

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 и систем связи

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Инфокоммуникационные системы беспроводного широкополосного доступа**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности   | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|-----------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                      | 18        | 18    | часов   |
| 2 | Практические занятия        | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Лабораторные занятия        | 24        | 24    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий    | 60        | 60    | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа      | 84        | 84    | 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   | 3.Е     |

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

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

Эксперты:

доцент каф.ТОР \_\_\_\_\_ Богомолов С. И.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Базовая теоретическая подготовка по методам моделирования.  
Освоение методов математического и 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 и систем связи» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Основы научных исследований и защита интеллектуальной собственности.

Последующими дисциплинами являются: Системы мобильной связи, Системы радиодоступа.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- ОПК-3 способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС;
- ПК-9 способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основы математического и имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.
- **уметь** создавать математические и имитационные модели устройств и систем связи; анализировать устойчивость и чувствительность модели к возмущениям; формулировать задачи, которые необходимо решать методами математического или имитационным моделированием.
- **владеть** современными методами и технологиями математического и 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  |
|--|-------------|-----------|
|  |             | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                 | 60          | 60        |
| Лекции                                     | 18          | 18        |
| Практические занятия                       | 18          | 18        |
| Лабораторные занятия                       | 24          | 24        |
| Самостоятельная работа (всего)             | 84          | 84        |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 24          | 24        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Проработка лекционного материала              | 12  | 12  |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 48  | 48  |
| 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 | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | Современное состояние проблемы моделирования телекоммуникационных сетей и систем. | 1      | 0                    | 0                   | 1                      | 2                          | ОК-1, ОПК-3             |
| 2 | Принципы системного подхода в моделировании                                       | 1      | 0                    | 0                   | 1                      | 2                          | ОК-1, ОПК-3             |
| 3 | Моделирование случайных величин и процессов                                       | 4      | 4                    | 0                   | 17                     | 25                         | ОПК-3, ПК-9             |
| 4 | Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи.                         | 2      | 0                    | 4                   | 8                      | 14                         | ОПК-3, ПК-9             |
| 5 | Моделирование каналов современных систем связи.                                   | 10     | 14                   | 20                  | 57                     | 101                        | ОК-1, ОПК-3, ПК-9       |
|   | Итого   | 18     | 18                   | 24                  | 84                     | 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 |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр   |   |                 |                         |
| 1 Современное состояние проблемы моделирования телекоммуникационных сетей и систем. | Предмет и задачи курса. Современное состояние и перспективы развития методов и технологий моделирования устройств и систем связи. Основные принципы построения моделей телекоммуникационных систем. | 1               | ОК-1, ОПК-3             |
|   | Итого   | 1               |                         |
| 2 Принципы системного подхода в моделировании                                       | Виды моделирования; системный подход в моделировании, сущность мягкого и жесткого системного  | 1               | ОК-1, ОПК-3             |

|   |  |    |             |
|---|--|----|-------------|
|   | подхода.Формализация и алгоритмизация процессов функционирования устройств и систем;   |    |             |
|   | Итого  | 1  |             |
| 3 Моделирование случайных величин и процессов               | Моделирование марковских случайных процессов.Дискретные модели линейных стационарных систем и стационарных случайных процессов. Моделирование многомерных дискретных случайных полей.  | 4  | ОПК-3, ПК-9 |
|   | Итого  | 4  |             |
| 4 Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи. | Программная среда Matlab и пакет визуального моделирования Simulink. Интерфейс среды Matlab. Создание и маскирование подсистем.  | 2  | ОПК-3       |
|   | Итого  | 2  |             |
| 5 Моделирование каналов современных систем связи.           | Модели сигналов и помех в системах связи Модели дискретных каналов. Линейная модуляция. Демодуляция сигналов. Модели уровня звена данных телекоммуникационных систем. Пуассоновские модели. Марковские модели протоколов множественного доступа. | 4  | ОПК-3, ПК-9 |
|   | Многопозиционная модуляция QAM, APSK. OFDM модуляция.  | 2  |             |
|   | Множественный доступ с ортогональным кодовым (CDMA) и частотным (OFDMA) разделением каналов.   | 2  |             |
|   | Методы моделирования каналов связи с многолучевым распространением радиоволн   | 2  |             |
|   | Итого  | 10 |             |
| Итого за семестр  |  | 18 |             |

### 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 представ-лены 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 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Основы научных исследований и защита интеллектуальной | +   | + |   |   |   |

|                        |                         |  |  |   |  |   |
|------------------------|-------------------------|--|--|---|--|---|
|                        | собственности           |  |  |   |  |   |
| Последующие дисциплины |                         |  |  |   |  |   |
| 1                      | Системы мобильной связи |  |  |   |  | + |
| 2                      | Системы радиодоступа    |  |  | + |  | + |

#### 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 |   |
| ОК-1        | +            | +                    |                      | +                      | Домашнее задание, Опрос на занятиях                               |
| ОПК-3       | +            | +                    | +                    | +                      | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |
| ПК-9        | +            |                      | +                    | +                      | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях                   |

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

#### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов   | Содержание лабораторных работ            | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр   |  |                 |                         |
| 4 Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи. | Основы моделирования в SystemVue         | 4               | ПК-9                    |
|   | Итого                                    | 4               |                         |
| 5 Моделирование каналов современных систем связи.           | OFDM – модуляция                         | 4               | ОПК-3,<br>ПК-9          |
|   | UQPSK и GMSK модуляции                   | 4               |                         |
|   | Процедура первичной синхронизации в LTE. | 4               |                         |
|   | Структура физического уровня LTE         | 4               |                         |
|   | Процедура случайного доступа LTE         | 4               |                         |
|   | Итого                                    | 20              |                         |
| Итого за семестр  |  | 24              |                         |

#### 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов                                 | Содержание практических занятий  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|--|-----------------|-------------------------|
| <b>1 семестр</b>                                  |  |                 |                         |
| 3 Моделирование случайных величин и процессов     | Оптимальное распределение информационных потоков в системах беспроводной передачи данных           | 4               | ОПК-3                   |
|   | Итого  | 4               |                         |
| 5 Моделирование каналов современных систем связи. | Расчет пропускной способности OFDMA систем в канале с белым гауссовым шумом                        | 4               | ОПК-3                   |
|   | Расчет пропускной способности OFDMA систем в канале с плоским и селективным замиранием.            | 4               |                         |
|   | Формирование и обработка сигнально кодовых конструкций широкополосных систем беспроводного доступа | 6               |                         |
|   | Итого  | 14              |                         |
| 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>1 семестр</b>  |   |                 |                         |  |
| 1 Современное состояние проблемы моделирования телекоммуникационных сетей и систем. | Проработка лекционного материала              | 1               | ОК-1, ОПК-3             | Опрос на занятиях                        |
|   | Итого   | 1               |                         |  |
| 2 Принципы системного подхода в моделировании                                       | Проработка лекционного материала              | 1               | ОК-1, ОПК-3             | Опрос на занятиях                        |
|   | Итого   | 1               |                         |  |
| 3 Моделирование случайных величин и процессов                                       | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16              | ОПК-3, ПК-9             | Домашнее задание, Опрос на занятиях      |
|   | Проработка лекционного материала              | 1               |                         |  |
|   | Итого   | 17              |                         |  |
| 4 Пакеты и прикладные программы   | Проработка лекционного материала              | 4               | ОПК-3, ПК-9             | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной |

|   |   |     |                   |   |
|---|---|-----|-------------------|---|
| моделирования систем связи.                       | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 4   |                   | работе  |
|   | Итого   | 8   |                   |   |
| 5 Моделирование каналов современных систем связи. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 32  | ОК-1, ОПК-3, ПК-9 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
|   | Проработка лекционного материала              | 5   |                   |   |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 20  |                   |   |
|   | Итого   | 57  |                   |   |
| Итого за семестр                                  |   | 84  |                   |   |
|   | Подготовка к экзамену                         | 36  |                   | Экзамен   |
| Итого   |   | 120 |                   |   |

### 9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Основы моделирования в SystemVue

### 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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 1 семестр                     |  |   |   |                  |
| Домашнее задание              | 5  | 10  | 5   | 20               |
| Опрос на занятиях             | 5  | 10  | 5   | 20               |
| Отчет по лабораторной работе  | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Итого максимум за период      | 20   | 30  | 20  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 20   | 50  | 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                              |  |                         |
| 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.)
2. 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.)
2. Системы LTE: Лабораторный практикум / Крюков Я. В., Демидов А. Я., Попова К. Ю. - 2015. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4982>, свободный.

### 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 «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 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенев Р. Р. - 2014. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3865>, свободный.
3. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5107>, 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 и систем связи**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль): **Инфокоммуникационные системы беспроводного широкополосного доступа**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

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

Экзамен: 1 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  |
|-------|---|---|
| ОК-1  | способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу  | Должен знать основы математического и имитационного моделирования; основы планирования эксперимента. ;<br>Должен уметь создавать математические и имитационные модели устройств и систем связи; анализировать устойчивость и чувствительность модели к возмущениям; формулировать задачи, которые необходимо решать методами математического или имитационного моделирования.;<br>Должен владеть современными методами и технологиями математического и имитационного моделирования; навыками планирования и проведения эксперимента; |
| ОПК-3 | способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС  |   |
| ПК-9  | способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы |   |

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 ОК-1

ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.

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                | Должен знать: основные принципы построения математических и имитационных моделей устройств и систем связи; принципы построения современных систем многоканальной связи.                            | Должен уметь: анализировать математические алгоритмы работы устройств систем связи, выявлять допустимые условия применимости математической или имитационной модели.                               | Должен владеть: способностью к абстрактному мышлению, критическому анализу результатов моделирования.        |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <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>• 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>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <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 ;</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 уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</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>  |

## 2.2 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС.

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                | Должен знать: принципы построения современных и перспективных систем многоканальной связи; методы математического и имитационного моделирования, методы расчета типовых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современное состояние цифровых устройств формирования и обработки транспортных сигналов систем связи и перспективные направления развития. | Должен уметь: формулировать основные технические требования к задачам моделирования устройств современных систем связи; проводить математический анализ процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов . | Должен владеть: навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных устройств систем связи; экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках имитационного и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов цифровых систем передачи информации. |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <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>• 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>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>   |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <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>• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;</li> </ul> |

|                                       |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|
|                                       | изучаемой области с ;  | абстрагирования проблем;   |  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</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>  |

### 2.3 Компетенция ПК-9

ПК-9: способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|-------------------|---|---|--|
| Содержание этапов | Должен знать: состояние современных программно-аппаратных решений ведущих фирм в области научно-исследовательских и производственных задач; программно-аппаратные платформы моделирования и разработки устройств и блоков современных и перспективных систем связи. | Должен уметь: выбирать методы экспериментальной работы: самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач; использовать современные программно-аппаратные платформы для решения задач математического и имитационного моделирования | Должен владеть: навыками экспериментально-исследовательской работы в области устройств связи, программирования математических моделей и реализации имитационных моделей на современных программно-аппаратных платформах, |
| Виды занятий      | <ul style="list-style-type: none"> <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>• 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>• Лабораторные занятия;</li> <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 8.

Таблица 8 – 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 ;</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 уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;</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 Темы домашних заданий

- Распределение информационных потоков в системах беспроводной передачи данных.
- Пропускная способность OFDMA систем в канале с белым гауссовым шумом.
- Пропускная способность OFDMA систем в канале с плоским и селективным замиранием.
- Формирование и обработка сигнально кодовых конструкций широкополосных систем беспроводного доступа.

#### 3.2 Темы опросов на занятиях

- Основы моделирования в SystemVue

#### 3.3 Экзаменационные вопросы

- Основные принципы построения моделей телекоммуникационных систем.
- Виды моделирования, системный подход в моделировании, сущность мягкого и жесткого системного подхода.
- Модели марковских случайных процессов
- Дискретные модели линейных стационарных систем и стационарных случайных процессов
- Программная среда Matlab, пакет визуального моделирования Simulink, интерфейс среды Matlab, создание и маскирование подсистем.



- Программная среда SystemVue, пакет визуального моделирования SystemVue Интерфейс среды SystemVue.
- Модели уровня звена данных телекоммуникационных систем.
- Методы моделирования протоколов множественного доступа, Пуассоновские модели.
- Методы моделирования протоколов множественного доступа, Марковские модели протоколов множественного доступа.
- Модели дискретных каналов. Модели физического уровня телекоммуникационных систем.
- Модели сигналов и помех в системах связи
- Линейная модуляция. Демодуляция сигналов
- Ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM).
- Множественный доступ с ортогональным кодовым (CDMA) разделением каналов
- Множественный доступ с ортогональным частотным (OFDMA) разделением каналов

### **3.4 Темы лабораторных работ**

- Основы моделирования в SystemVue
- OFDM – модуляция
- UQPSK и GMSK модуляции
- Процедура первичной синхронизации в LTE.
- Структура физического уровня LTE
- Процедура случайного доступа LTE

### **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.)
2. 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.)
2. Системы LTE: Лабораторный практикум / Крюков Я. В., Демидов А. Я., Попова К. Ю. - 2015. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/4982>, свободный.

#### **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 «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 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3865>, свободный.
3. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5107>, 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