**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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
**Видеоинформационные технологии и цифровое телевидение**
**Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**
**Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 24 | 24 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 12 | 12 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 52 | 52 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 92 | 92 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е |

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13350

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от « 19 » 1 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТОР _____ Литвинов Р. В.

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 кафедра ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 13350

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение методологии использования математического аппарата при описании сигналов, случайных процессов и полей, устройств и систем. Решение задач адекватного выбора математических моделей сигналов для радиотехнических систем различного назначения, анализ и моделирование оптимальных и квазиоптимальных процедур извлечения информации из принимаемых сигналов.

### 1.2. Задачи дисциплины

– В процессе подготовки студент должен сформировать навыки моделирования сигналов, процессов и результатов их преобразования в радиотехнических системах с использованием современного математического аппарата.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» (Б1.Б.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Имитационное моделирование радиотехнических устройств, Радиотехнические системы передачи информации.

Последующими дисциплинами являются: .

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

– ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

– ПК-3 способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - физические и математические модели и методы моделирования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем.

– **уметь** - формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем.

– **владеть** - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |

Согласована на портале № 13350

| | | |
|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 52 | 52 |
| Лекции | 24 | 24 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные работы | 12 | 12 |
| Самостоятельная работа (всего) | 92 | 92 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 45 | 45 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 35 | 35 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Общая трудоемкость ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

## 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 | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | |
| 1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств | 2 | 1 | 0 | 25 | 28 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| 2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем. | 8 | 5 | 0 | 20 | 33 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | 8 | 5 | 6 | 21 | 40 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | 6 | 5 | 6 | 26 | 43 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| Итого за семестр | 24 | 16 | 12 | 92 | 144 | |
| Итого | 24 | 16 | 12 | 92 | 144 | |

Согласована на портале № 13350

**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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств | Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств. Обобщенная схема. Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования | 2 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем. | Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств. Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. Математическая модель элементов базиса для НЧ и ВЧ частей системы. | 8 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Моделирование случайных радиосигналов и помех. Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании. Сравнительный анализ методов моделирования | 8 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы | 6 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 24 | |

### 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Имитационное моделирование радиотехнических устройств | + | + | + | + |
| 2 Радиотехнические системы передачи информации | + | + | + | + |

### 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 | |
| ОПК-2 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |
| ОПК-4 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |
| ПК-2 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |

Согласована на портале № 13350

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК-3 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |

## 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 | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Моделирование случайных величин с заданнойплотностью распределения вероятностей | 3 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ | 3 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | Вычисление многомерных интегралов методом Монте Карло. Алгоритм имитации n-мерного гауссовского вектора | 3 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Моделирование гауссовского стационарного случайного процесса с заданной корреляционной функцией. | 3 | |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 13350

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств | Практическое занятия № 1 Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств. | 1 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем. | Практические занятие № 2 и 3Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. | 5 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 5 | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Практическое занятие № 4 и 5Моделирование случайных радиосигналов и помех. Расчет математической модели звена «нелинейный элемент – идеальный полосовой фильтр n-ой спектральной зоны». | 5 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 5 | |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | Практическое занятие № 6 и 7Расчет математической модели стационарного нормального случайного процесса с заданным энергетическим спектром. Методы формирования стационарных процессов с произвольным энергетическим спектром. | 5 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 |
| | Итого | 5 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Согласована на портале № 13350

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 15 | | |
| | Итого | 25 | | |
| 2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 | Дифференцированный зачет |
| | Проработка лекционного материала | 10 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 10 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Итого | 21 | | |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 10 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |

Согласована на портале № 13350

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 26 | | |
| Итого за семестр | | 92 | | |
| Итого | | 92 | | |

### 9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Моделирование случайных радиосигналов и помех
2. Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств
3. Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.
4. Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

5. Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы
6. Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании
7. Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. Математическая модель элементов базиса для НЧ и ВЧ частей системы.
8. Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования.

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Дифференцированный зачет | 20 | 10 | 20 | 50 |
| Отчет по лабораторной работе | 20 | 10 | 20 | 50 |
| Итого максимум за период | 40 | 20 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 40 | 60 | 100 | 100 |

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

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

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

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

Согласована на портале № 13350

### 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) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 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. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799, дата обращения: 13.02.2017.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798, дата обращения: 13.02.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Ганеев Р. М. Математические модели в задачах обработки сигналов : Справочное пособие / Р. М. Ганеев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004-79 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебное пособие / Гельцер А. А. - 2013. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2947, дата обращения: 13.02.2017.

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электротехника и электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов ТУСУР по дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Анализ динамических систем», «Теория цепей и сигналов» / Ганджа Т. В., Коваленко В. Е. - 2015. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5045, дата обращения: 13.02.2017.

2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Гельцер А. А., Абенов Р. Р. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2948, дата обращения: 13.02.2017.

3. Исследование работы фотоприёмного устройства волоконно-оптической системы связи методом математического моделирования: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Шандаров В. М. - 2011. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/85, дата обращения: 13.02.2017.

4. Демидов, А. Я. Методы моделирования и оптимизации телекоммуникационных систем и сетей: Методическое пособие к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Демидов А. Я. — Томск: ТУСУР, 2012. — 19 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2841.

5. Абенов, Р. Р. Моделирование устройств для систем беспроводной связи: Методические

Согласована на портале № 13350

указания к лабораторным работам для студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [Электронный ресурс] / Абенов Р. Р. — Томск: ТУСУР, 2014. — 60 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3865.

#### 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. 1. Сайт кафедры ТОР на образовательном портале ТУСУРа;
2. 2. Локальная сеть кафедры ТОР: Students\Фамилия преподавателя\ Название файла

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплин

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,3 этаж, ауд.318, 313,314. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74,3 этаж, ауд .318, 313,314. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003 Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную

Согласована на портале № 13350

информационно-образовательную среду университета.

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

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

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

При обучении студентов **с нарушениями 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;

Согласована на портале № 13350

– 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.

Согласована на портале № 13350

**Приложение 1**

**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

# Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:
- доцент каф. ТОР Литвинов Р. В.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 13350

## 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 |
|---|---|---|
| ОПК-2 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры | Должен знать - физические и математические модели и методы моделирования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем. ; Должен уметь - формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. ; Должен владеть - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники. ; |
| ОПК-4 | способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области | |
| ОПК-5 | готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы | |
| ПК-2 | способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ | |
| ПК-3 | способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования | |

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 |
| Удовлетворительн | Обладает базовыми | Обладает основными | Работает при прямом |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| о (пороговый уровень) | общими знаниями | умениями, требуемыми для выполнения простых задач | наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

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 технологические требования и области применения оборудования, средств и сооружений связи, используемых на ЕСЭ РФ | самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования | навыками логико-методологического анализа научного исследования и его результатов. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; |

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) | • 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 |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | обстоятельствам в решении проблем ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями ; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач; | • Работает при прямом наблюдении ; |

**2.2 Компетенция ОПК-4**

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

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 | основные технологические требования и области применения оборудования, средств и сооружений связи, используемых на ЕСЭ РФ | самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования | навыками логико-методологического анализа научного исследования и его результатов. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; |

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) | • 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 | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем | • Берет ответственность за завершение задач в исследовании, |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | области ; | в области исследования ; | 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 ; |

### 2.3 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной 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 | правила представления и защиты результатов выполненной работы | оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы | навыками оформления, представления и аргументированной защиты результатов выполненной работы |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; |

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) | • Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ; | • 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 |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | решении проблем; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает базовыми общими знаниями ; | • Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач ; | • Работает при прямом наблюдении ;; |

**2.4 Компетенция ПК-2**

ПК-2: способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | средства и методы моделирования систем видеонаблюдения с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ | выполнять моделирование систем видеонаблюдения с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ | навыками моделирование систем видеонаблюдения с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | 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 | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения | • Берет ответственность за завершение задач в |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | пределах изучаемой области; | определенных проблем в области исследования; | 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 ; |

**2.5 Компетенция ПК-3**

ПК-3: способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные технологические требования и области применения оборудования, средств и сооружений связи, используемых на ЕСЭ РФ | представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений; интерпретировать и представлять результаты научных исследований | навыками логико-методологического анализа научного исследования и его результатов. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Дифференцированный зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | 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, | • Обладает диапазоном практических умений, | • Берет ответственность за |

Согласована на портале № 13350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | общие понятия в пределах изучаемой области ; | требуемых для решения определенных проблем в области исследования; | 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 ; |

## 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 дифференцированного зачета

– Моделирование случайных радиосигналов и помех

– Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании

– Базис простейших элементов для ВЧ радиосистем. Базис простейших функциональных элементов для НЧ радиосистем и устройств. Математическая модель элементов базиса для НЧ и ВЧ частей системы.

– Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования.

– Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств

– Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.

– Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ

– Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы

### 3.2 Темы лабораторных работ

– Вычисление многомерных интегралов методом Монте Карло. Алгоритм имитации n-мерного гауссовского вектора

– Моделирование гауссовского стационарного случайного процесса с заданной корреляционной функцией

## 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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 2 Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 257 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2799, свободный.

2. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2798, свободный.

Согласована на портале № 13350

### 4.2. Дополнительная литература

1. Ганеев Р. М. Математические модели в задачах обработки сигналов : Справочное пособие / Р. М. Ганеев. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Горячая линия-Телеком, 2004-79 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебное пособие / Гельцер А. А. - 2013. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2947, свободный.

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Электротехника и электроника: Методические указания по самостоятельной работе для студентов ТУСУР по дисциплинам «Теоретические основы электротехники», «Анализ динамических систем», «Теория цепей и сигналов» / Ганджа Т. В., Коваленко В. Е. - 2015. 28 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5045, дата обращения: 13.02.2017.
2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Гельцер А. А., Абенов Р. Р. - 2013. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2948, дата обращения: 13.02.2017.
3. Исследование работы фотоприёмного устройства волоконно-оптической системы связи методом математического моделирования: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Шандаров В. М. - 2011. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/85, дата обращения: 13.02.2017.
4. Демидов, А. Я. Методы моделирования и оптимизации телекоммуникационных систем и сетей: Методическое пособие к лабораторным работам [Электронный ресурс] / Демидов А. Я. — Томск: ТУСУР, 2012. — 19 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2841.
5. Абенов, Р. Р. Моделирование устройств для систем беспроводной связи: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» [Электронный ресурс] / Абенов Р. Р. — Томск: ТУСУР, 2014. — 60 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3865.

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

1. 1. Сайт кафедры ТОР на образовательном портале ТУСУРа;
2. 2. Локальная сеть кафедры ТОР: Students\Фамилия преподавателя\ Название файла

Согласована на портале № 13350