

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

Моделирование устройств для систем беспроводной связи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Защищенные системы и сети связи**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

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

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	32	32	часов
2	Практические занятия	14	14	часов
3	Лабораторные работы	34	34	часов
4	Всего аудиторных занятий	80	80	часов
5	Самостоятельная работа	64	64	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол №\_\_\_\_\_.

Разработчики:

ст. преподаватель каф. ТОР \_\_\_\_\_

Р. Р. Абенов

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_

А. А. Гельцер

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_

А. А. Гельцер

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:

доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_

С. И. Богомолов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Моделирование устройств для систем беспроводной связи» является изучение общих принципов построения математических моделей для отдельных узлов системы, а также ознакомление с российскими и международными стандартами в области беспроводных систем связи и перспективами их развития.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачей изучения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ процессов формирования, передачи и обработки сигналов, происходящих в современных беспроводных системах связи. Приобретенные студентами знания и навыки необходимы как для грамотной эксплуатации существующей аппаратуры, так и для разработки и проектирования перспективной.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование устройств для систем беспроводной связи» (Б1.В.ДВ.8.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа, Сети связи и системы коммутации.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-15 умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию;

– ПК-19 готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методы математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ; основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем;

– **уметь** проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных телекоммуникационных устройствах, проектировать и рассчитывать их; 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;

– **владеть** навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	80	80
Лекции	32	32

Практические занятия	14	14
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа (всего)	64	64
Оформление отчетов по лабораторным работам	34	34
Проработка лекционного материала	16	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	14
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>						
1 Структура беспроводных телекоммуникационных систем связи	2	0	12	14	28	ПК-15, ПК-19
2 Технологии мультиплексирования и пространственно-временного кодирования	2	4	6	12	24	ПК-15, ПК-19
3 Цифровые модемы	4	0	6	8	18	ПК-15, ПК-19
4 Системы синхронизации и управления	6	2	10	14	32	ПК-15, ПК-19
5 Цифровые фильтры	6	0	0	2	8	ПК-15
6 Эвкализирование	4	4	0	6	14	ПК-15, ПК-19
7 Методы моделирования	6	4	0	6	16	ПК-15, ПК-19
8 Перспективы развития беспроводных телекоммуникационных систем связи	2	0	0	2	4	ПК-15
Итого за семестр	32	14	34	64	144	
Итого	32	14	34	64	144	

## 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
6 семестр			
1 Структура беспроводных телекоммуникационных систем связи	Типичная функциональная схема и основные преобразования. Основная терминология.	2	ПК-15
	Итого	2	
2 Технологии мультиплексирования и пространственно-временного кодирования	Распределение ресурса связи. Системы множественного доступа и архитектура. Алгоритмы и методы множественного доступа. Пространственно-временное кодирование.	2	ПК-15
	Итого	2	
3 Цифровые модемы	Семейство технологий xDSL. Технология Bluetooth. Беспроводная связь Wi-Fi, WiMAX, LTE.	4	ПК-15
	Итого	4	
4 Системы синхронизации и управления	Виды синхронизации. Символьная синхронизация. Кадровая синхронизация. Сетевая синхронизация.	6	ПК-15
	Итого	6	
5 Цифровые фильтры	Типы цифровых фильтров. Разработка КИХ-фильтров. Разработка БИХ-фильтров. Реализация КИХ-фильтров. Реализация БИХ-фильтров.	6	ПК-15
	Итого	6	
6 Эвалайзирование	Линейное эвалайзирование. Эвалайзирование с обратной связью по решению. Адаптивный линейный эвалайзер. Адаптивный эвалайзер с обратной связью по решению.	4	ПК-15
	Итого	4	
7 Методы моделирования	Моделирование приемо-передающих устройств. Моделирование потока пакетов в сети из многих устройств. Моделирование протоколов на различных уровнях OSI.	6	ПК-15
	Итого	6	
8 Перспективы развития беспроводных телекоммуникационных систем	Перспективы развития беспроводных телекоммуникационных систем связи.	2	ПК-15
	Итого	2	

связи			
Итого за семестр		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
Предшествующие дисциплины								
1 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Цифровая обработка сигналов	+		+		+			
Последующие дисциплины								
1 Сети и системы цифровой радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+		+		+
2 Сети связи и системы коммутации	+	+	+	+				+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-15	+		+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-19		+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
1 Структура беспроводных телекоммуникационных систем связи	Изучение основ работы в MATLAB Simulink	8	ПК-15, ПК-19
	Моделирование канала связи.	4	
	Итого	12	
2 Технологии мультиплексирования и пространственно-временного кодирования	Моделирование передающей части цифровой системы связи	6	ПК-15, ПК-19
	Итого	6	
3 Цифровые модемы	Моделирование приемной части цифровой системы связи	6	ПК-15, ПК-19
	Итого	6	
4 Системы синхронизации и управления	Моделирование системы восстановления несущего колебания	6	ПК-15, ПК-19
	Моделирование петли символьной синхронизации	4	
	Итого	10	
Итого за семестр		34	

### 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
<b>6 семестр</b>			
2 Технологии мультиплексирования и пространственно-временного кодирования	Распределение ресурса связи. Системы множественного доступа и архитектура. Алгоритмы и методы множественного доступа. Пространственно-временное кодирование.	4	ПК-19
	Итого	4	
4 Системы синхронизации и управления	Виды синхронизации. Символьная синхронизация. Кадровая синхронизация. Сетевая синхронизация.	2	ПК-19
	Итого	2	
6 Эвкализаирование	Линейное эвкализаирование. Эвкализаирование с обратной связью по решению. Адаптивный линейный эвкализаирование.	4	ПК-19

	лайзер. Адаптивный эквалайзер с обратной связью по решению.		
	Итого	4	
7 Методы моделирования	Моделирование приемо-передающих устройств. Моделирование потока пакетов в сети из многих устройств. Моделирование протоколов на различных уровнях OSI.	4	ПК-19
	Итого	4	
Итого за семестр		14	

### 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
6 семестр				
1 Структура беспроводных телекоммуникационных систем связи	Проработка лекционного материала	2	ПК-15, ПК-19	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	14		
2 Технологии мультиплексирования и пространственно-временного кодирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-19, ПК-15	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	12		
3 Цифровые модемы	Проработка лекционного материала	2	ПК-15, ПК-19	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	8		
4 Системы синхронизации и управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-19, ПК-15	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		



	Итого	14		
5 Цифровые фильтры	Проработка лекционного материала	2	ПК-15	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
6 Эвкалайзирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-19, ПК-15	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
7 Методы моделирования	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-19, ПК-15	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
8 Перспективы развития беспроводных телекоммуникационных систем связи	Проработка лекционного материала	2	ПК-15	Опрос на занятиях, Экзамен
	Итого	2		
Итого за семестр		64		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		100		

### 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 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
<b>6 семестр</b>				
Опрос на занятиях	3	3	4	10
Отчет по лабораторной работе	15	15	10	40
Отчет по практическому занятию	8	8	4	20
Итого максимум за период	26	26	18	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	26	52	70	100

## 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

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

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

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

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

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Системы подвижной радиосвязи : Пер. с польск. / К. Весоловский ; пер. : Н. И. Рудинский ; ред. пер. : А. И. Ледовский. - М. : Горячая линия-Телеком, 2006. - 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
2. Телекоммуникационные системы и сети : учебное пособие для вузов: В 3 т. / ред. В. П. Шувалов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - . - (Учебное пособие. Специальность для высших учебных заведений). - ISBN 5-93517-109-0. Т. 2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение : Учебное пособие для вузов / Г. П. Катунин [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 672 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Передача данных в сетях мобильной связи третьего поколения / В. В. Величко ; ред. : Ю. Б. Зубарев. - М. : Радио и связь, 2005 ; М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 331[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование устройств для систем беспроводной связи: Методическое пособие для практических занятий и организации самостоятельной работы студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенев Р. Р. - 2014. 96 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3866>, дата обращения: 08.04.2017.
2. Моделирование устройств для систем беспроводной связи: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенев Р. Р. - 2014. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3865>, дата обращения: 08.04.2017.

### **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. <http://www.dsplib.ru/>
2. <http://omoled.ru/>
3. <https://habrahabr.ru/>

## **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 используются учебные аудитории 418, 419 и 420, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованные 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 занятий используются учебные аудитории, расположенные по адресу 634045, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309, 314 и 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Аудитория 309: 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) Аудитория 314: 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 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) Аудитория 318: 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).

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

Для проведения лабораторных занятий используются учебные аудитории, расположенные по адресу 634045, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309, 314 и 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Аудитория 309: 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) Аудитория 314: 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 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) Аудитория 318: 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).

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории, расположенные по адресу 634045, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 3 этаж, ауд. 309, 314 и 318. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная - 1шт.; Аудитория 309: 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) Аудитория 314: 16 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5; диагональ мониторов 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) Аудитория 318: 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).

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

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

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

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

### **14. Фонд оценочных средств**

#### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

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

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

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

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

**Моделирование устройств для систем беспроводной связи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Защищенные системы и сети связи**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

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

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- ст. преподаватель каф. ТОР Р. Р. Абенов
- доцент каф. ТОР А. А. Гельцер

Экзамен: 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-19	готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований	<p>Должен знать методы математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ; основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; ;</p> <p>Должен уметь проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных телекоммуникационных устройствах, проектировать и рассчитывать их; 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; ;</p> <p>Должен владеть навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики; навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования.;</p>
ПК-15	умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию	

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 понимани-	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, аб-	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы

	ем границ применимости	страгирования проблем	
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-19

ПК-19: готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований.

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	основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем;	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;	навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Экзамен;</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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знает основные алго-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет проводить ма-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уверенно владеет на-</li> </ul>



(высокий уровень)	<p>ритмы и устройства цифровой обработки сигналов; ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знает принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи;;</li> <li>• знает современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем;;</li> </ul>	<p>тематический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов;;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем;;</li> </ul>	<p>выками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования;;</p>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знает основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов;;</li> <li>• знает современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет проводить тематический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знаком с основными алгоритмами и устройствами цифровой обработки сигналов;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• на базовом уровне может анализировать физические процессы в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет базовыми навыками экспериментального исследования электрических цепей в рамках физического и математического моделирования.;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ПК-15

ПК-15: умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию.

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	<p>методы математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;</p>	<p>проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных телекоммуникационных устройствах, проектировать и рассчитывать их;</p>	<p>навыками алгоритмизации краевых задач электродинамики;</p>
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>знает методы математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>умеет проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных телекоммуникационных устройствах, а также проектировать и рассчитывать их;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>хорошо владеет навыками разработки и оформления различной проектной и технической документацией;;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>знает методы математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>проводит самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных телекоммуникационных устройствах;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>владеет базовыми навыками разработки и оформления различной проектной и технической документацией;;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>знаком с методами математического моделирования инфокоммуникационных процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>знаком с методами анализа физических процессов, происходящих в электронных телекоммуникационных устройствах;;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>владеет навыками работы с технической документацией;;</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 Темы опросов на занятиях

- Типичная функциональная схема и основные преобразования. Основная терминология.
- Распределение ресурса связи. Системы множественного доступа и архитектура. Алго-

ритмы и методы множественного доступа. Пространственно-временное кодирование.

– Семейство технологий xDSL. Технология Bluetooth. Беспроводная связь Wi-Fi, WiMAX, LTE.

– Виды синхронизации. Символьная синхронизация. Кадровая синхронизация. Сетевая синхронизация.

– Типы цифровых фильтров. Разработка КИХ-фильтров. Разработка БИХ-фильтров. Реализация КИХ-фильтров. Реализация БИХ-фильтров.

– Линейное эквалайзирование. Эквалайзирование с обратной связью по решению. Адаптивный линейный эквалайзер. Адаптивный эквалайзер с обратной связью по решению.

– Моделирование приемо-передающих устройств. Моделирование потока пакетов в сети из многих устройств. Моделирование протоколов на различных уровнях OSI.

– Перспективы развития беспроводных телекоммуникационных систем связи.

### **3.2 Экзаменационные вопросы**

– Типичная функциональная схема и основные преобразования. Основная терминология. Распределение ресурса связи. Системы множественного доступа и архитектура. Алгоритмы и методы множественного доступа. Пространственно-временное кодирование. Семейство технологий xDSL. Технология Bluetooth. Беспроводная связь Wi-Fi, WiMAX, LTE. Виды синхронизации. Символьная синхронизация. Кадровая синхронизация. Сетевая синхронизация. Типы цифровых фильтров. Разработка КИХ-фильтров. Разработка БИХ-фильтров. Реализация КИХ-фильтров. Реализация БИХ-фильтров. Линейное эквалайзирование. Эквалайзирование с обратной связью по решению. Адаптивный линейный эквалайзер. Адаптивный эквалайзер с обратной связью по решению. Моделирование приемо-передающих устройств. Моделирование потока пакетов в сети из многих устройств. Моделирование протоколов на различных уровнях OSI. Перспективы развития беспроводных телекоммуникационных систем связи.

### **3.3 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

– Распределение ресурса связи. Системы множественного доступа и архитектура. Алгоритмы и методы множественного доступа. Пространственно-временное кодирование.

– Виды синхронизации. Символьная синхронизация. Кадровая синхронизация. Сетевая синхронизация.

– Линейное эквалайзирование. Эквалайзирование с обратной связью по решению. Адаптивный линейный эквалайзер. Адаптивный эквалайзер с обратной связью по решению.

– Моделирование приемо-передающих устройств. Моделирование потока пакетов в сети из многих устройств. Моделирование протоколов на различных уровнях OSI.

### **3.4 Темы лабораторных работ**

– Изучение основ работы в MATLAB Simulink

– Моделирование передающей части цифровой системы связи

– Моделирование канала связи.

– Моделирование приемной части цифровой системы связи

– Моделирование системы восстановления несущего колебания

– Моделирование петли символьной синхронизации

## **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. Системы подвижной радиосвязи : Пер. с польск. / К. Весоловский ; пер. : Н. И. Рудинский ; ред. пер. : А. И. Ледовский. - М. : Горячая линия-Телеком, 2006. - 536 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

2. Телекоммуникационные системы и сети : учебное пособие для вузов: В 3 т. / ред. В. П.

Шувалов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005 - . - (Учебное пособие. Специальность для высших учебных заведений). - ISBN 5-93517-109-0. Т. 2 : Радиосвязь, радиовещание, телевидение : Учебное пособие для вузов / Г. П. Катунин [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 672 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 72 экз.)

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Передача данных в сетях мобильной связи третьего поколения / В. В. Величко ; ред. : Ю. Б. Зубарев. - М. : Радио и связь, 2005 ; М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 331[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.)

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

1. Моделирование устройств для систем беспроводной связи: Методическое пособие для практических занятий и организации самостоятельной работы студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 96 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3866>, свободный.

2. Моделирование устройств для систем беспроводной связи: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3865>, свободный.

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

1. <http://www.dsplib.ru/>
2. <http://omoled.ru/>
3. <https://habrahabr.ru/>