

0/6

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по образовательной деятельности

 А.А. Панфилов

« 02 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.04.01 - Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная подготовка

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контро- ля (экз./зачет)
1	5/180	-	54	-	90	Экзамен (36)
Итого	5/180	-	54	-	90	Экзамен (36)

Владимир 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем" являются:

1. Знакомство студентов с современными системами автоматического проектирования полупроводниковых радиотехнических схем СВЧ диапазона
2. Ознакомление с моделированием типовых СВЧ элементов и схем: пассивных двухпортовых, полевых транзисторов, генераторов, микрополосковых линий, электродинамических структур.
3. Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной деятельности специалистов:
  - проектно-конструкторской;
  - научно-исследовательской;
  - проектно-технологической;
  - организационно-управленческой;
  - научно-педагогической.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» относится к дисциплинам базовой части (Б.1.Б.2.).

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Дисциплина «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» непосредственно связана с дисциплинами «История и методология науки и техники», «Микроволновые генераторы и усилители», «Радиотехнические системы передачи информации» и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем» обучающийся должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ОК и ПК)**:

- способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2);
- способностью разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования (ПК-3);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **Знать:** методологические основы математического моделирования и теорию статистического моделирования и идентификации (ПК-2);
- 2) **Уметь:** определять параметры электронных компонентов по их характеристикам и использовать основные приемы обработки экспериментальных данных (ПК-2, ПК-3);

3) **Владеть:** навыками выборочного анализа результатов натуральных и вычислительных экспериментов и - навыками работы с современными программными продуктами (ПК-3).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Таблица 2.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1.	Выборочный анализ экспериментальных данных	1	1-2		6			10		2/33	
2.	Одномерный линейный регрессионный анализ	1	3-4		6			10		2/33	
3.	Множественный линейный регрессионный анализ.	1	5-6		6			10		2/33	Рейтинг-контроль №1
4.	Нелинейный регрессионный анализ	1	7-8		6			10		2/33	
5.	Построение математической модели по результатам эксперимента, выполненного по ортогональному центральному композиционному плану.	1	9-10		6			10		2/33	
6.	Генерация псевдослучайных чисел с равномерным законом распределения	1	11-12		6		Р Г Р	10		2/33	
7.	Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения (нормальным, экспоненциальным, логистическим, с заданной эмпирической	1	13-14		6			10		2/33	Рейтинг-контроль №2



	функцией распределения)										
8.	Расчет точности технологического процесса методом Монте-Карло.	1	15- 16		6			10		2/33	
9.	Моделирование устройств СВЧ	1	17- 18		6			10		2/33	Рейтинг- контроль №3
Итог 1 семестра			18		54			90		18/33	Экзамен (36)
Всего			18		54			90		18/33%	Экзамен (36)

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (практические занятия, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18 часов, расчетно-графическая работа 2 часа (на практических занятиях).

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите практических работ, а также при выполнении расчетно-графической работы и индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам, анализ теоретических положений применительно к заданию на расчетно-графическую работу.

### 5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все практические занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 10 до 15 слайдов по каждому занятию.

### 5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- доктора технических наук, профессора Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского И.Я. Орлова;
- доктора технических наук, профессора Ярославского государственного университета имени П.Г. Демидова Ю.А. Брюханова.

### 5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и практических работ.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Текущий контроль.**

#### **6.1.1. Тесты для рейтинг-контроля. №1**

**1. Модель есть замещение объекта другим объектом, который отражает:**

- А) все стороны данного объекта;*
- Б) некоторые стороны данного объекта;*
- В) существенные стороны данного объекта; \**
- Г) несущественные стороны данного объекта.*

**2. Результатом процесса формализации является:**

- А) описательная модель; \**
- Б) математическая модель;*
- В) графическая модель;*
- Г) предметная модель.*

**3. Информационной моделью организации занятий в школе является:**

- А) свод правил поведения учащихся;*
- Б) список класса;*
- В) расписание уроков; \**
- Г) перечень учебников.*

**4. Материальной моделью является:**

- А) макет самолёта; \**
- Б) карта;*
- В) чертёж;*

Г) диаграмма.

**5. Генеалогическое древо семьи является:**

А) табличной информационной моделью;

Б) иерархической информационной моделью; \*

В) сетевой информационной моделью;

Г) словесной информационной моделью.

**6. Знаковой моделью является:**

А) анатомический муляж;

Б) макет здания;

В) модель корабля;

Г) диаграмма. \*

**6.1.2. Тесты для рейтинг-контроля №2**

**7. Укажите в моделировании процесса исследования температурного режима комнаты объект моделирования:**

А) конвекция воздуха в комнате;

Б) исследование температурного режима комнаты; \*

В) комната;

Г) температура.

**8. Из скольких объектов, как правило, состоит система?**

А) из нескольких; \*

Б) из одного;

В) из бесконечного числа;

Г) она не делима.

**9. Как называется граф, предназначенный для отображения вложенности, подчиненности и т.п. между объектами?**

А) схемой;

Б) сетью;

*В) таблицей;*

*Г) деревом.\**

**10. Устное представление информационной модели называется:**

*А) графической моделью;*

*Б) словесной моделью; \**

*В) табличной моделью;*

*Г) логической моделью.*

**11. Как называется упрощенное представление реального объекта?**

*А) оригинал;*

*Б) прототип; \**

*В) модель;*

*Г) система.*

**12. Процесс построения моделей называется:**

*А) моделирование; \**

*Б) конструирование;*

*В) экспериментирование;*

*Г) проектирование.*

### **6.1.3. Тесты для рейтинг-контроля №3**

**13. Информационная модель, состоящая из строк и столбцов, называется:**

*А) таблица; \**

*Б) график;*

*В) схема;*

*Г) чертёж.*

**14. Каково общее название моделей, которые представляют собой совокупность полезной и нужной информации об объекте?**

*А) материальные;*

*Б) информационные; \**



*В) предметные;*

*Г) словесные.*

**15. Схема электрической цепи является:**

*А) табличной информационной моделью;*

*Б) иерархической информационной моделью;*

*В) графической информационной моделью; \**

*Г) словесной информационной моделью.*

**16. Знаковой моделью является:**

*А) карта; \**

*Б) детская игрушка;*

*В) глобус;*

*Г) макет здания.*

**17. Укажите в моделировании процесса исследования температурного режима комнаты цель моделирования:**

*А) конвекция воздуха в комнате;*

*Б) исследование температурного режима комнаты;*

*В) комната;*

*Г) температура. \**

**18. Инструментом для компьютерного моделирования является:**

*А) сканер;*

*Б) компьютер; \**

*В) принтер;*

*Г) монитор.*

**19. Как называется средство для наглядного представления состава и структуры системы?**

*А) таблица;*

*Б) граф; \**



В) текст;

Г) рисунок.

**20. Как называются модели, в которых на основе анализа различных условий принимается решение?**

А) словесные;

Б) графические;

В) табличные;

Г) логические.\*

## 6.2. Вопросы к экзамену

Таблица 3.

1	Использование метода гармонического баланса при расчете схем.
2	Решение нелинейных дифференциальных уравнений с помощью рядов Вольтерра.
3	Метод Галеркина.
4	Основные возможности и методы MWO2002.
5	Измерительные элементы Microwave Office.
6	Источники питания и их модели.
7	Порты и их модели.
8	Моделирование резисторов в СВЧ-диапазоне.
9	Моделирование конденсаторов в СВЧ-диапазоне.
10	Моделирование индуктивностей в СВЧ-диапазоне.
11	Моделирование биполярных транзисторов.
12	Моделирование полевых транзисторов.
13	Разработка и моделирование генераторов СВЧ диапазона.
14	Моделирование полосно-пропускающих фильтров СВЧ-диапазона на основе микрополосковых линий передачи.
15	Моделирование направленных ответвителей СВЧ-диапазона на основе микрополосковых линий передачи.
16	Исследование резонансных электродинамических структур со слоистым заполнением диэлектриком.

## 6.3. Задания для расчетно-графических работ

1. Разработать модель кодека Хемминга
2. Разработать модель кодека Рида-Соломона
3. Разработать модель ГПСП длиной более 265 бит
4. Разработать модель кодера Голда с ансамблем  $m=257$
5. Разработать модель генератора с внешним возбуждением на транзисторе КТ971
6. Разработать модель квадратурного моста
7. Разработать модель направленного ответвителя
8. Разработать модели Г-образной цепи согласования
9. Разработать модель П-образной цепи согласования
10. Разработать модель Т-образной цепи согласования

11. Разработать модель адаптивной цепи согласования
12. Разработать модель схемы защиты окончного каскада по отраженной мощности.

#### **6.4. Вопросы контроля СРС**

1. Привести пример анализа экспериментальных данных.
2. В чем заключается одномерный линейный регрессионный анализ?
3. В чем отличие множественного линейного регрессионного анализа от одномерного?
4. В чем заключается нелинейный регрессионный анализ?
5. ГПСП с равномерным законом распределения.
6. ГПСП с нормальным законом распределения.
7. Взаимная корреляционная функция кодов Голда.
8. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения
9. Метод Монте-Карло.
10. Особенности моделирования СВЧ устройств.
11. Что такое степень адекватности модели?
12. Моделирование процессов с обратными связями.

### **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **а) основная литература (библиотека ВлГУ):**

1. Математические основы моделирования сетей связи [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Попков Г.В., Попков В.К., Величко В.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202667.html>
2. Моделирование информационных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Шелухин О.И. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201933.html>
3. Синтез цифровых устройств циклического действия [Электронный ресурс] / Гудко Н.И - М. : Горячая линия - Телеком, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204279.html>

#### **б) дополнительная литература:**

1. Практика функционального цифрового моделирования в радиотехнике [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Мартюшев Ю.Ю. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991202183.html>
2. Теоретические основы информационных процессов и систем [Электронный ресурс] / Душин В. К. - М. : Дашков и К, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394017483.html>



3. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Умняшкин С.В. - Второе издание, исправленное и дополненное. - М. : Техносфера, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363189.html>

**в) периодические издания:**

**Отечественные журналы:**

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

**Реферативные журналы:**

- Моделирование систем и процессов;
- Электроника.

**Зарубежные журналы:**

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

**в) интернет-ресурсы:**

1. Журнал "Проектирование и технология электронных средств" - <http://ptes.vlsu.ru>
2. Журнал "Радиотехника" - <http://radiotec.ru/catalog.php?cat=jr11>
3. <http://mexalib.com/view/15117>
4. [http:// studentlibrary.ru](http://studentlibrary.ru)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 504-3 и 410-3);
- наборы слайдов по всем практическим занятиям (от 10 до 15 слайдов по каждому занятию);
- оснащенная макетами для проведения практических работ лаборатория (ауд. 410 -3)

**Примечания:**

1. Общее число подготовленных слайдов более 100.
2. Слайды ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.01 - Радиотехника.

Рабочую программу составил к.т.н. доцент  Самойлов С.А.  
(ФИО, подпись)

Рецензент:

Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.  Богданов А.Е.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 - Радиотехника

Протокол № 1 от 2.09.16 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.  
(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 18/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на 18/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.18 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ год

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.