**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): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 6 | 6 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 20 | 20 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 42 | 42 | часов |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 10 | 10 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 30 | 30 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| | | 2.0 | 2.0 | З.Е |

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21335

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от «13» 6 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. ТОР | _____ | Р. В. Литвинов |
| Заведующий обеспечивающей каф. ТОР | _____ | А. А. Гельцер |

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

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФВС | _____ | Л. А. Козлова |
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | _____ | Ю. А. Шурыгин |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| доцент кафедра ТОР | _____ | С. И. Богомолов |
| профессор каф. КСУП | _____ | В. М. Зюзьков |

Согласована на портале № 21335

## 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.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика) (рассред.).

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями;

– ПК-5 владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов;

– ПСК-3 умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР;

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 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 42 | 42 |
| Лекции | 6 | 6 |
| Практические занятия | 16 | 16 |

Согласована на портале № 21335

| | | |
|---|---|---|
| Лабораторные работы | 20 | 20 |
| Из них в интерактивной форме | 10 | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 30 | 30 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 5 | 5 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 13 | 13 |
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость ч | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы | 2.0 | 2.0 |

## 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | |
| 1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств | 1 | 1 | 0 | 4 | 6 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| 2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем. | 2 | 5 | 0 | 5 | 12 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | 2 | 5 | 8 | 12 | 27 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | 1 | 5 | 12 | 9 | 27 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| Итого за семестр | 6 | 16 | 20 | 30 | 72 | |
| Итого | 6 | 16 | 20 | 30 | 72 | |

### 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 21335

| 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 | 1 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Итого | 1 | |
| 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. | 2 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 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 | 2 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 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 | 1 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 6 | |

### 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 Автоматизация проектирования СВЧ интегральных схем и систем на кристалле | | + | | |
| 2 Практика по получению профессиональных | + | + | + | + |

Согласована на портале № 21335

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика) (рассред.) | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Научно-исследовательская работа (рассред.) | + | + | + | + |

**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-6 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |
| ПК-5 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |
| ПСК-3 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Дифференцированный зачет |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Мозговой штурм | 2 | | 1 | 3 |
| Работа в команде | 1 | 2 | 1 | 4 |
| Исследовательский метод | 1 | 2 | | 3 |
| Итого за семестр: | 4 | 4 | 2 | 10 |
| Итого | 4 | 4 | 2 | 10 |

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 21335

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Моделирование случайных величин с заданнойплотностью распределения вероятностей | 4 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Методы статистической теории проверки гипотез в задачах математического моделирования информационных систем на ЭВМ | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | Вычисление многомерных интегралов методом Монте Карло. Алгоритм имитации n-мерного гауссовского вектора | 6 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Моделирование гауссовского стационарного случайного процесса с заданной корреляционной функцией. | 6 | |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 20 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 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-6, ПК-5, ПСК-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-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Итого | 5 | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Практическое занятие № 4 и 5Моделирование случайных радиосигналов и помех. Расчет математической модели | 5 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 |

Согласована на портале № 21335

| | | | |
|---|---|---|---|
| | звена «нелинейный элемент – идеальный полосовой фильтр n-ой спектральной зоны». | | |
| | 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-6, ПК-5, ПСК-3 |
| | Итого | 5 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Роль математического моделирования при проектировании РТС и устройств | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Базис простейших функциональных элементов при моделировании ВЧ части системы с использованием комплексного описания сигналов и характеристик радиосистем. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 | Дифференцированный зачет |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 3 Моделирование радиосигналов и помех. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 5 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Оформление отчетов по | 3 | | |

Согласована на портале № 21335

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | лабораторным работам | | | |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-6, ПК-5, ПСК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 3 | | |
| | Итого | 9 | | |
| Итого за семестр | | 30 | | |
| Итого | | 30 | | |

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

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

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Особенности моделирования случайных сигналов и помех методом комплексных амплитуд. Метод формирующего фильтра. Факторизация спектра. Выбор интервала дискретизации при моделировании
2. Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования.
3. 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.
4. Оптимизация параметров и структуры системы при использовании математических моделей. Оценка показателей качества работы системы

## 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 |

Согласована на портале № 21335

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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 |

### 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: 05.06.2017.
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: 05.06.2017.

### 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: 05.06.2017.

### 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: 05.06.2017.
2. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: Учебно-методи-

Согласована на портале № 21335

ческое 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: 05.06.2017.

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: 05.06.2017.

### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 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.

Согласована на портале № 21335

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

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

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

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

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

При обучении студентов **с нарушениями 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 оценоч-

Согласована на портале № 21335

ных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 21335

**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): **09.04.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль): **Автоматизация проектирования микро- и наноэлектронных устройств для радиотехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

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

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21335

## 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-6 | способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями | Должен знать - физические и математические модели и методы моделирования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем. ;<br>Должен уметь - формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. ;<br>Должен владеть - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники. ; |
| ПК-5 | владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов | |
| ПСК-3 | умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР | |

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 ОПК-6

ОПК-6: способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 21335

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 | приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. | анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. | методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• 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) | • Полностью знает приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; | • Умеет свободно анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; | • Свободно владеет методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Знает основные приемы анализа профессиональной информации, | • Умеет анализировать профессиональную информацию, выделять в | • Свободно владеет основными методами анализа профессиональ- |

Согласована на портале № 21335

| | | | |
|---|---|---|---|
| | способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; | ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; | ной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает некоторые приемы анализа профессиональной информации, способы структурирования, оформления и представления в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; | • Умеет анализировать по шаблонам профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; | • Владеет некоторыми методами анализа профессиональной информации, а также развивать способности выделять в ней главное, уметь структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями. ; |

### 2.2 Компетенция ПК-5

ПК-5: владением существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов.

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 | существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. | использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. | навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые | • Отчет по лаборатор- | • Отчет по лаборатор- | • Отчет по лаборатор- |

Согласована на портале № 21335

| | | | |
|---|---|---|---|
| средства оценивания | ной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | ной работе;<br>• Дифференцированный зачет; | ной 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) | • Знает основные существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; | • Умеет свободно использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; | • Владеет навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Имеет представление об основных существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; | • Умеет самостоятельно использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; | • Частично владеет навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Дает определения существующим методам и алгоритмам решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; | • Показывает неполное, недостаточное умение использовать существующие методы и алгоритмы решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; | • Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками применения существующих методов и алгоритмов решения задач цифровой обработки сигналов при проектировании интегральных СВЧ антенн. ; |

### 2.3 Компетенция ПСК-3

ПСК-3: умением разрабатывать модели элементов СВЧ МИС и выполнять моделирование характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.

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 | основные линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС. | разрабатывать линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС. | навыками разработки линейных и нелинейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР. |
| Виды занятий | • Интерактивные прак- | • Интерактивные прак- | • Интерактивные прак- |

Согласована на портале № 21335

| | | | |
|---|---|---|---|
| | тические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | тические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | тические занятия;<br>• Интерактивные лабораторные занятия;<br>• 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) | • основные линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС. ; | • разрабатывать линейные и нелинейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС. ; | • навыками разработки линейных и нелинейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР. ; |
| Хорошо (базовый уровень) | • основные линейные модели элементов СВЧ МИС, алгоритмы моделирования характеристик СВЧ МИС. ; | • разрабатывать линейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать и анализировать характеристики СВЧ МИС. ; | • навыками разработки линейных моделей элементов СВЧ МИС, навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР. ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • основные линейные элементов СВЧ МИС. ; | • разрабатывать линейные модели элементов СВЧ МИС, рассчитывать характеристики СВЧ МИС. ; | • навыками моделирования характеристик СВЧ МИС на основе применения современных САПР.. ; |

## 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

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

Согласована на портале № 21335

– Особенности моделирования РТС на функциональном этапе проектирования.

– 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.

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

– Моделирование случайных радиосигналов и помех

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

– Метод статистических эквивалентов при моделировании РТС и устройств.

– Комплексное представление радиосигналов и помех. Комплексное представление радиотехнических устройств

### 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.

### 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, свободный.

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, свободный.

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, свободный.

Согласована на портале № 21335

**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 № 21335