

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«31» августа 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Методы математического моделирования»

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль Интегральные системы и устройства в микро- и наноэлектронике

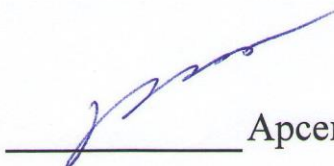
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года/2 года 3 месяца

Форма обучения очная/заочная

Год начала подготовки 2020

Автор программы


Арсентьев А.В.

Заведующий кафедрой
полупроводниковой электроники
и наноэлектроники


Рембеза С.И.

Руководитель ОПОП


Рембеза С.И.

Воронеж 2020

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины – 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. Задачи освоения дисциплины:

- изучение приближенно-аналитических методов математического моделирования;
- изучение уравнений математической физики в частных производных;
- изучение численных методов математического моделирования;
- описание и математическое моделирование в объектно-ориентированных языках программирования и математических пакетах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.02 «Методы математического моделирования» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы математического моделирования» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1: способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-6: способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;

ОПК-1: способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать методы синтеза и исследования моделей;
	уметь адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования;
	владеть методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента.
УК-6	знать стратегию научного поиска;
	уметь осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;
	владеть практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.
ОПК-1	знать методы организации научно-исследовательской работы;

	уметь осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;
	владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы математического моделирования» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	50	50
В том числе:		
Лекции	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа	103	103
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	159	159
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Уравнения математической физики	Двумерные шаблоны метода конечных разностей.	6	12	35	53
2	Численные методы решения диф-	Уравнение Пуассона. Метод прогонки. Уравнения ФСУ ДДМ.	5	12	34	51

	дифференциальных уравнений					
3	Высокоуровневые языки программирования в моделировании	Моделирование в Матлаб, моделирование в технологическом САПР.	5	10	34	49
Всего			16	34	103	153
Контроль						27
Итого						180

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Уравнения математической физики	Двумерные шаблоны метода конечных разностей.	2	4	53	59
2	Численные методы решения дифференциальных уравнений	Уравнение Пуассона. Метод прогонки. Уравнения ФСУ ДДМ.	2	2	53	57
3	Высокоуровневые языки программирования в моделировании	Моделирование в Матлаб, моделирование в технологическом САПР.	-	2	53	55
Всего			4	8	159	171
Контроль						9
Итого						180

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Уравнения математической физики. Вывод двумерных шаблонов метода конечных разностей.
2. Численные методы решения дифференциальных уравнений
3. Расчет токов и напряжений в структуре биполярного транзистора в САПР Tcad.
4. Расчет токов и напряжений в структуре полевого транзистора в САПР Tcad.
5. Высокоуровневые языки программирования в моделировании
6. Моделирование IGBT в САПР Tcad.
7. Моделирование тонкопленочного полевого транзистора.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины «Методы математического моделирования» не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
-------------	---	---------------------	------------	---------------

УК-1	знать методы синтеза и исследования моделей;	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования;	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента.	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
УК-6	знать стратегию научного поиска;	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-1	знать методы организации научно-исследовательской работы;	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области.	Выполнение и защита лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения, 1 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл

УК-1	знать методы синтеза и исследования моделей;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
УК-6	знать стратегию научного поиска;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь осуществлять поиск научной и образовательной информации;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-1	знать методы организации научно-исследовательской работы;	Тест	Выполнение теста на 90 – 100 %	Выполнение теста на 80 – 90 %	Выполнение теста на 70 – 80 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	уметь осуществлять поиск научной и образовательной информации;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
--	--	--	--	---	--	------------------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Модель объекта – это:
 1. предмет, похожий на объект моделирования;
 2. объект-заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели;
 3. копия объекта;
 4. шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта.

2. Основная функция модели:
 1. получить информацию о моделируемом объекте;
 2. отобразить некоторые характеристические признаки объекта;
 3. получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта;
 4. воспроизвести физическую форму объекта.

3. Математические модели относятся к классу:
 1. изобразительных;
 2. прагматических;
 3. познавательных;
 4. символических.

4. Математической моделью объекта называют:
 1. описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур;
 2. любую символическую модель, содержащую математические символы;
 3. представление свойств объекта только в числовом виде;
 4. любую формализованную модель.

5. Методами математического моделирования являются:
 1. аналитический;
 2. числовой;
 3. аксиоматический и конструктивный;
 4. имитационный.

6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата?
 1. аналитическая;
 2. графическая;
 3. цифровая;

4. алгоритмическая.

7. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые находятся в некотором отношении между собой, называют:

1. системой;
2. чертежом;
3. структурой объекта;
4. графом.

8. Эффективность математической модели определяется:

1. оценкой точности модели;
2. функцией эффективности модели;
3. соотношением цены и качества;
4. простотой модели.

9. Адекватность математической модели и объекта – это:

1. правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования;
2. полнота отображения объекта моделирования;
3. количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования;
4. объективность результата моделирования.

10. Состояние объекта определяется:

1. количеством информации, полученной в фиксированный момент времени;
2. множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели;
3. только физическими данными об объекте;
4. параметрами окружающей среды.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Решить задачу Коши методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера и методом Рунге-Кутты, на заданном отрезке:

1	$y' = 3 + 2x - y$	$y(0) = 2$	$x \in [0;1] \quad h = 0,2$
2	$y' = y - 3x$	$y(1) = 0$	$x \in [1;2,2] \quad h = 0,3$
3	$y' = 1 - x + y$	$y(1,1) = 0$	$x \in [1,1;1,6] \quad h = 0,1$
4	$y' = y - 7x$	$y(3) = 3$	$x \in [3;5] \quad h = 0,5$
5	$y' = 5 - y + x$	$y(1) = 1$	$x \in [1;5] \quad h = 1$
6	$y' = y - 2x + 3$	$y(0) = 4$	$x \in [0;1] \quad h = 0,2$
7	$y' = 4 - x + 2y$	$y(0) = 1$	$x \in [0;1,2] \quad h = 0,3$
8	$y' = -8 + 2x - y$	$y(1) = 3$	$x \in [1;3] \quad h = 0,4$
9	$y' = 2y - 3x$	$y(4) = 0$	$x \in [4;6] \quad h = 0,5$
10	$y' = x - 2y$	$y(-1) = 1$	$x \in [-1;2] \quad h = 0,6$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Используя метод конечных разностей, найти решение краевой задачи с

шагом $h = 0,1$:

1	$y'' + y'/x + 2y = x$	$y'(0,7) = 0,5$	$y'(1) = 1,2$
2	$y'' - xy' + 2y = x + 1$	$y'(0,9) = 2$	$y'(1,2) = 1$
3	$y'' + xy' + y = x + 1$	$y'(0,5) = 1$	$y'(0,8) = 1,2$
4	$y'' + 2y' - y/x = 3$	$y'(0,2) = 2$	$y'(0,5) = 1$
5	$y'' + 1,5y' - xy = 0,5$	$y'(1,3) = 1$	$y'(1,6) = 3$
6	$y'' + 2xy' - y = 0,4$	$y'(0,3) = 1$	$y'(0,6) = 2$
7	$y'' - 0,5xy' + y = 2$	$y'(0,4) = 1,2$	$y'(0,7) = 1,4$
8	$y'' + 2y' - xy = x^2$	$y'(0,6) = 0,7$	$y'(0,9) = 1$
9	$y'' - 3y' + y/x = 1$	$y'(0,4) = 2$	$y'(0,7) = 0,7$
10	$y'' - 3y' - y/x = x + 1$	$y'(1,2) = 1$	$y'(1,5) = 0,5$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Математическое моделирование. Основные термины
2. Численные методы решения дифференциальных уравнений
3. Математическая классификация уравнений и граничных условий.
4. Метод конечных разностей. Основные понятия метода.
5. Метод конечных разностей. Построение сетки.
6. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов разложением функции в ряд Тейлора. Трехточечный шаблон.
7. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов разложением функции в ряд Тейлора. Трехточечный шаблон переменный шаг.
8. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов разложением функции в ряд Тейлора. Пятиточечный шаблон.
9. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов путем интерполяции функции полиномами. Трехточечный шаблон.
10. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов путем интерполяции функции полиномами. Трехточечный шаблон переменный шаг.
11. Метод конечных разностей. Построение разностных операторов путем интерполяции функции полиномами. Пятиточечный шаблон.
12. Решение системы алгебраических уравнений. Метод прогонки.
13. ФСУ. Задача, граничные условия, базис.
14. ФСУ. Аппроксимация уравнения Пуассона
15. ФСУ. Неконсервативная аппроксимация уравнения непрерывности
16. ФСУ. Консервативная простая аппроксимация уравнения непрерывности
17. ФСУ. Консервативная интегральная аппроксимация уравнения непрерывности (метод Шарфеттера-Гуммеля)

- 18.Высокоуровневые языки программирования в моделировании
- 19.Моделирование IGBT в САПР Tcad.
- 20.Моделирование тонкопленочного полевого транзистора.
- 21.Расчет токов и напряжений в структуре биполярного транзистора в САПР Tcad.
- 22.Расчет токов и напряжений в структуре полевого транзистора в САПР Tcad.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
2. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
3. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
4. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

При получении оценок «Отлично», «Хорошо» и «Удовлетворительно» требуемые в рабочей программе знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на промежуточном этапе считаются достигнутыми.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Уравнения математической физики	УК-1, УК-6, ОПК-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
2	Численные методы решения дифференциальных уравнений	УК-1, УК-6, ОПК-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта
3	Высокоуровневые языки программирования в моделировании	УК-1, УК-6, ОПК-1	Защита лабораторных работ, проверка конспекта

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Петров М.Н. Моделирование компонентов и элементов интегральных схем: учеб. пособие / М.Н. Петров, Г.В. Гудков. – СПб.: Лань, 2011. – 462 с.

2. Арсентьев А.В. Моделирование технологических процессов: учеб. пособие / А.В. Арсентьев, А.В. Строгонов, Д.С. Шацких. – Воронеж: ГОУВПО «ВГТУ», 2011 [Электронный ресурс].

3. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2005. – 320 с.

4. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2 ч. Ч. 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / М.А. Королёв, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; под общей ред. Ю. А. Чаплыгина. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 397 с.

5. Бордаков Е.В. Математическое моделирование технологических процессов, полупроводниковых приборов и элементов интегральных схем: конспект лекций / Е.В. Бордаков, А.И. Прокопьев. – Воронеж: ВГТУ, 1996. – 53с.

6. Горячкин Ю.В. Физико-топологическое моделирование в САПР ТСАД: учебное пособие для вузов / Ю.В. Горячкин, С.А. Нестеров, Б.П. Сурин. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 124 с.

7. Бубенников А.Н. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем: учеб. пособие / А.Н. Бубенников. – М.: Высш. шк., 1989. – 320с.

8. Мулярчик С.Г. Численное моделирование микроэлектронных структур: монография / С.Г. Мулярчик. – Мн.: Университетское, 1989. – 368 с.

9. Абрамов И.И. Численное моделирование элементов интегральных схем: учеб. пособие / И.И. Абрамов, В.В. Харитонов; под ред. А.Г. Шашкова. – Мн.: Вышэйш. шк., 1990. – 224 с.

10. Абрамов И.И. Моделирование элементов интегральных схем: курс лекций: учеб. пособие для вузов / И.И. Абрамов. – Мн.: Изд-во БГУ, 1999. –

94 с.

11. Моделирование полупроводниковых приборов и технологических процессов: Последние достижения: сб. ст. / под ред. Д. Миллера; пер. с англ. М.С. Обрехта; под ред. Г.В. Гадияка. – М. : Радио и связь, 1989. – 278 с.

12. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: учеб. пособие / Д.Д. Зыков. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с. [Электронный ресурс].

13. Арсентьев А.В. Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1 – 4 по дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов и ИМС» / А.В. Арсентьев, Е.Ю. Плотникова. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2013 (№ 298-2013).

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены на сайте: <http://cchgeu.ru/>.

<https://old.education.cchgeu.ru> – образовательный портал ВГТУ

Системные программные средства: Microsoft Windows.

Прикладные программные средства: Инструменты Microsoft DreamSpark, FireFox, симулятор SUPREM.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

2. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для выполнения расчетов, и рабочими местами для проведения лабораторных работ и самостоятельной подготовки обучающихся с выходом в «Интернет».

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Методы математического моделирования» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на компьютерах в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет

самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем ответов студентов на контрольные вопросы и решением стандартных и прикладных задач. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции, при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных, для подготовки к ним необходимо: разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведую- щего кафедрой, от- ветственной за реа- лизацию ОПОП
1			
2			
3			
4			
5			