

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета
факультета радиотехники и
электроники

проф. Небольсин В.А. _____
(подпись)
_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки (специальности): **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация): **Приборы и устройства в микро- и нанoeлектронике**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения **очная** Срок обучения **нормативный**

Кафедра **полупроводниковой электроники и нанoeлектроники**
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: **Арсентьев А.В., к.т.н.**
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии **ФРТЭ**
(наименование факультета)

Протокол № _____ от «_____» _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии **Москаленко А.Г.**
(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета
факультета радиотехники и
электроники
проф. Небольсин В.А. _____
(подпись)
_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и наноэлектроники

Направление подготовки (специальности): 11.04.04 Электроника и наноэлектроника
(код, наименование)

Профиль: “Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике”
(название профиля по УП)

Часов по УП: 108; Часов по РПД: 108;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 72; Часов по РПД: 72;

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (33%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (33%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 1; Зачеты - 0; Зачеты с оценкой – 0;

Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах									
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	-	-							-	-
Лабораторные	18	18							18	18
Практические	18	18							18	18
Ауд. занятия	36	36							36	36
Сам. работа	36	36							36	36
Итого	72	72							72	72

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» квалификация «Магистр». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 30 октября 2014 г. № 1407.

Программу составил: _____ к.т.н., Арсентьев А.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки магистров по направлению 11.04.04 “Электроника и наноэлектроника”, профиль “Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № _____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью преподавания дисциплины является формирование знаний о современных методах математического моделирования, которые можно применить для расчета физических процессов и технологических операций применяемых при изготовлении микро- и нанокомпонентов интегральных схем.
1.2	Для освоения дисциплины поставлены следующие задачи :
1.2.1	изучение приближенно-аналитических методов математического моделирования;
1.2.2	изучение уравнений математической физики в частных производных;
1.2.3	изучение численных методов математического моделирования;
1.2.4	изучение моделей стандарта SUPREMI – IV;
1.2.5	описание и математическое моделирование в объектно-ориентированных языках программирования и математических пакетах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.Б.2
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б2.В.ОД.1	Моделирование физических процессов в микро- и нанoeлектронике

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОК-4	способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности
ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения
ПК-2	способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

3.1	Знать:
3.1.1	методы синтеза и исследования моделей (ОПК-1);
3.1.2	стратегию научного поиска (ОПК-1);
3.1.3	методы организации научно-исследовательской работы (ОПК-1);
3.1.4	методологические основы и принципы современной науки (ОПК-1);
3.1.5	основные понятия, закономерности и методы математического моделирования, применяемые для моделирования микро- и нанокомпонентов интегральных схем (ОПК-1);
3.2	уметь:
3.2.1	адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе

	методов математического моделирования (ОК-4);
3.2.2	осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы (ОПК-1);
3.2.3	осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации (ОК-4);
3.2.4.	самостоятельно выбрать адекватную модель изучаемой системы, составить алгоритм расчета, составить программу (в необходимых случаях – воспользоваться известными пакетами прикладных программ) и произвести необходимые вычисления на компьютере (ПК-2);
3.3	владеть:
3.3.1	методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области (ОПК-1);
3.3.2	практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования (ПК-2);
3.3.3	методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента (ОПК-1);
3.3.4	методами организации дистанционного обучения (ОК-4);
3.3.5	технологиями и средствами проведения видеоконференций (ОК-4);
3.3.6	методами математического моделирования микро- и нанокомпонентов интегральных схем (ОПК-1).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и её трудоёмкость в часах				Итого
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Уравнения математической физики	1	1-2	-	2	-	8	10
2	Численные методы решения дифференциальных уравнений	1	3-10	-	8	10	16	34
3	Высокоуровневые языки программирования в моделировании	1	11-18	-	8	8	8	24
ИТОГО				-	18	18	36	72

4.1 Лекции не предусмотрены учебным планом

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Уравнения математической физики		2		К.Р.
2	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения в частных производных. Приближенно-аналитические методы решения дифференциальных уравнений.	2		
Численные методы решения дифференциальных уравнений		8		К.Р.
4	Метод конечных разностей. Основные понятия метода. Построение сетки для двумерной задачи. Построение разностных операторов для двумерной задачи.	2		
6	Построение системы линейных алгебраических уравнений. Двумерный случай. Блочная структура. Метод прогонки – решение трехдиагональных матриц, блочно-диагональных матриц. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностных схем.	2		
8	Метод конечных элементов. Разбор примера.	2		
10	Метод граничных элементов. Разбор примера.	2		
Высокоуровневые языки программирования в моделировании		8		К.Р.
12	Применение языка C++ для решения системы линейных алгебраических уравнений методом прогонки	2		
14	Применение среды Matlab для решения уравнений мат.физики..	2		
16	Применение пакета Mathcad для решения численными методами дифференциальных уравнений.	2		
18	Применение Excel для расчета методом конечных разностей одномерной задачи.	2		
Итого		18		

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Численные методы решения дифференциальных уравнений		8		
1-4	Моделирование биполярного транзистора в САПР Tcad.	4		отчет
5-8	Моделирование полевого транзистора в САПР Tcad.	4		отчет

Высокоуровневые языки программирования в моделировании		10		
9-12	Моделирование IGBT в САПР Tcad.	4		отчет
13-16	Моделирование тонкопленочного полевого транзистора.	4		отчет
17-18	Отчетное занятие, защита	2		
Итого часов		18		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1 семестр		Зачет	36
1	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
2	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
3	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
4	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
5	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
6	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
7	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
8	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
9	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
10	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
11	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
12	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
13	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1

	учебником		
14	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
15	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
16	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
17	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1
18	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником		1

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

№	Технологии
5.1	практические занятия: - проведение контрольных работ, - обсуждение типовых ошибок домашних заданий;
5.2	лабораторные работы: - выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, - защита выполненных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: - изучение теоретического материала, - подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, - работа с учебно-методической литературой, - оформление конспектов, подготовка отчетов, - подготовка к отчетным занятиям к экзамену;
5.4	консультации по всем вопросам учебной программы.

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

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: - тесты; - контрольные вопросы; - отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации.

	Фонд включает примерные варианты контрольных работ, вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.1.3	Темы контрольных работ:

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеч енность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	М. Н. Петров, Г. В. Гудков.	Моделирование компонентов и элементов в интегральных схемах : Учеб. Пособие - М. : Лань, 2011. - 464 с. : ил	2011 печатное	1
7.1.1.2	А. В. Арсентьев, А. В. Строгонов	Моделирование технологических процессов: Учеб. пособие /	2011 Маг. носитель	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-4 по дисциплине "Математическое моделирование технологических процессов и ИМС" для студентов направления 210100.62 "Электроника и нанoeлектроника", профиля "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения	2013 Маг. носитель	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Компьютерные лабораторные работы: Расчет ВАХ прибора с помощью различных методов в САПР Tcad. Моделирование диода в САПР Tcad. Моделирование вертикального биполярного транзистора в САПР Tcad. Моделирование горизонтального биполярного транзистора в САПР Tcad.			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	Учебные лаборатории: —
8.3	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума
8.4	Кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками
8.5	Натурные лекционные демонстрации: —

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой по дисциплине
«Методы математического моделирования»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеч енность
1. Основная литература				
Л1. 1	М. Н. Петров, Г. В. Гудков.	Моделирование компонентов и элементов в интегральных схемах : Учеб. Пособие - ЭБС Лань, 2011. - 464 с. : ил	2011 электронное	1,0
Л1. 2	А. В. Арсентьев, А. В. Строгонов	Моделирование технологических процессов: Учеб. пособие	2011 Маг. носитель	1,0
3. Методические разработки				
Л3. 1	А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова	Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-4 по дисциплине "Математическое моделирование технологических процессов и ИМС" для студентов направления 210100.62 "Электроника и микроэлектроника", профиля "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения	2013 Маг. носитель	1,0

Зав. кафедрой _____ С.И. Рембеза

Директор НТБ _____ Т.И. Буковшина

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

« ____ » _____ 20 ____ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
«Методы математического моделирования»

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядков ый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения