

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 радиоэлектронных систем**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	40	40	часов
3	Лабораторные занятия	32	32	часов
4	Всего аудиторных занятий	108	108	часов
5	Из них в интерактивной форме	23	23	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр

Томск 2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

зав. кафедрой каф. ТОР \_\_\_\_\_ Демидов А. Я.

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_ Демидов А. Я.

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

Декан РТФ \_\_\_\_\_ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.  
СВЧиКР \_\_\_\_\_ Шарангович С. Н.

Эксперты:

Профессор каф. СВЧиКР \_\_\_\_\_ Мандель А. Е.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Базовая теоретическая подготовка по методам и основам моделирования.

Освоение методов имитационного моделирования.

Освоение современных инструментов моделирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Освоение методологических основ моделирования и принципов системного подхода
- Получение устойчивых навыков практической работы по моделированию беспроводных систем связи.
- 
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Основы компьютерного проектирования РЭС.

Последующими дисциплинами являются: Многоканальные цифровые системы передачи.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основы имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.
- **уметь** строить имитационные модели устройств радиоэлектронных систем; анализировать чувствительность ранее построенной модели; формулировать задачи, которые необходимо решить имитационным моделированием.
- **владеть** современными технологиями имитационного моделирования; навыками планирования и проведения эксперимента.

## 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)	108	108
Лекции	36	36
Практические занятия	40	40
Лабораторные занятия	32	32
Из них в интерактивной форме	23	23
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10
Проработка лекционного материала	16	16
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	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	(без экзамена) Всего часов	Формируемые компетенции
1	Методологические основы моделирования	2	0	4	3	9	ПК-1
2	Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	4	8	8	4	24	ПК-1
3	Моделирование сигналов в системах передачи информации	8	14	8	6	36	ПК-1
4	Моделирование каналов с множественным доступом	4	0	0	2	6	ПК-1
5	Моделирование сигналов с расширением спектра	4	6	4	6	20	ПК-1
6	Моделирование пространственно-временного кодирования	2	0	0	2	4	ПК-1
7	Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	6	8	8	6	28	ПК-1
8	Моделирование радиорелейных систем связи	2	4	0	4	10	ПК-1
9	Моделирование спутниковых систем связи	4	0	0	3	7	ПК-1
	Итого	36	40	32	36	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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
6 семестр			
1 Методологические основы моделирования	Основные положения, Классификация моделей, Принципы построение математических моделей, Принципы системного подхода в моделировании, Понятие о вычислительном эксперименте	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Цифровой канал связи, модели физических каналов, линейный фильтрующий канал, линейный фильтрующий канал с переменными параметрами	4	ПК-1
	Итого	4	
3 Моделирование сигналов в системах передачи информации	Представление полосовых сигналов, комплексная огибающая, векторное представление сигнала, квадратурный модулятор, межсимвольная интерференция фильтр Найквиста, формирующий фильтр Найквиста для устранения МСИ, физически-реализуемый формирующий фильтр «приподнятого косинуса», формирующий фильтр для согласованного приема сигналов. Фильтр «корень из приподнятого косинуса», квадратурная фазовая модуляция (QPSK), структурная схема QPSK модулятора, моделирование спектра QPSK сигнала с помощью фильтров Найквиста, модуляция $\pi/4$ DQPSK, ортогональная модуляция, биортогональные сигналы, демодуляция (корреляционный прием) ортогональных сигналов, оценки помехоустойчивости при когерентном приеме, ортогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)	8	ПК-1

	Итого	8	
4 Моделирование каналов с множественным доступом	Множественный доступ с частотным разделением, множественный доступ с временным разделением, множественный доступ с кодовым разделением, множественной доступ с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDMA)	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Моделирование сигналов с расширением спектра	Псевдослучайные последовательности и их свойства, линейные последовательности максимальной длины (m-последовательности), последовательности Голда (g-последовательности), последовательности Касами (k-последовательности).	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Моделирование пространственно-временного кодирования	Канал передачи данных для систем ММО 2×2, методы оценки сообщения по принимаемому сигналу	2	ПК-1
	Итого	2	
7 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Системы GSM, радиодоступ, системы UMTS и EDGE, CDMA2000, эволюция систем подвижной связи второго поколения в системы третьего поколения, дуплексная передача данных, оборудование подвижной связи, канал синхронизации, передача соединения – хэндовер, пакеты данных и произвольного доступа, физические восходящий и нисходящий разделяемые каналы, помеховое влияние пользователей друг на друга	6	ПК-1
	Итого	6	
8 Моделирование радиорелейных систем связи	Общие принципы построения РРЛ, построение пролетов ЦРРЛ, расчет уровней сигналов	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Моделирование спутниковых систем связи	Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов, спутниковые системы связи с использованием негеостационарных	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		36	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										
1	Основы компьютерного проектирования РЭС		+							
Последующие дисциплины										
1	Многоканальные цифровые системы передачи		+			+				

### 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 занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

### 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				
Приглашение специалистов	8			8
Исследовательский метод		7		7
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			8	8

Итого за семестр:	8	7	8	23
Итого	8	7	8	23

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
<b>6 семестр</b>			
1 Методологические основы моделирования	Библиотеки Simulink, создание простой модели	4	
	Итого	4	
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Моделирование передающей части цифровой системы связи	8	
	Итого	8	
3 Моделирование сигналов в системах передачи информации	Моделирование приемника цифровой системы связи	8	
	Итого	8	
5 Моделирование сигналов с расширением спектра	Моделирование системы восстановления несущего колебания	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Моделирование петли символьной синхронизации	8	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		32	

### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые



6 семестр			
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Цифровая многопозиционная модуляция QAM, APSK	8	ПК-1
	Итого	8	
3 Моделирование сигналов в системах передачи информации	OFDM модуляция, формирование OFDM символа	6	ПК-1
	аврв	8	
	Итого	14	
5 Моделирование сигналов с расширением спектра	Алгоритм генерирования m-последовательности, последовательности Голда и Касами.	6	ПК-1
	Итого	6	
7 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Системы GSM, радиодоступ, системы UMTS и EDGE, CDMA2000, эволюция систем подвижной связи второго поколения в системы третьего поколения, дуплексная передача данных, оборудование подвижной связи, канал синхронизации, передача соединения – хэндовер, пакеты данных и произвольного доступа, физические восходящий и нисходящий разделяемые каналы, помеховое влияние пользователей друг на друга	8	ПК-1
	Итого	8	
8 Моделирование радиорелейных систем связи	Расчет пролета РРЛ прямой видимости	4	
	Итого	4	
Итого за семестр		40	

### 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	ч Трудоемкость	формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Методологические основы моделирования	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос
	Оформление отчетов по	2		

	лабораторным работам			на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Итого	3		
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	4		
3 Моделирование сигналов в системах передачи информации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
4 Моделирование каналов с множественным доступом	Проработка лекционного материала	2		Опрос на занятиях
	Итого	2		
5 Моделирование сигналов с расширением спектра	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
6 Моделирование пространственно-временного кодирования	Проработка лекционного материала	2	ПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
7 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
8 Моделирование радиорелейных систем связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Домашнее задание, Конспект самоподготовки
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		

9 Моделирование спутниковых систем связи	Проработка лекционного материала	3	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	3		
Итого за семестр		36		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		72		

## 10. Курсовая работа

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
6 семестр				
Домашнее задание	8	8	4	20
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Опрос на занятиях	4	4	2	10
Отчет по лабораторной работе	10	10	5	25
Итого максимум за период	27	27	16	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	27	54	70	100

### 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	С (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. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### **12.2. Дополнительная литература**

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

### **12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

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: <http://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» / Абенев Р. Р. - 2014. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3865>, свободный.

3. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Абенев Р. Р., Гельцер А. А. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2948>, свободный.

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

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

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории 309,313,318 каф. ТОР оснащены необходимым оборудованием и лицензионным программным обеспечением для проведения лабораторных работ и практических занятий.

## **14. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

## **15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Без рекомендаций.

**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 радиоэлектронных систем**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:

– зав. кафедрой каф. ТОР Демидов А. Я.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2016

## 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-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Должен знать основы имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.; Должен уметь строить имитационные модели устройств радиоэлектронных систем; анализировать чувствительность ранее построенной модели; формулировать задачи, которые необходимо решить имитационным моделированием.; Должен владеть современными технологиями имитационного моделирования; навыками планирования и проведения эксперимента.;

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-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

компетенции, применяемые для этого вида занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основы имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.	строить имитационные модели инфокоммуникационных систем и сетей; анализировать чувствительность ранее построенной модели; планировать эксперимент; формулировать задачи, которые необходимо решить имитационным моделированием.	современными технологиями имитационного моделирования; навыками планирования и проведения эксперимента.
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 занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</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 занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</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 (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;</li> </ul>
Хорошо (базовый)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет</li> </ul>

уровень)	принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;	ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает базовыми общими знаниями;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении;</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

- Модель цифрового канала связи;
- Комплексное представление сигналов, комплексная огибающая;
- Векторное представление сигнала, квадратурный модулятор;
- Межсимвольная интерференция фильтр Найквиста, формирующий фильтр Найквиста для устранения МСИ
- Ортогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)
- Множественный доступ с частотным разделением
- Множественный доступ с временным разделением.
- Множественный доступ с кодовым разделением.
- Множественной доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA).

#### 3.2 Темы домашних заданий

- Модель шумоподобного сигнала
- Модель формирования OFDM символа
- Модель CDMA канала
- Модель OFDMA канала
- Модель канала передачи данных для систем MIMO 2×2

#### 3.3 Темы опросов на занятиях

- Цифровой канал связи, модели физических каналов, линейный фильтрующий канал, линейный фильтрующий канал с переменными параметрами
- Множественный доступ с частотным разделением, множественный доступ с временным разделением, множественный доступ с кодовым разделением, множественной доступ с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDMA)
- Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов, спутниковые системы связи с использованием негеостационарных

#### 3.4 Экзаменационные вопросы

- Принципы построение математических моделей
- Принципы системного подхода в моделировании
- Цифровой канал связи, модели физических каналов
- Векторное представление сигнала, квадратурный модулятор
- Межсимвольная интерференция фильтр Найквиста
- Многопозиционная квадратурная модуляция
- Многопозиционная OFDM модуляция
- Модель системы связи с частотным уплотнением каналов (FDMA)



- Модель системы связи с временным уплотнением каналов(TDMA)
- Модель системы связи с частотным ортогональным уплотнением каналов(OFDMA)
- Псевдослучайные последовательности и их свойства, линейные последовательности максимальной длины
- Последовательности Голда (g-последовательности), последовательности Касами (k-последовательности).
- Канал передачи данных для систем ММО 2×2
- Системы подвижной связи второго поколения
- Построение пролетов ЦРРЛ, расчет уровней сигналов
- Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов

### **3.5 Темы лабораторных работ**

- Моделирование приемника цифровой системы связи
- Моделирование передающей 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. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

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

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

#### **4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

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: <http://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: <http://edu.tusur.ru/publications/3865>, свободный.
3. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Абенов Р. Р., Гельцер А. А. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2948>, свободный.

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

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