работам	15	15
Проработка лекционного материала	21	21
Написание рефератов	2	2
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

## 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	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	2	2	2	4	10	ПК-14
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	4	6	14	24	48	ПК-14
3 Широкополосная связь	4	4	0	8	16	ПК-14
4 Технологии с организацией пространственных каналов	4	0	0	3	7	ПК-14
5 Адаптивные системы передачи	2	2	0	4	8	ПК-14
6 Сверхширокополосная связь	2	4	0	8	14	ПК-14
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	2	0	0	3	5	ПК-14
Итого за семестр	20	18	16	54	108	

Итого	20	18	16	54	108	
-------	----	----	----	----	-----	--

## 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
<b>6 семестр</b>			
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	ПК-14
	Итого	2	
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-кодовые конструкции и турбо-коды.	4	ПК-14
	Итого	4	
3 Широкополосная связь	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии кодового разделения каналов со многими несущими. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.	4	ПК-14
	Итого	4	
4 Технологии с организацией пространственных каналов	Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	4	ПК-14
	Итого	4	
5 Адаптивные системы передачи	Эквалайзеры и турбо-выравнивание. Системы беспроводной связи с переменной скоростью передачи. Адаптивные антенны в системах беспроводной связи.	2	ПК-14
	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.	2	ПК-14
	Итого	2	
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	ПК-14
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

### 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
Предшествующие дисциплины							
1 Теория информации и кодирования	+	+	+	+	+	+	
2 Теория радиотехнических сигналов	+	+					
Последующие дисциплины							
1 Измерения в телекоммуникационных системах		+	+	+	+	+	
2 Кодирование в телекоммуникационных системах		+	+	+	+	+	

### 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
--	--------------	----------------

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-14	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Реферат

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
6 семестр				
Мозговой штурм	2	2	2	6
Решение ситуационных задач	2	1	2	5
Исследовательский метод	1	1	1	3
Итого за семестр:	5	4	5	14
Итого	5	4	5	14

### 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
6 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Ознакомление со средой функционального моделирования Simulink. Функциональные блоки библиотечных модулей.	2	ПК-14
	Итого	2	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Исследование BPSK и QPSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	4	ПК-14

	Исследование $\pi/4$ _QPSK и MSK модемов (классический вариант и с фазовым кодером).	4	
	Исследование BFSK и 4 FSK модемов.	2	
	Исследование алгебраического и циклического блочных кодеков.	4	
	Итого	14	
Итого за семестр		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
6 семестр			
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Сигналы и помехи в аналоговой и цифровой радиосвязи – статистическое описание параметров.	2	ПК-14
	Итого	2	
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Параметры и характеристики аналоговых и цифровых систем радиосвязи – установление их взаимосвязи.	2	ПК-14
	Обнаружение и оценка параметров сигналов в современных системах подвижной радиосвязи.	2	
	Характеристики современных видов модуляции сигналов используемых в современных системах связи.	2	
	Итого	6	
3 Широкополосная связь	Анализ канала цифровой связи.	2	ПК-14
	Анализ канала широкополосного беспроводного доступа.	2	
	Итого	4	
5 Адаптивные системы передачи	Помехоустойчивое кодирование цифровых систем радиосвязи.	2	ПК-14
	Итого	2	
6 Сверхширокополосная связь	Синхронизация в цифровых системах радиосвязи.	2	ПК-14
	Уплотнение и доступ в современных системах связи.	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		18	



## 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
<b>6 семестр</b>				
1 Введение. Современные направления развития технологий беспроводной связи	Написание рефератов	2	ПК-14	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Теоретические основы современной техники беспроводной связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-14	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	14		
	Итого	24		
3 Широкополосная связь	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-14	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
4 Технологии с организацией пространственных каналов	Проработка лекционного материала	3	ПК-14	Конспект самоподготовки
	Итого	3		
5 Адаптивные системы передачи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-14	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	2		

	Итого	4		
6 Сверхширокополосная связь	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-14	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
7 Основные тенденции развития технологий беспроводной связи	Проработка лекционного материала	2	ПК-14	Защита отчета, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

### 9.1. Темы рефератов

1. История беспроводной связи.
2. Основные беспроводные технологии.

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Многоантенные технологии в беспроводной связи.
2. Пространственно-временное разделение каналов.
3. Пространственно кодовое разделение каналов.
4. Технология Аламоути в MIMO.
5. Принципы сверхширокополосной связи.
6. Сигналы сверхширокополосной связи.
7. Множественный доступ в UWB.
8. Области применения технологии UWB.
9. Методы кодирования источников сообщений.
10. Фазовая манипуляция в цифровой связи.
11. Частотная манипуляция в цифровой связи.
12. Задачи канального кодирования.
13. Современные технологии беспроводной связи.
14. Эквалайзирование в технологии GSM.
15. Выравнивание канала в технологии OFDM.
16. Технология Wi-Fi.
17. Технология WiMAX.
18. Технология ZigBee.
19. Технология BlueTooth.
20. Технология CDMA.
21. Технология OFDMA.

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной	Максимальный	Максимальный	Максимальный	Всего за
------------------	--------------	--------------	--------------	----------

деятельности	балл на 1-ую КТ с начала семестра	балл за период между 1КТ и 2КТ	балл за период между 2КТ и на конец семестра	семестр
<b>6 семестр</b>				
Защита отчета	5	5	5	15
Конспект самоподготовки	7	7	7	21
Опрос на занятиях	5	7	7	19
Отчет по индивидуальному заданию	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Реферат	5	5	5	15
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	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. 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 посо-

бие) (Специальность для высших учебных заведений). (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Лебедев Е.Г. Теоретические основы передачи информации. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.- 352 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543) [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543)

## **12.2. Дополнительная литература**

1. 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.)

## **12.3 Учебно-методические пособия**

### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Исследование помехоустойчивости FSK-модуляции от соотношения сигнал/шум: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Михайленко С. А., Кологривов В. А. - 2016. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6139>, дата обращения: 02.04.2017.

2. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Чаплыгина А. А. - 2016. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6141>, дата обращения: 02.04.2017.

3. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1736>, дата обращения: 02.04.2017.

4. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественно-научного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1845>, дата обращения: 02.04.2017.

### **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. MatLab, Simulink

## **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, 4 этаж, ауд. 427.

### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 427.

### **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 зрения 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;
- 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.

**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**

**Теоретические основы современных технологий беспроводной связи**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки (специальность): **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**

Направленность (профиль): **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:

– доцент каф. РТС В. А. Кологривов

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

## 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-14	способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем	<p>Должен знать • физические основы и технические возможности современных технологий беспроводной связи; • области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями беспроводной связи.;</p> <p>Должен уметь • выбирать на практике тип современной технологии для организации беспроводной связи конкретного проекта; • разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих беспроводных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая требования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды; • обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности; • осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации; • проводить имитационный или натуральный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков. ;</p> <p>Должен владеть • первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации; • навыками планирования имитационного и аппаратного экспери-</p>



		мента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств и систем, построенных на основе беспроводных технологий. ;
--	--	---

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-14

ПК-14: способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем.

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• физические основы и технические возможности современных технологий беспроводной связи;</li> <li>• области применения, типы контента и требования к качеству услуг, обеспечиваемых различными современными технологиями беспроводной связи.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать на практике тип современной технологии для организации беспроводной связи конкретного проекта;</li> <li>• разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники структурные схемы систем связи и архитектуру соответствующих беспроводных сетей с учетом условий их эксплуатации, включая тре-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• первичными навыками выбора функциональных блоков систем связи и их объединения для совместной работы при составлении проекта системы, его реализации и технической эксплуатации;</li> <li>• навыками планирования имитационного и аппаратного эксперимента, проводимого с целью экспериментальной оценки основных характеристик качества функционирования устройств</li> </ul>

		<p>бования экономики, качества предоставляемых услуг, охраны труда и окружающей среды; • обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности; • осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оптимизации; • проводить имитационный или натурный эксперимент по измерению основных показателей и характеристик систем и их функциональных блоков.</p>	<p>и систем, построенных на основе беспроводных технологий.</p>
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>В совершенстве знает установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>На отлично выполняет установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отлично владеет способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Хорошо знает установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Хорошо выполняет установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Хорошо владеет способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Основные элементы установки, настройки, обслуживания, диагностики, эксплуатации и восстановления работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Способен выполнить основные элементы установки, настройки, обслуживания, диагностики, эксплуатации и восстановления работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>В основном владеет способностью выполнять установку, настройку, обслуживание, диагностику, эксплуатацию и восстановление работоспособности телекоммуникационного оборудования и приборов, технических и программно-аппаратных средств защиты телекоммуникационных сетей и систем;</li> </ul>

### 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

- Технология Wi-Fi.
- Технология WiMAX.
- Технология ZigBee.
- Технология Bluetooth.
- Многоантенные технологии в беспроводной связи.
- Пространственно-временное разделение каналов.
- Пространственно кодовое разделение каналов.
- Технология Аламоути в MIMO.
- Принципы сверхширокополосной связи.
- Сигналы сверхширокополосной связи.
- Множественный доступ в UWB.
- Области применения технологии UWB.
- Методы кодирования источников сообщений.
- Фазовая манипуляция в цифровой связи.
- Частотная манипуляция в цифровой связи.
- Задачи канального кодирования.
- Современные технологии беспроводной связи.
- Эквалайзирование в технологии GSM.
- Выравнивание канала в технологии OFDM.
- Технология CDMA.
- Технология OFDMA.

### 3.2 Темы рефератов

- Методы цифровой PSK-модуляции.
- Методы цифровой FSK-модуляции.
- Технология частотного объединения/разделения каналов FDMA.
- Технология временного объединения/разделения каналов TDMA.
- Технология кодового объединения/разделения каналов CDMA.
- Сигнально-кодовые конструкции (СКК) (TCM).
- Блочное-алгебраическое кодирование.
- Блочное циклическое кодирование.
- Сверточное кодирование.
- Алгоритм Витерби.
- Межсимвольная интерференция (МСИ) (ISI).
- Эквалайзер GSM.
- Относительное (дифференциальное) кодирование.
- Схемы фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ.
- Связь на шумоподобных сигналах (ШПС).
- Сверхширокополосная связь UWB.
- Технология OFDMA.
- Многолучевое распространение.
- Технология MIMO.
- Коды Рида-Соломона (РС).
- Анализ бюджета канала связи.
- Энергетическая и спектральная эффективности каналов связи.
- Синхронизация в цифровой радиосвязи.
- Компромиссы при использовании модуляции и кодирования.
- Корреляционный прием.

### 3.3 Темы индивидуальных заданий

- Методы кодирования источников сообщений.

- Фазовая манипуляция в цифровой связи.
- Частотная манипуляция в цифровой связи.
- Задачи канального кодирования.

### **3.4 Темы опросов на занятиях**

- Понятие цифровой модуляции.
- Методы демодуляции цифровых радиосигналов.
- Методы канального помехоустойчивого кодирования.
- Принципы расширения спектра сигналов.
- Основные способы преодоления вредного влияния многолучевого распространения.
- Идея пространственного разнесения каналов.
- Виды синхронизации беспроводных систем передачи данных.

### **3.5 Темы лабораторных работ**

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

### **3.6 Зачёт**

- Дайте определение спектральной эффективности беспроводной системы передачи данных.
- Дайте определение энергетической эффективности беспроводной системы передачи данных.
- Дайте определение помехоустойчивости беспроводной системы передачи данных.
- Принцип разделения каналов по частоте.
- Принцип разделения каналов по времени.
- Кодовый принцип разделения каналов.
- Основные виды цифровой модуляции.
- Основные принципы канального кодирования.

## **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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### **4.1. 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. Лебедько Е.Г. Теоретические основы передачи информации. Гриф УМО. – М.: Лань, 2011.- 352 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543) [Электронный ресурс]. - [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1543](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543)

### **4.2. Дополнительная литература**

1. 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.)

### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Исследование помехоустойчивости FSK-модуляции от соотношения сигнал/шум: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокомму-

никационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Михайленко С. А., Кологривов В. А. - 2016. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6139>, свободный.

2. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Чаплыгина А. А. - 2016. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6141>, свободный.

3. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1736>, свободный.

4. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественно-научного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1845>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. MatLab, Simulink