

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)

_____ 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.2 Методы математического моделирования

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»
(код, наименование)

Профиль подготовки: 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 « _____ » _____ 2017 г.

Председатель методической комиссии Коровин Е.Н.
(Ф.И.О)

Воронеж 2017 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)

_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.2 Методы математического моделирования

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

Закреплена за кафедрой: полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Направления подготовки (специальности): 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»
 (код, наименование)

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

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 144; Часов по РПД: 144;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 2

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 2

Часов на самостоятельную работу по УП: 126 (70%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 126 (70%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;

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										
Ауд. занятия	36	36							36	36
Сам. работа	126	126							126	126
Итого	180	180							180	180

Сведения о ФГОС ВО, 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», магистерская программа «Приборы и устройства в микро- и наноэлектронике».

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № _____ от _____ 2017 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	– описание и математическое моделирование в объектно-ориентированных языках программирования и математических пакетах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

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

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

3. 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 (ПК-2, ОК-4);

3.2.2	– осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы (ПК-2, ОК-4);
3.2.3	– осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации (ПК-2, 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, ОК-4);
3.3	Владеть:
3.3.1	– методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области (ПК-2, ОПК-1);
3.3.2	– практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования (ПК-2, ОПК-1);
3.3.3	– методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента (ПК-2, ОПК-1);
3.3.4	– методами организации дистанционного обучения (ПК-2, ОПК-1);
3.3.5	– технологиями и средствами проведения видеоконференций (ПК-2, ОПК-1);
3.3.6	– методами математического моделирования микро- и нанокомпонентов интегральных схем (ПК-2, 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	0	0	2	14	16
2	Численные методы решения дифференциальных уравнений	1	3-10	0	0	8	56	64
3	Высокоуровневые языки программирования в моделировании	1	11-18	0	0	8	56	64
ИТОГО				0	0	18	126	144

4.1 ЛЕКЦИИ НЕ ПЛАНИРУЮТСЯ

4.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ НЕ ПЛАНИРУЮТСЯ

4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1 семестр		18		
Уравнения математической физики		2		отчет
1-2	Вывод двумерных шаблонов метода конечных разностей.	2		
Численные методы решения дифференциальных уравнений		8		
3-6	Расчет токов и напряжений в структуре биполярного транзистора в САПР Tcad.	4		отчет
7-10	Расчет токов и напряжений в структуре полевого транзистора в САПР Tcad.	4		отчет
Высокоуровневые языки программирования в моделировании		8		
11-14	Моделирование IGBT в САПР Tcad.	4		отчет
15-18	Моделирование тонкопленочного полевого транзистора.	4		отчет
Итого часов		18		

4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1 семестр		Зачет	126
1	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
2	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
3	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
4	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
5	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
6	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
7	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
8	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
9	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
10	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
11	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
12	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2

	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
13	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
14	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
15	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
16	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
17	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5
18	Подготовка к лабораторной работе	допуск к лабораторной работе	2
	Работа с конспекто, с учебником	проверка конспекта	5

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:

№	Технологии
5.1	Информационные лекции;
5.2	практические занятия: - проведение контрольных работ, - обсуждение типовых ошибок домашних заданий;
5.3	лабораторные работы: - выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, - защита выполненных работ;
5.4	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;
5.5	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:

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
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 микроэлектроника", 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

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
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
Л1. 2	А. В. Арсентьев, А. В. Строгонов	Моделирование технологических процессов: Учеб. пособие	2011 Маг. носитель	1
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 нанoeлектроника", профиля "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения	2013 Маг. носитель	1

Зав. кафедрой _____ / С.И. Рембеза /

Директор НТБ _____ / Т.И. Буковшина /