

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Казанский национальный исследовательский**  
**технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Институт радиоэлектроники и телекоммуникаций**  
**Кафедра Конструирования и технологии производства электронных средств**

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе дисциплины  
**«Математические модели объектов радиоэлектронных средств»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.05.02**

Направление подготовки: **11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Конструирование радиоэлектронных средств**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская, проектно-конструкторская**

Разработчик: доцент кафедры КиТП ЭС **С.А. Старцев**

Казань 2017 г.

# **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Математические модели объектов радиоэлектронных средств» является приобретение студентами базовых знаний методов и алгоритмов компьютерного моделирования процессов для решения задач проектирования объектов радиоэлектронных средств (РЭС).

## **1.2. Задачи дисциплины**

Задачами изучения дисциплины являются:

- знание особенностей компьютерного моделирования объектов РЭС на микро-, макро- и метауровнях, математических моделей элементов цепей, общей методики построения математических моделей электрических цепей, методов компьютерного анализа электрических цепей;
- умение проводить компьютерный анализ электрических цепей объектов РЭС в стационарном и переходном режимах;
- владение практическими навыками компьютерного исследования характеристик электрических цепей объектов РЭС и основных процессов в них.

## **1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина «Математические модели объектов радиоэлектронных средств» входит в вариативную часть (дисциплины по выбору) блока Б1 учебного плана подготовки бакалавров направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль подготовки «Конструирование радиоэлектронных средств»); изучается в 5-м семестре. При изучении дисциплины используются знания, полученные обучающимися при освоении предшествующих математических, естественнонаучных и профессиональных дисциплин. Полученные при освоении данной дисциплины знания необходимы при изучении последующих дисциплин, связанных с конструированием и технологией производства радиоэлектронных средств, при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и программы магистерской подготовки.

## **1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины должны быть реализованы следующие компетенции:

ПК-1 - способность моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

ПК-6 - готовностью выполнять расчёт и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЁ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины, её трудоёмкость и применяемые образовательные технологии

#### Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Математические модели радиоэлектронных объектов проектирования. Математические модели РЭС во временной области</i>							<i>ФОС ТК-1</i>
Тема 1.1. Математические модели радиоэлектронных объектов проектирования	19	3	-	8	8	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В	Вопросы текущего контроля по разделу Защита отчёта о выполнении лабораторной работы
Тема 1.2. Математические модели РЭС во временной области	28	3	6	10	9	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В	Выполнение заданий к практическим занятиям
<i>Раздел 2. Математические модели РЭС в частотной области. Учёт влияния разброса параметров элементов на характеристики РЭС</i>							<i>ФОС ТК-2</i>
Тема 2.1. Математические модели РЭС в частотной области	30	4	8	10	8	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В	Вопросы текущего контроля по разделу Защита отчётов о выполнении лабораторных работ
Тема 2.2. Учёт влияния разброса параметров элементов на характеристики РЭС	15	2	-	4	9	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В	Выполнение заданий к практическим занятиям
<i>Раздел 3. Математическое моделирование цифровых устройств. Численные методы в задачах автоматизированного проектирования РЭС</i>							<i>ФОС ТК-3</i>
Тема 3.1. Математическое моделирование цифровых устройств	31	3	4	4	20	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В	Вопросы текущего контроля по разделу Защита отчёта о выполнении лабораторной работы
Тема 3.2. Численные методы в задачах автоматизированного проектирования РЭС	21	3	-	-	18	ПК-13, ПК-1У, ПК-6З, ПК-6У	Выполнение заданий к практическим занятиям
Экзамен	36	-	-	-	36	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-6З, ПК-6У, ПК-6В	<i>ФОС ПА</i>
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>108</b>		

## **2.2. Содержание дисциплины**

### **Раздел 1. Математические модели радиоэлектронных объектов проектирования. Математические модели РЭС во временной области**

**Тема 1.1.** Математические модели радиоэлектронных объектов проектирования

Общие сведения о математических моделях объектов РЭС. Примеры моделей компонентов радиоэлектроники. Электрические модели интегральных схем. Топологические основы автоматизированного формирования уравнений математической модели РЭС.

**Литература:** [1; с. 63-113], [2; с. 5-23, 62-101]

**Тема 1.2.** Математические модели РЭС во временной области

Табличный метод формирования уравнений математической модели для электрической цепи. Топологические методы формирования уравнений математической модели по методу узловых потенциалов. Моделирование РЭС методом переменных состояния. Моделирование статического режима РЭС. Моделирование переходных процессов в РЭС.

**Литература:** [1; с. 115-135], [2; с. 102-137]

### **Раздел 2. Математические модели РЭС в частотной области. Учёт влияния разброса параметров элементов на характеристики РЭС**

**Тема 2.1.** Математические модели РЭС в частотной области

Методы моделирования РЭС в частотной области. Применение матриц классической и волновой теории для моделирования РЭС. Формирование системы уравнений математической модели РЭС с использованием матриц классической теории. Формирование системы уравнений математической модели РЭС с использованием матриц рассеяния. Особенности моделирования нелинейных РЭС в частотной области.

**Литература:** [1; с. 115-135], [2; с. 139-177]

**Тема 2.2.** Учёт влияния разброса параметров элементов на характеристики РЭС

Формулировка задач учёта влияния разброса параметров. Метод коэффициентов чувствительности. Статистические методы учёта разброса параметров. Статистический синтез компонентов РЭС. Алгоритмы генерации случайных чисел с заданным законом распределения.

**Литература:** [1; с. 115-135], [2; с. 269-288]

### **Раздел 3. Математическое моделирование цифровых устройств. Численные методы в задачах автоматизированного проектирования РЭС**

**Тема 3.1.** Математическое моделирование цифровых устройств

Описание языков моделирования и элементов цифровых устройств в моделях логического уровня. Синхронное моделирование цифровых устройств двоичным алфавитом. Асинхронное двоичное моделирование цифровых устройств. Моделирование цифровых устройств многозначными алфавитами. Моделирование цифровых устройств с помощью высокоуровневых языков описания аппаратуры. Моделирование неисправностей в цифровых устройствах и синтез диагностических тестов.

**Литература:** [1; с. 115-135], [2; с. 178-204]

**Тема 3.2.** Численные методы в задачах автоматизированного проектирования РЭС

Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы решения систем нелинейных уравнений. Методы решения систем дифференциальных уравнений. Аппроксимация и интерполяция табличных данных. Методы численного дифференцирования. Методы численного интегрирования. Численные методы расчёта электрических цепей. Современные пакеты прикладных программ моделирования и расчёта электрических цепей на ЭВМ.

**Литература:** [1; с. 115-135], [2; с. 343-362, 460-470]

## **РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **3.1.1. Основная литература**

1. Муромцев Ю.Л. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Л. Муромцев и др. – М.: Академия, 2010. – 384 с. (69 экз.).

#### **3.1.2. Дополнительная литература**

2. Алексеев О.В. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. вузов / О. В. Алексеев и др.; под ред. О. В. Алексеева. – М.: Высш. школа, 2000. – 479с. (181 экз.).

3. Муромцев Д. Ю. Математическое обеспечение САПР: учеб. пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. – 2-е изд., перераб. и доп. –СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2014. – 464с. (30 экз.).

4. Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 464 с. – Режим доступа URL: <https://e.lanbook.com/book/42192>.

5. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. Программа Electronics Workbench и ее применение / В.И. Карлащук – М.: Солон-Р, 2001. – 506 с.

6. Антипенский Р.В. Схемотехническое проектирование и моделирование радиоэлектронных устройств / Р. В. Антипенский, А. Г. Фадин. –М.: Техносфера, 2007. –128 с. (29 экз.).

7. Аксенов И.Б. Моделирование объектов РЭС в системе PSPICE-AD: учебное пособие / И.Б. Аксенов, Д.И. Кузнецов, Н.Н. Русяев, М.Ф. Тюхнин ; Мин-во образ-я и науки РФ; Федеральное агентство по образ-ю; КГТУ им. А.Н. Туполева. – - Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2006. – 52 с. (58 экз.).

8. Сагдиев Р.К. Моделирование электрических схем при помощи пакета программ PSpice 8.0, OrCad: Учеб. пособие / Р.К. Сагдиев; Мин-во образования и науки РФ; КГТУ им. А.Н. Туполева. – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2004. –72 с. (308 экз.).

9. Насыров И.К. Проектирование электронных средств. Математическое моделирование полупроводниковых элементов радиоэлектронных схем на персональных ЭВМ: Учеб. пособие / И. К. Насыров. –Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2000. –64 с. (96 экз.).

10. Амелина М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.А. Амелина, С.А. Амелин. –Электрон. дан. –СПб.: Лань, 2014. – 632 с. – Режим доступа URL: <https://e.lanbook.com/book/53665>.

11. Русяев Н.Н. Моделирование радиоэлектронных средств в среде проектирования Microwave Office: учеб. пособие / Н. Н. Русяев, И. Б. Аксенов, Д. И. Кузнецов; под ред. Н. Н. Русяева; Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. –Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2013. –148 с. (10 экз.).

12. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / И.П. Норенков. –3-е изд., перераб. и доп. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. –448 с. (13 экз.).

### **3.1.3. Методическая литература к выполнению практических и лабораторных работ**

13. Петров М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учеб. пособие для студ. вузов / М. Н. Петров, Г. В. Гудков. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. – 464 с. (100 экз.).

14. Петров М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 464 с. – Режим доступа URL: <https://e.lanbook.com/book/661>.

15. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Лаборатория на компьютере. В 2-х т. / под общ. ред. Д.И. Панфилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ. Т. 1: Электротехника: учебное пособие для студ. вузов / Д.И. Панфилов, В.С. Иванов, И.Н. Чепурин. – 2004. – 304 с. (81 экз.)

16. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях: Лаборатория на компьютере. В 2-х т. / под общ. ред. Д.И. Панфилова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ. Т. 2: Электроника: учеб. пособие для студ. вузов / Д.И. Панфилов, В.С. Иванов, И.Н. Чепурин и др. – 2004. – 332 с. (46 экз.)

17. Ференец А.В. Компьютерное моделирование аналоговых устройств электроники: учеб. пособие / А. В. Ференец, Г. С. Хайруллина; Мин-во образования и науки РФ, Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО "КГТУ им. А.Н. Туполева". – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2009. – 84 с. (52 экз.).

18. Ференец А.В. Компьютерное моделирование цифровых устройств электроники: учеб. пособие / А. В. Ференец, Г. С. Хайруллина; Мин-во образования и науки РФ, Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО "КГТУ им. А.Н. Туполева". – Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2009. – 62 с. (51 экз.).

## **3.2. Информационное обеспечение дисциплины**

### **3.2.1. Основное информационное обеспечение**

1. Старцев С.А. Математические модели объектов радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]: Курс дистанционного обучения по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

ФГОС ВО / КНИТУ-КАИ, 2016. – Доступ по логину и паролю, URL: [https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=178013\\_1&course\\_id=11579\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=178013_1&course_id=11579_1)

### **3.2.2. Дополнительное справочное обеспечение**

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. URL: <http://window.edu.ru/>

3. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <http://library.kai.ru/>

## **3.3. Кадровое обеспечение**

### **3.3.1. Базовое образование**

Преподаватель, ведущий дисциплину, должен иметь высшее образование в области разработки и производства электронных средств и /или наличие учёной степени и/или учёного звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области разработки и производства электронных средств и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

### **3.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие у преподавателя, ведущего дисциплину, научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению разработки и производства электронных средств, выполненных в течение трёх последних лет.

### **3.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области разработки и производства электронных средств на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, либо в области педагогики.