

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Численные методы

Специализация \_\_\_\_\_ *14.05.01 Ядерные реакторы и материалы*

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ *инженер-физик*

Профиль \_\_\_\_\_ *Ядерные реакторы*

Форма обучения \_\_\_\_\_ *очная*

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ *Ядерных реакторов и материалов*

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ *Информационных технологий*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз., час./зачет)
7	180(5)	17	17	17	93	Экз.
<b>Итого</b>	<b>180(5)</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>93</b>	<b>Экз.</b>

Димитровград  
2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО.....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	12
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	12
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ.....	15

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Численные методы» призвана подготовить студентов к разработке и применению с помощью компьютеров вычислительных алгоритмов решения математических задач, возникающих в процессе познания и использования в практической деятельности законов реального мира посредством математического моделирования.

### Цели дисциплины:

Целью дисциплины "Численные методы" является теоретическое изучение и практическое освоение основных численных методов, применяемых для решения основных задач линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления.

**Задачи дисциплины** - изучение численных методов решения трансцендентных уравнений и систем нелинейных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, обыкновенных дифференциальных уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений, вычисления определенных интегралов, среднеквадратического приближения и интерполирования функций.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Численные методы относится к вариативной части блока 1 естественно-научного модуля учебного плана.

Для изучения дисциплины студент должен:

### знать:

элементы линейной и векторной алгебры, теории матриц;

элементы дифференциального и интегрального исчисления, теории дифференциальных уравнений;

принципы построения программ;

**уметь:** по заданной задаче выбрать нужный метод, разработать алгоритм решения, соответствующий этому методу, написать программу на ЭВМ и получить решение задачи;

**владеть:** навыками работы с учебной литературой, компьютерной техникой.

Таблица 2.1 - Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общепрофессиональные и дополнительные компетенции

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
ОПК-5	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	Физика Информатика Программирование Дискретная математика Математическая логика и теория алгоритмов Численные методы в автоматизированных системах Структуры и алгоритмы обработки данных Учебная практика Математическое программное обеспечение	Сети и телекоммуникации Защита информации Исследование операций Технология разработки программного обеспечения Мультимедийные технологии Методы оптимизации Дискретные структуры Компьютерное моделирование Имитационное моделирование Технологии программирования в сетях Производственная практика Преддипломная практика Итоговая государственная аттестация
<b>Дополнительные компетенции</b>			
ДК-11	использовать прикладные	Инженерная графика	Компьютерная графика

пакеты программ для анализа данных	Математическая логика и теория алгоритмов Теория графов Математическое программное обеспечение	Современные среды визуального программирования
------------------------------------	--	--

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности).

Таблица 3.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;	Знать: основные определения, понятия, теоремы разделов математики предусмотренных программой Уметь: решать математические задачи, пользоваться накопленными математическими знаниями при изучении других дисциплин Владеть: математическими методами для решения задач производственного характера, методами теории вероятностей и математической статистики при планировании опытов и обработке их результатов
ДК-11	использовать прикладные пакеты программ для анализа данных	Знать: основные математические пакеты (Mathcad, Maple) Уметь: решать математические задачи с использованием математических пакетов Владеть: программными средствами реализации вычислительных алгоритмов, способами их тестирования и предварительной апробации.

### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часов.

Таблица 4.1

Объём дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	180	7
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>		
занятия лекционного типа	17	
<b>в том числе:</b>		
практические занятия	17	
лабораторные работы	17	

в том числе: курсовое проектирование	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	36
изучение теоретического курса	10
задачи	10
курсовое проектирование	16
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>	36

### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4.2

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, акад. часы					Формируемые компетенции
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов	
1	Предмет и задачи вычислительной математики.	1	-	-	2	3	ОПК-5
2	Теория погрешностей	2	2	1	3	8	ОПК-5 ДК-11
3	Интерполирование функций.	4	-	2	5	11	ОПК-5 ДК-11
4	Численное дифференцирование и интегрирование.	6	2	2	5	13	ОПК-5 ДК-11
5	Приближение функций	4	-	2	5	12	ОПК-5 ДК-11
6	Решение систем линейных алгебраических уравнений	3	2	2	3	14	ОПК-5 ДК-11
7	Собственные значения и собственные векторы матриц	2	1	-	2	7	ОПК-5 ДК-11
8	Решение нелинейных уравнений и систем.	6	8	4	2	20	ОПК-5 ДК-11
9	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	2	2	2	10	ОПК-5 ДК-11
10	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.	2	1	1	3	8	ОПК-5 ДК-11
11	Численные методы решения интегральных уравнений	2	-	2	4	10	ОПК-5 ДК-11

Итого часов	34	18	18	36	108	
-------------	----	----	----	----	-----	--

#### 4.2 Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 47 %.

#### Лекционный курс

Таблица 4.3

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1.	<p><b>Предмет и задачи вычислительной математики.</b></p> <p><b>Тема 1.1.</b> Предмет и задачи курса. Основные понятия: линейные нормированные пространства, виды сходимости последовательностей и дискретное представление непрерывных функций; основные вычислительные задачи в пространстве матриц.</p>	1	
2	2.	<p><b>Теория погрешностей</b></p> <p><b>Тема 2.1.</b> Основные источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры. Неустраняемая погрешность. Вычислительная погрешность.</p>	2	
2-4	3.	<p><b>Интерполирование функций.</b></p> <p><b>Тема 3.1.</b> Постановка задачи интерполирования. Существование и единственность обобщенного интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Схема Эйткена и ее программирование.</p> <p><b>Тема 3.2.</b> Разделенные разности и интерполяционная формула Ньютона с разделенными разностями. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов и программирование вычислений по ним.</p>	4	
4-6	4.	<p><b>Численное дифференцирование и интегрирование.</b></p> <p><b>Тема 4.1.</b> Некорректность задачи численного дифференцирования в пространстве. Использование интерполяционных формул Ньютона для вычисления производных. Погрешность метода и неустраняемая погрешность численного дифференцирования. Минимизация общей погрешности.</p> <p><b>Тема 4.2.</b> Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы средних прямоугольников, трапеций, Симпсона.</p> <p><b>Тема 4.3.</b> Составные квадратурные формулы.</p>	6	

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
		Оценка погрешности формул. Квадратурные формулы Гаусса. Квадратурные правила наивысшей алгебраической степени точности в случае постоянной весовой функции.		
7-8	5.	<p><b>Приближение функций.</b></p> <p><b>Тема 5.3.</b> Понятие о методе наименьших квадратов.</p> <p><b>Тема 5.4.</b> Наилучшие приближения в линейном нормированном пространстве. Теоремы существования и единственности. Наилучшие равномерные приближения непрерывных функций многочленами. Теоремы Валле-Пуссена, Чебышева и единственности.</p>	4	
9-10	6.	<p><b>Решение систем линейных алгебраических уравнений</b></p> <p><b>Тема 6.1.</b> Метод Гаусса. Метод квадратных корней.</p> <p><b>Тема 6.2.</b> Принцип сжатых отображений в метрическом пространстве. Метод простой итерации и достаточные условия его сходимости. Метод Зейделя.</p>	3	
11	7.	<p><b>Собственные значения и собственные векторы матриц.</b></p> <p><b>Тема 7.1.</b> Методы решения частичной проблемы собственных значений. Метод вращений решения полной проблемы собственных значений. Метод Крылова А.Н. решения полной проблемы собственных значений.</p>	2	
12-14	8.	<p><b>Решение нелинейных уравнений и систем.</b></p> <p><b>Тема 8.1.</b> Метод простой итерации решения уравнения с одним неизвестным и достаточные условия его сходимости. Методы хорд и касательных как частные случаи метода простой итерации. Квадратический характер сходимости метода касательных (Ньютона).</p> <p><b>Тема 8.2.</b> Метод Лобачевского для нахождения корней многочленов. Метод простой итерации и метод Ньютона для решения систем. Метод Зейделя и его аналоги.</p>	6	
15	9.	<p><b>Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b></p> <p><b>Тема 9.1.</b> Классификация методов. Одношаговые методы: Эйлера, трапеций, Коши-Эйлера. Многошаговые методы Адамса.</p>	2	

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
		Устойчивость и сходимостъ многошаговых методов.		
16	10.	<b>Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.</b> Тема 10.1. Построение простейшей разностной схемы для уравнения второго порядка. Оценка погрешности аппроксимации и разрешимость разностной схемы. Методы прогонки и пристрелки. Оценка погрешности и сходимостъ сеточного метода. Вариационные методы. Метод Рунге.	2	
17	11.	<b>Численные методы решения интегральных уравнений</b> Тема 11.1. Метод механических квадратур решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра 2-го рода. Метод последовательных приближений. Метод замены ядра на вырожденное.	4	
Итого:			<b>36</b>	

### Практические занятия

Таблица 4.4

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	Раздел 2, Тема 2.1	Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры.	2	
2	Раздел 4, Тема 4.2	Вычисление определенных интегралов по формулам средних прямоугольников, трапеций и парабол.	2	
3	Раздел 6, Тема 6.1	Решение системы линейных алгебраических уравнений методом главных элементов.	2	
4	Раздел 7, Тема 7.1	Собственные значения и собственные вектора матриц	1	
4	Раздел 8, Тема 8.1	Решение алгебраических уравнений высоких степеней методом половинного деления, хорд, касательных.	2	
5	Раздел 8, Тема 8.2	Решение алгебраических уравнений методом Лобачевского	2	
6	Раздел 8, Тема 8.2	Решение нелинейной системы уравнений методом Ньютона.	2	
7	Раздел 8	Контрольная работа "Решение нелинейных уравнений и систем".	2	



8	Раздел 9, Тема 9.1	Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Эйлера.	2	
9	Раздел 9	Контрольная работа "Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений".	2	
Итого:			<b>18</b>	

### Лабораторные работы

Таблица 4.5

№ за- нятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы и пе- речень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1.	Раздел 2, Тема 2.1	Действие над приближёнными числами. Абсолютная и относительная погрешности.	2	
2.	Раздел 3, Тема 3.1	Интерполирование по формулам Ньютона для равноотстоящих узлов.	2	
3.	Раздел 4, Тема 4.1	Численное дифференцирование и интегрирование.	2	
4.	Раздел 5, Тема 5.1	Метод наименьших квадратов	2	
5.	Раздел 6, Тема 6.1	Решение системы линейных уравнений методом квадратного корня, итераций, Гаусса-Зейделя.	2	
6.	Раздел 7, Тема 7.1	Решение трансцендентных уравнений комбинированным методом, методом дихотомии, Ньютона.	2	
7.	Раздел 8, Тема 8.2.	Решение систем нелинейных уравнений.	2	
8.	Раздел 9, Тема 9.1	Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Рунге-Кутты.	2	
9.	Раздел 11, Тема 11.1	Решение интегрального уравнения методом механических квадратур.	2	
Итого:			<b>18</b>	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 4.6

Раздел дисципли- ны	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1	1.1	Решение задач и упражнений	2
2	2.1	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Теория погрешностей»	2
	2.2	Решение задач и упражнений	1
3	3.1	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Интерполирование функций»	2

	3.2.	Решение задач и упражнений	2
	3.3.	Самотестирование	1
4	4.1.	Решение задач и упражнений. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе)	3
	4.2.	Подготовка к тестовому контролю	2
5	5.1.	Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе)	2
	5.2.	Решение задач и упражнений	1
	5.3.	Самотестирование	2
6	6.1.	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Решение систем линейных алгебраических уравнений»	1
	6.2.	Решение задач и упражнений	1
	6.3.	Самотестирование	1
7	7.1.	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Собственные значения и собственные векторы матриц»	2
8	8.1.	Решение задач и упражнений	1
	8.2.	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Решение нелинейных уравнений и систем»	1
	8.3.	Подготовка к контрольной работе по теме «Решение нелинейных уравнений и систем»	1
9	9.1.	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений»	1
	9.2.	Подготовка к контрольной работе по теме «Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений»	1
10	10.1.	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений»	3
11	11.1	Изучение темы теоретического курса, запланированной для самостоятельного освоения: «Численные методы решения интегральных уравнений»	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>37</b>

### Курсовые работы (проекты) по дисциплине

#### Примерные темы

1. Обратить матрицу методом разбиения её на клетки.  
**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**
2. Обратить матрицу методом окаймления.  
**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**
3. Обратить матрицу методом разбиения её на произведение двух треугольных матриц.  
**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**
4. Решить систему линейных уравнений методом главных элементов с точностью до 0,001.  
**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**
5. Решить систему линейных уравнений методом квадратных корней с точностью до 0,001.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

6. Решить систему линейных уравнений по схеме Халецкого с точностью до 0,001.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

7. Используя компактную схему Халецкого, обратить матрицу и уточнить её элементы до  $10^{-4}$ .

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

8. Методом итераций решить систему линейных уравнений с точностью до 0,001.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

9. Методом Зейделя решить систему линейных уравнений с точностью до 0,001, приведя её к виду, удобному для итераций.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

10. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней методом проб с точностью 0,001.

11. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней методом хорд с точностью 0,001.

12. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней методом итераций с точностью 0,001.

13. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней комбинированным методом хорд и касательных с точностью 0,001.

14. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней методом Ньютона с точностью 0,001

15. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней упрощённым методом Ньютона с точностью 0,001.

16. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- с) Уточнить один из корней методом ложного положения с точностью 0,001.

17. Решить нелинейное уравнение.

**Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**

- а) Отделить корни аналитически;
- б) Отделить корни графически;
- в) Уточнить один из корней методом Стеффенсена с точностью 0,001.

18. Локализовать корни уравнения *Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.* аналитически. Уточнить их с точностью  $10^{-7}$ , используя метод Ньютона. Для поиска кратного корня и определения его кратности следует использовать модификацию метода Ньютона для случая кратного корня с  $m=1,2,3$ .

19. Дана таблица зависимости  $v(t)$

t	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
v	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5

Используя метод наименьших квадратов, найти зависимость для функции, заданной таблицей (*Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.*).

20. Дана таблица зависимости  $v(t)$

t	1	2	3	4	5	6	7
v	16	26	36	46	56	66	76

Используя метод наименьших квадратов, найти зависимость для функции, заданной таблицей (*Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.*).

21. Используя метод Горнера, найти один из корней уравнения с шестью значащими цифрами.

$$X^3 - 15X + 25 = 0$$

22. Используя метод Лобачевского, решить уравнение с точностью до 0,001.

$$X^4 - 2X^3 + X^2 - 2X + 1 = 0$$

23. Используя метод итераций, решить систему нелинейных уравнений с точностью до 0,001.

*Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.*

24. Используя метод Ньютона, решить систему нелинейных уравнений с точностью до 0,001.

*Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.*

25. Используя метод Хичкока, решить уравнение с точностью до 0,001.

$$X^4 + X^3 + 2X + 1 = 0$$

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Численные методы» реализуются как традиционные технологии в виде аудиторных занятий, состоящих из лекционных (34 часа) и практических занятий (17 часов) так и компьютерные – при проведении лабораторных работ (17 часов) и тестировании остаточных знаний студентов. Самостоятельная работа студентов (49 часов) подразумевает работу под руководством преподавателя (консультация и помощь при выполнении лабораторных работ и курсовой работы), и индивидуальную работу студентов в компьютерном классе или библиотеке университета.

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы преподавателем, ведущим лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- устные опросы;
- контрольные работы
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

**Промежуточный контроль** студентов производится в следующих формах:

- тестирование;
- контрольные работы;
- защита лабораторных работ (тестирование);

**Итоговый контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и/или решения задач).

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

N п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Васильев, А. Н.	Числовые расчеты в Excel [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Васильев.	Москва	Лань	2014	
2	Бахвалов, Н.С. -	Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков.	Москва	Бином. Лаборатория знаний	2013	
3	Бахвалов, Н.С.	Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков. -	Москва	Бином. Лаборатория знаний,	2010	

4	Марчук, Г.И. [и др.]	Методы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. И. Марчук . - изд. 4-е, стереотип.	Санкт-Петербург	Лань	2009	
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Самарский, А.А.	Задачи и упражнения по численным методам [Электронный ресурс] / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич, Е. А. Самарская	Москва	КомКнига	2007	
2	Демидович, Б.П.	Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон.	Санкт-Петербург	Лань	2006	
3	Поршнеv, С.В.	Численные методы [Электронный ресурс] : курс лекций: учеб. пособие для вузов / С.В.Поршнеv.	- СПб	БХВ-Петербург	2004	

## 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронная библиотечная система (ЭБС) Книгафонд <http://www.knigafund.ru/>
2. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ <http://www.library.mephi.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Для проведения лекционных занятий используется:
  - комплект электронных презентаций/слайдов;
  - компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, интерактивная доска, компьютер).
2. Для проведения лабораторных работ используется:
  - компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, интерактивная доска, компьютер);
  - пакеты прикладного программного обеспечения MS Office, Mathcad

## 9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

### Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

#### « Численные методы »

*Специальность 230100.62 «Информатика и вычислительная техника»*

*2 курс дневное обучение*

Максимальное количество баллов за работу в течение семестра: 60 баллов.

Итоговый контроль: 40 баллов

Семестр 4

Всего часов 144

в том числе:

- 1 лекции - 36 часов;
- 2 лабораторные работы - 18 часов;
- 3 семинарские / практические занятия - 18 часов;
- 4 подготовка к лекциям - \_\_\_\_\_ часов;
- 5 подготовка к семинарским / практическим занятиям - \_\_\_\_\_ часов;
- 6 подготовка к лабораторным работам - \_\_\_\_\_ часов;
- 7 подготовка к экзамену / зачету - \_\_\_\_\_ часов;
- 8 творческая самостоятельная работа (за исключением пп. 4 – 7) - \_\_\_\_\_ часов

#### Структура текущего и промежуточного контроля.

Информация о контр. точках	Текущий контроль(<=25) (ТК)									Промежуточный контроль (<=30) (ПК)		Форма итогового контроля
	ТК <sub>1</sub>	ТК <sub>2</sub>	ТК <sub>3</sub>	ТК <sub>4</sub>	ТК <sub>5</sub>	ТК <sub>6</sub>	ТК <sub>7</sub>	ТК <sub>8</sub>	ТК <sub>8</sub>	ПК <sub>1</sub>	ПК <sub>2</sub>	
форма контроля	<i>Л/ЛБ<sub>1</sub>/</i> <i>ПР<sub>1</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>2</sub>/</i> <i>ПР<sub>2</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>3</sub>/</i> <i>ПР<sub>3</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>4</sub>/</i> <i>СР/ПР<sub>4</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>5</sub>/</i> <i>ПР<sub>5</sub></i>	<i>Л/ПР<sub>6</sub></i> <i>ЛБ<sub>6</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>7</sub>/</i> <i>ПР<sub>7</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>8</sub>/</i> <i>СР/ПР<sub>8</sub></i>	<i>Л/ЛБ<sub>9</sub>/</i> <i>ПР<sub>9</sub></i>	<i>КР</i>	<i>КР</i>	Э
неделя сдачи	2	4	6	7	10	12	13	15	18	8	14	
макс. балл	2,5	2,5	2,5	4	2,5	2	2	4	3	15	15	40

#### Структура баллов, начисляемых студентам по результатам текущего контроля (промежуточного контроля)

№ п/п	Наименование видов учебной работы	Начисляемое количество баллов (долей баллов)	Максимальное количество баллов по данному виду учебной работы
1.	Посещение лекций.	17 лекций по 0,5 балла	8,5
2.	Посещение лабораторных занятий и выполнение лабораторной работы	8 работ по 1 баллу	8
3.	Посещение практических занятий и выполнение заданий на практических занятиях	8 работ по 0,5 балла	4,5
4.	Выполнение самостоятельной работы (домашних заданий)	2 самостоятельные работы	4
<i>Максимальная сумма баллов по результатам текущего контроля</i>			25

ПЕРЕЧЕНЬ домашних заданий и видов самостоятельной работы студентов

№ п/п	Темы домашних заданий и самостоятельной работы	Недели семестра, в которых будет выдаваться задание	Недели семестров, в которых будут приниматься отчеты по домашним заданиям и работам
1.	Интерполирование по формулам Ньютона для равноотстоящих узлов.	2	2
2.	Метод наименьших квадратов	3	4
3.	Решение системы линейных уравнений методом квадратного корня	5	6
4.	Решение трансцендентных уравнений комбинированным методом.	6	7
5.	Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Рунге-Кутты.	9	10
6.	Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка методом Адамса четвертого порядка точности.	11	12
7.	Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка разностными методами прогонки и пристрелки.	12	13
8.	Решение интегрального уравнения методом механических квадратур.	14	15
9.	Решение интегрального уравнения методом вырожденного ядра	15	18



### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина «Численные методы» является вариативной частью естественно-научного модуля дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки бакалавра 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Дисциплина реализуется на информационно-технологическом факультете ДИТИ НИЯУ МИФИ кафедрой информационных технологий.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций выпускника: ОПК-5- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности; дополнительных компетенций ДК-11- использовать прикладные пакеты программ для анализа данных.

Целями освоения учебной дисциплины являются: воспитание математической культуры, развитие навыков математического, алгоритмического мышления и программирования, обучение применению и программной реализации вычислительных методов.

Задачами курса являются: знакомство с реально используемыми в вычислительной практике алгоритмами, изучение особенностей численных методов для решения инженерных задач, программная реализация изученных методов,- оценка погрешности полученного решения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме выполнения лабораторных работ, выполнения заданий на практических занятиях и выполнение самостоятельной работы, промежуточный контроль в форме контрольной работы и итоговый контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 часов), практические (18 часов), лабораторные (18 часов) занятия и (36 часов) самостоятельной работы студента.

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

Начинать подготовку к лабораторным занятиям необходимо с изучения рекомендованной литературы. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу. Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала в студенческой среде, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости, студенту необходимо обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

**Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, из них 72 часов аудиторных занятий и 36 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям ( <i>интерполяция, аппроксимация, метод наименьших квадратов, дифференцирование, интегрирование, метод дихотомии</i> ) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа/индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Реферат/курсовая работа	<i>Курсовая работа:</i> изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной цели и задачи; проведение практических исследований по данной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсовой работы находится в методических материалах по дисциплине.
Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

### Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

#### I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям.

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, выполнении групповых домашних заданий по разделу .

#### II. Виды и содержание учебных занятий

**Теоретические занятия (лекции) - 36 часов.**

**Лекция 1.** *Информационная лекция.* Предмет и задачи курса. Основные понятия: линейные нормированные пространства, виды сходимости последовательностей и дискретное представление непрерывных функций; основные вычислительные задачи в пространстве матриц.

**Лекция 2.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Основные источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры. Неустраняемая погрешность. Вычислительная погрешность.

**Лекция 2.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Постановка задачи интерполирования. Существование и единственность обобщенного интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Схема Эйткена и ее программирование.

**Лекция 3.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Разделенные разности и интерполяционная формула Ньютона с разделенными разностями. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона для равноотстоящих узлов и программирование вычислений по ним.

**Лекция 4.** *Проблемная лекция. Опрос по теме предыдущей лекции.* Некорректность задачи численного дифференцирования в пространстве. Использование интерполяционных формул Ньютона для вычисления производных. Погрешность метода и неустраняемая погрешность численного дифференцирования. Минимизация общей погрешности.

**Лекция 5.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Квадратурные формулы средних прямоугольников, трапеций, Симпсона.

**Лекция 6.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Составные квадратурные формулы. Оценка погрешности формул. Квадратурные формулы Гаусса. Квадратурные правила наивысшей алгебраической степени точности в случае постоянной весовой функции.

**Лекция 7.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Понятие о методе наименьших квадратов.

**Лекция 8.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Наилучшие приближения в линейном нормированном пространстве. Теоремы существования и единственности. Наилучшие равномерные приближения непрерывных функций многочленами. Теоремы Валле-Пуссена, Чебышева и единственности.

**Лекция 9.** *Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции.* Метод Гаусса. Метод квадратных корней.

**Лекция 10.** *Проблемная лекция. Опрос по теме предыдущей лекции.* Принцип сжатых отображений в метрическом пространстве. Метод простой итерации и достаточные условия его сходимости. Метод Зейделя.

**Лекция 11.** Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции. Методы решения частичной проблемы собственных значений. Метод вращений решения полной проблемы собственных значений. Метод Крылова А.Н. решения полной проблемы собственных значений.

**Лекция 12-13.** Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции. Метод простой итерации решения уравнения с одним неизвестным и достаточные условия его сходимости. Методы хорд и касательных как частные случаи метода простой итерации. Квадратический характер сходимости метода касательных (Ньютона).

**Лекция 14.** Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции. Метод Лобачевского для нахождения корней многочленов. Метод простой итерации и метод Ньютона для решения систем. Метод Зейделя и его аналоги.

**Лекция 15.** Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции. Классификация методов. Одношаговые методы: Эйлера, трапеций, Коши-Эйлера. Многошаговые методы Адамса. Устойчивость и сходимость многошаговых методов.

**Лекция 16.** Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции. Построение простейшей разностной схемы для уравнения второго порядка. Оценка погрешности аппроксимации и разрешимость разностной схемы. Методы прогонки и пристрелки. Оценка погрешности и сходимость сеточного метода. Вариационные методы. Метод Рунге.

**Лекция 17-18.** Лекция-беседа. Опрос по теме предыдущей лекции. Метод механических квадратур решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра 2-го рода. Метод последовательных приближений. Метод замены ядра на вырожденное.

#### **Практические и семинарские занятия - 18 часов.**

**Занятие 1.** Раздел 2. *Решение задач.* Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры.

**Занятие 2.** Раздел 4. *Решение задач.* Вычисление определенных интегралов по формулам средних прямоугольников, трапеций и парабол.

**Занятие 3.** Раздел 6. *Решение задач.* Решение системы линейных алгебраических уравнений методом главных элементов.

**Занятие 4.** Раздел 7. *Решение задач.* Собственные значения и собственные вектора матриц.

**Занятие 5.** Раздел 8. *Решение задач.* Решение алгебраических уравнений высоких степеней методом половинного деления, хорд, касательных.

**Занятие 6.** Раздел 8. *Решение задач.* Решение алгебраических уравнений методом Лобачевского

**Занятие 7.** Раздел 8. *Решение задач.* Решение нелинейной системы уравнений методом Ньютона.

**Занятие 8.** Раздел 8. Контрольная работа "Решение нелинейных уравнений и систем".

**Занятие 9.** Раздел 9. *Решение задач.* Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Эйлера. Контрольная работа "Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений".

#### **Лабораторный практикум - 18 часов, 9 работ.**

**Лабораторная работа 1.** Раздел 2. Действие над приближенными числами. Абсолютная и относительная погрешности.

**Лабораторная работа 2.** Раздел 3. Интерполирование по формулам Ньютона для равноотстоящих узлов.

**Лабораторная работа 3.** Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование.

**Лабораторная работа 4.** Раздел 5. Метод наименьших квадратов .

**Лабораторная работа 5.** Раздел 6. Решение системы линейных уравнений методом квадратного корня, итераций, Гаусса-Зейделя.

**Лабораторная работа 6.** Раздел 7. Решение трансцендентных уравнений комбинированным методом, методом дихотомии, Ньютона.

**Лабораторная работа 7.** Раздел 8. Решение систем нелинейных уравнений.

**Лабораторная работа 8.** Раздел 9. Решение задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка методом Рунге-Кутты.

**Лабораторная работа 9.** Раздел 11. Решение интегрального уравнения методом механических квадратур.

**Управление самостоятельной работой студента.**

**Раздел 2. «Теория погрешностей»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 3. «Интерполирование функций»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 4. «Дифференцирование и интегрирование»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 5. «Приближение функций»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 2 час, 1 работа.

**Раздел 6. «Система линейных уравнений»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 7. «Собственные значения и собственные векторы матриц»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

**Раздел 8. «Решение нелинейных уравнений и систем»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 1 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 9. «Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 1 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 10. «Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 1 час, 1 работа.

**Раздел 11. «Численные методы решения краевых интегральных уравнений»**

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Практические и семинарские занятия - 2 часа.

Лабораторный практикум - 2 час, 1 работа.

**Курсовые работы**

Трудоемкость выполнения работы – 16 часов.