|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
| Кафедра прикладной математики | | |
| УТВЕРЖДАЮ  ДИРЕКТОР  И. А. Иванов  « 24 » мая 2021 г. | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Метод приближенных вычислений | | |
| (наименование дисциплины ) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): | 09.03.01 Информатика и вычислительная техника | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: | Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: | Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | бакалавр |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: | очная |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озёрск, 2021 г.

# ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Методы приближенных вычислений» является изучение приближенных методов решения алгебраических, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, а также систем этих уравнений.

# МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Методы приближенных вычислений» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в формируемую участниками образовательных отношений часть основной образовательной программы бакалавриата «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем».

# КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

- применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач.

В результате освоения дисциплины студент должен владеть:

- приближенными методами решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений.

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции и планируются следующие результаты обучения по дисциплине:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Компетенция / Индикатор** | **Содержание** | **Результаты обучения по дисциплине** |
|  | **ОПК-1** | **Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности** | **УКЕ-1** |
|  | ОПК-1.1 | З-ОПК-1 Знать: основы математики, физики, общеинженерных знаний, вычислительной техники и программирования |  |
|  | ОПК-1.2 | У-ОПК-1 уметь: решать нестандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных, математических и общеинженерных знаний |  |
|  | ОПК-1.3 | В-ОПК-1 владеть: навыками решения нестандартных задач профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте |  |
|  | **ПК-3** | **Способен разрабатывать модели и компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии** |  |
|  | ПК-3.1 | З-ПК-3 Знать: схемотехнику логических схем, цифровых и запоминающих устройств, принципы построения и элементы микропроцессоров и микроконтроллеров, принципы работы программируемых логических матриц и программируемой матричной логики, основы объектно- ориентированного подхода к программированию, базы данных и системы управления базами данных для информационных систем различного назначения, принципы построения современных операционных систем и особенности их применения |  |
|  | ПК-3.2 | У-ПК-3 Уметь: строить логические схемы счетчиков, регистров, сумматоров и запоминающих устройств, строить временные диаграммы работы интерфейсов и контроллеров, сопрягать аппаратные и программные средства в составе аппаратно- программных комплексов, работать с современными системами программирования, включая объектно- ориентированные |  |
|  | ПК-3.3 | В-ПК-3 Владеть: современными инструментальными средствами проектирования цифровых устройств, языками процедурного и объектно- ориентированного программирования, навыками разработки и отладки программ |  |
|  | УКЕ-1 | Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах |  |
|  | УКЕ-1.1 | З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования |  |
|  | УКЕ-1.2 | У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи |  |
|  | УКЕ-1.3 | В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |  |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет: | | |  | |  | | | |  | |  | | |
| Кредитов: | | | 6 | |  | | | |  | |  | | |
| Часов: | | | 216 | |  | | | |  | |  | | |
| в том числе: контактная работа 104, самостоятельная работа 76, контроль 36 | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| По семестрам:  еместр | | | | | | | | | | | | | |
| 2 семестр: контактная работа 34 (лекции 16, практики 18), самостоятельная работа 38 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 семестр: контактная работа 34 (лекции 18, практики 16), КР 36, самостоятельная работа 38, контроль 36 (экзамен) | | | | | | | | | | | | | |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | | Недели | Виды учебной деятельности, включая СРС, трудоемкость (в часах) | | | | | | Текущий контроль успеваемости (*неделя, форма*) | | Аттестация раздела  (*неделя, форма*) | | Макс. балл за раздел |
| Лекции | | Практ. занятия/ семинары | | Лаб. раб. | СРС |
|  | 2 семестр | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Приближенные вычисления в алгебре | | 1-4 | 6 | | 6 | |  | 4 | 1ПР1  2ПР2  3ПР3 | | 4КР1 | | 15 |
| 2 | Приближенные вычисления функций | | 5-8 | 10 | | 4 | |  | 6 | 5ПР4  7ПР5 | | 8КР2  8ДЗ1 | | 17 |
| 3 | Приближенные вычисления интегралов | | 9-12 | 10 | | 4 | |  | 6 | 9ПР6  11ПР7 | | 12КР3 | | 11 |
| 4 | Приближенные вычисления производных, и приближенные методы поиска экстремума | | 13-16 | 6 | | 4 | |  | 6 | 13ПР8 | | 16КР4 | | 7 |
|  | Итого баллов за семестр: | |  | 32 | | 32 | |  | 52 |  | |  | | 50 |
|  | Зачет: | |  |  | |  | |  |  |  | |  | | 50 |
|  | Итого за 2 семестр: | |  |  | |  | |  |  |  | |  | | 100 |
| 3 семестр | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Приближенное решение задач Коши для ОДУ и систем ОДУ | | 1-4 | 4 | | 4 | |  | 12 | 1ПР1  3ПР2 | | 3КР1  4ДЗ1 | | 15 |
| 6 | Приближенное решение краевых задач | | 5-9 | 4 | | 4 | |  | 12 | 5ПР3  7ПР4 | | 7ДЗ2  8КР2 | | 15 |
| 7 | Приближенное решение УМФ | | 10-18 | 10 | | 8 | |  | 14 | 9ПР5  11ПР6  13ПР7  15ПР8  17ПР9 | |  | | 20 |
|  | Итого баллов за семестр: | |  | 36 | | 36 | |  | 64 |  | |  | | 50 |
|  | Экзамен: | |  |  | |  | |  |  |  | |  | | 50 |
|  | Итого за 3 семестр: | |  |  | |  | |  |  |  | |  | | 100 |

Обозначения оценочных средств: ПР - практическая работа, КР - контрольная работа, ДЗ - индивидуальное домашнее задание.

В разделе 1 «Приближенные вычисления в алгебре» рассматриваются следующие вопросы: абсолютная и относительная погрешности, предельная абсолютная и относительная погрешности, значащая цифра, формула конечных приращений, погрешность алгебраической суммы и произведения, системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), метод Гаусса с выбором главного элемента, метод прогонки, метод простых итераций. метод Зейделя, нелинейные уравнения с одной неизвестной, метод деления отрезка пополам, метод хорд, метод касательных, системы нелинейных уравнений.

В разделе 2 «Приближенные вычисления функций» рассматриваются следующие вопросы: интерполяция полиномами, каноническое представление интерполяционного полинома, интерполяционный полином Лагранжа, точность интерполяции, полиномы Чебышева и их свойства, интерполяция кусочно-полиномиальными функциями первого порядка дефекта 1, третьего порядка дефекта 2 и третьего порядка дефекта 1, дробно-рациональная интерполяция, метод наименьших квадратов и линейное сглаживание, интерполяция функций двух переменных, прямоугольная интерполяция, четырехузловая схема, многоузловая схема, треугольная интерполяция, частные случаи треугольной интерполяции, исключение среднего узла в десятиузловой схеме.

В разделе 3 «Приближенные вычисления интегралов» рассматриваются следующие вопросы: квадратурные формулы, квадратуры Ньютона-Котеса, точность простейших квадратур Ньютона-Котеса, квадратуры Гаусса, одноузловая квадратура Гаусса, двухузловая квадратура Гаусса, трехузловая квадратура Гаусса, полиномы Лежандра и их свойства, оценка остаточного члена квадратур Гаусса, квадратуры специального назначения, интегрирование быстро-осциллирующих функций, интегрирование неограниченных функций, квадратурные формулы Гаусса-Эрмита, интегрирование на неограниченном промежутке, интегрирование на неограниченном промежутке (метод замены переменных, квадратурные формулы), кубатурные формулы для кратных интегралов, интерполяционные формулы, повторное интегрирование, применение Метода Монте-Карло для вычисления определенных, несобственных и кратных интегралов.

В разделе 4 «Приближенные вычисления производных, и приближенные методы поиска экстремума» рассматриваются следующие вопросы: первая производная, метод неопределенных коэффициентов, старшие производные, задачи оптимизации, золотое сечение, метод парабол, спуск по координатам, метод градиентного спуска, метод оврагов, сопряженные направления.

В разделе 5 «Приближенное решение задач Коши для ОДУ и систем ОДУ» рассматриваются следующие вопросы: ОДУ первого порядка, метод Эйлера, семейство методов Рунге-Кутта, устойчивость разностных схем, системы ОДУ первого порядка, задача Коши для ОДУ второго порядка, метод сведения к системе ОДУ первого порядка, формулы Штермера и Нумерова.

В разделе 6 «Приближенное решение краевых задач» рассматриваются следующие вопросы: краевая задача для ОДУ второго порядка, метод стрельбы, метод вспомогательной задачи Коши, метод прогонки, принцип наименьшего действия, уравнение Лагранжа, вариационные методы решения краевых задач, сведение краевой задачи к вариационной, метод Ритца, кусочно-линейные аппроксимации.

В разделе 7 «Приближенное решение УМФ» рассматриваются следующие вопросы: линейные УМФ, классификация линейных УМФ, уравнения параболического типа, явные и неявные схемы, невязка, аппроксимация и ее порядок, устойчивость, признак равномерной устойчивости и устойчивости по правой части, исследование на устойчивость с помощью принципа максимума и метода разделения переменных, уравнение переноса, многомерное уравнение переноса, перенос с поглощением, аппроксимация и устойчивость, гиперболические уравнения, волновое уравнение, схема «крест», аппроксимация уравнения и начальных условий.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента) с использованием интерактивных форм проведения занятий в аудитории.

Используемые образовательные технологии при изучении данной дисциплины:

- контекстное обучение;

- метод проектов;

- работа в команде;

- дискуссия;

- тренинг;

Интерактивные формы проведения занятий составляют 17 часов или 20% от общего объема аудиторных занятий

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента).

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

## Текущий контроль проводится в виде контроля выполнения практических работ.

Примерные темы практических работ во 2 семестре

1) Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главного элемента, решение СЛАУ ленточного типа методом прогонки.

2) Решение СЛАУ методом простой итерации, решение СЛАУ методом Зейделя.

3) Приближенное решение нелинейных уравнений.

4) Интерполяция функций полиномами Лагранжа.

5) Интерполяция функций кусочно-полиномиальными функциями.

6) Приближенное интегрирование функций при помощи квадратур Ньютона-Котеса.

7) Приближенное интегрирование функций при помощи квадратур Гаусса.

8) Задачи оптимизации.

Примерные темы практических работ в 3 семестре

1) Задача Коши. Приближенное решение ОДУ первого порядка методом Эйлера.

2) Задача Коши. Приближенное решение ОДУ первого порядка методом Рунге-Кутта 4-го порядка.

3) Приближенное решение краевых задач методом стрельбы.

4) Приближенное решение краевых задач методом вспомогательной задачи Коши.

5) Решение однородных параболических уравнений по явной схеме.

6) Решение однородных параболических уравнений по неявной схеме.

7) Приближенное решение неоднородных параболических уравнений.

8) Приближенное решение уравнений переноса.

9) Приближенное решение волновых уравнений.

## Рубежный контроль (аттестация раздела) проводится в виде контрольных работ и индивидуальных домашних заданий.

### Контрольная работа № 1 «Решение СЛАУ» (семестр 2).

Время проведения контрольной работы - 4 неделя.

Варианты контрольной работы:

1) Решение СЛАУ методом Гаусса с выбором главного элемента.

2) Решение СЛАУ ленточного типа методом прогонки.

3) Решение СЛАУ методом простой итерации.

4) Решение СЛАУ методом Зейделя.

### Контрольная работа № 2 «Интерполяция функций» (семестр 2)

Время проведения контрольной работы - 8 неделя.

Варианты контрольной работы:

1) Интерполяция функций полиномами Лагранжа.

2) Интерполяция функций кусочно-полиномиальными функциями 1-го порядка дефекта 1.

### Контрольная работа № 3 «Интегрирование функций» (семестр 2)

Время проведения контрольной работы - 12 неделя.

Варианты контрольной работы:

1) Приближенное интегрирование функций при помощи квадратур Ньютона-Котеса.

2) Приближенное интегрирование функций при помощи квадратур Гаусса.

### Контрольная работа № 4 «Задачи оптимизации» (семестр 2)

Время проведения контрольной работы - 16 неделя.

Варианты контрольной работы:

1) Поиск минимума функции одной переменной.

2) Поиск минимума функции двух переменных.

### Контрольная работа № 1 «Задача Коши для ОДУ» (семестр 3).

Время проведения контрольной работы - 3 неделя.

Варианты контрольной работы:

1) Приближенное решение ОДУ первого порядка методом Эйлера.

2) Приближенное решение ОДУ первого порядка методом Рунге-Кутта 4-го порядка.

3) Приближенное решение ОДУ второго порядка методом сведения к системе ОДУ первого порядка.

4) Приближенное решение ОДУ второго порядка по формуле Штермера.

### Контрольная работа № 2 «Краевые задачи» (семестр 3)

Время проведения контрольной работы - 8 неделя.

Варианты контрольной работы:

1) Приближенное решение краевых задач методом стрельбы.

2) Приближенное решение краевых задач методом вспомогательной задачи Коши.

3) Приближенное решение краевых задач методом прогонки.

### Индивидуальное домашнее задание № 1 «Интерполяция функций» (2 семестр)

Индивидуальное домашнее задание выдается на 5 неделе.

Срок сдачи индивидуального домашнего задания - 8 неделя.

Варианты заданий:

1) Интерполяция функций кусочно-полиномиальными функциями 3-го порядка дефекта 2.

2) Интерполяция функций кусочно-полиномиальными функциями 3-го порядка дефекта 1.

### Индивидуальное домашнее задание № 1 «Задача Коши для систем ОДУ» (3 семестр)

Индивидуальное домашнее задание выдается на 2 неделе.

Срок сдачи индивидуального домашнего задания - 4 неделя.

Варианты заданий:

1) Приближенное решение систем ОДУ первого порядка методом Эйлера.

2) Приближенное решение систем ОДУ первого порядка методом Рунге-Кутта 4-го порядка.

### Индивидуальное домашнее задание № 2 «Краевые задачи» (3 семестр)

Индивидуальное домашнее задание выдается на 5 неделе.

Срок сдачи индивидуального домашнего задания - 8 неделя.

Варианты заданий:

1) Приближенное решение краевых задач методом Ритца.

2) Приближенное решение краевых задач вариационным методом (кусочно-линейная аппроксимация).

## Промежуточная аттестация во 2 семестре выполняется в виде зачета, в 3 семестре – в виде экзамена.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Абсолютная и относительная погрешности. Предельная абсолютная и относительная погрешности. Значащая цифра. Формула конечных приращений.
2. Погрешность алгебраической суммы и произведения.
3. СЛАУ. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод прогонки.
4. СЛАУ. Метод простых итераций, его сходимость, норма матрицы.
5. СЛАУ. Метод Зейделя. Возмущение правой части. Обусловленность матрицы.
6. Нелинейные уравнения с одной неизвестной. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод касательных. Метод простой итерации.
7. Системы нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Ньютона.
8. Интерполяция полиномами. Каноническое представление интерполяционного полинома. Интерполяционный полином Лагранжа. Точность интерполяции.
9. Полиномы Чебышева и их свойства.
10. Интерполяция кусочно-полиномиальными функциями первого порядка дефекта 1 и третьего порядка дефекта 2.
11. Интерполяция кусочно-полиномиальными функциями третьего порядка дефекта 1.
12. Дробно-рациональная интерполяция.
13. Метод наименьших квадратов и линейное сглаживание.
14. Интерполяция функций двух переменных. Прямоугольная интерполяция. Четырехузловая схема. Многоузловая схема.
15. Интерполяция функций двух переменных. Треугольная интерполяция. Частные случаи треугольной интерполяции. Исключение среднего узла в десятиузловой схеме.
16. Приближенное интегрирование. Квадратурные формулы. Квадратуры Ньютона-Котеса.
17. Точность простейших квадратур Ньютона-Котеса.
18. Квадратуры Гаусса. Одноузловая квадратура Гаусса. Двухузловая квадратура Гаусса. Трехузловая квадратура Гаусса.
19. Полиномы Лежандра и их свойства. Оценка остаточного члена квадратур Гаусса.
20. Квадратуры специального назначения. Интегрирование быстро-осциллирующих функций. Интегрирование неограниченных функций. Приближенное интегрирование на неограниченном промежутке.
21. Кубатурные формулы для кратных интегралов. Интегрирование по прямоугольной и треугольной области. Повторное интегрирование.
22. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенных и несобственных интегралов первого порядка.
23. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенных и несобственных кратных интегралов.
24. Приближенное дифференцирование. Производная первого порядка. Центральная правая и левая формула приближенного дифференцирования.
25. Приближенное дифференцирование. Производная второго порядка. Остаточный член формулы приближенного дифференцирования.
26. Задачи оптимизации для функции одной переменной. Метод золотого сечение. Метод парабол.
27. Задачи оптимизации для функции двух переменных. Метод спуска по координатам. Метод оврагов.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Абсолютная и относительная погрешности. Предельная абсолютная и относительная погрешности. Значащая цифра. Формула конечных приращений.
2. Погрешность алгебраической суммы и произведения.
3. СЛАУ. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод прогонки.
4. СЛАУ. Метод простых итераций, его сходимость, норма матрицы.
5. СЛАУ. Метод Зейделя. Возмущение правой части. Обусловленность матрицы.
6. Нелинейные уравнения с одной неизвестной. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод касательных. Метод простой итерации.
7. Системы нелинейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Ньютона.
8. Интерполяция полиномами. Каноническое представление интерполяционного полинома. Интерполяционный полином Лагранжа. Точность интерполяции.
9. Полиномы Чебышева и их свойства.
10. Интерполяция кусочно-полиномиальными функциями первого порядка дефекта 1 и третьего порядка дефекта 2.
11. Интерполяция кусочно-полиномиальными функциями третьего порядка дефекта 1.
12. Дробно-рациональная интерполяция.
13. Метод наименьших квадратов и линейное сглаживание.
14. Интерполяция функций двух переменных. Прямоугольная интерполяция. Четырехузловая схема. Многоузловая схема.
15. Интерполяция функций двух переменных. Треугольная интерполяция. Частные случаи треугольной интерполяции. Исключение среднего узла в десятиузловой схеме.
16. Приближенное интегрирование. Квадратурные формулы. Квадратуры Ньютона-Котеса.
17. Точность простейших квадратур Ньютона-Котеса.
18. Квадратуры Гаусса. Одноузловая квадратура Гаусса. Двухузловая квадратура Гаусса. Трехузловая квадратура Гаусса.
19. Полиномы Лежандра и их свойства. Оценка остаточного члена квадратур Гаусса.
20. Квадратуры специального назначения. Интегрирование быстро-осциллирующих функций. Интегрирование неограниченных функций. Приближенное интегрирование на неограниченном промежутке.
21. Кубатурные формулы для кратных интегралов. Интегрирование по прямоугольной и треугольной области. Повторное интегрирование.
22. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенных и несобственных интегралов первого порядка.
23. Применение метода Монте-Карло для вычисления определенных и несобственных кратных интегралов.
24. Приближенное дифференцирование. Производная первого порядка. Остаточный член формулы приближенного дифференцирования. Центральная правая и левая формула приближенного дифференцирования.
25. Приближенное дифференцирование. Производная второго порядка. Остаточный член формулы приближенного дифференцирования.
26. Задачи оптимизации для функции одной переменной. Метод золотого сечение. Метод парабол.
27. Задачи оптимизации для функции двух переменных. Метод спуска по координатам. Метод оврагов.
28. ОДУ первого порядка. Задача Коши. Метод Эйлера.
29. ОДУ первого порядка. Семейство методов Рунге-Кутта.
30. Методы решения систем ОДУ первого порядка.
31. Методы решения задача Коши для ОДУ второго порядка. Метод сведения к системе ОДУ. Формулы Штермера и Нумерова.
32. Краевая задача для ОДУ второго порядка. Метод стрельбы. Метод вспомогательной задачи Коши. Метод прогонки.
33. Принцип наименьшего действия. Уравнение Лагранжа. Вариационные методы решения краевых задач. Сведение краевой задачи к вариационной.
34. Краевая задача для ОДУ второго порядка. Метод Ритца. Кусочно-линейные аппроксимации.
35. УМФ. Уравнение теплопроводности. Начальное и краевые условия. Метод разделения Фурье.
36. Уравнение теплопроводности. Явные и неявные схемы. Невязка. Аппроксимация и ее порядок.
37. Уравнение теплопроводности. Устойчивость. Признак равномерной устойчивости и устойчивости по правой части.
38. Уравнение теплопроводности. Исследование на устойчивость с помощью принципа максимума.
39. Уравнение теплопроводности. Исследование на устойчивость и неустойчивость с помощью метода разделения переменных.
40. Уравнение теплопроводности. Неявная схема повышенной точности. Аппроксимация и устойчивость неявной схемы повышенной точности.
41. Асимптотическая устойчивость уравнения теплопроводности.
42. Уравнение теплопроводности в полярных координатах. Построение разностной схемы в полярных координатах.
43. Многомерное уравнение теплопроводности.

## Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента заключается в подготовке к лекциям, практическим занятиям, контрольным работам и выполнении индивидуальных домашних заданий.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Семестр | Раздел учебной дисциплины | Виды СРС | Часов |
| 1 | 2 | Все | ПЛ1-ПЛ16, ПП1-ПП8 | 8 |
| 2 | 2 | Решение СЛАУ | ПК1 | 2 |
| 3 | 2 | Интерполяция функций | ПК2 | 2 |
| 4 | 2 | Интерполяция функций | ДЗ1 | 4 |
| 5 | 2 | Интегрирование функций | ПК3 | 4 |
| 6 | 2 | Задачи оптимизации | ПК4 | 4 |

ДЗ — индивидуальное домашнее задание, ПЛ — подготовка к лекциям, ПП — подготовка к практическим занятиям, ПК — подготовка к контрольной работе.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Основная литература:

7.1.1 Гулин А.В. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие для ВПО.УМО./ А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова. - М: ИНФРА, 2014. -368 с. Экземпляры: всего: 10

7.1.2 Жидков Е.Н. Вычислительная информатика: Учебник для ВПО/ Е.Н. Жидков. -2-е изд., перераб.- М: Академия, 2013. -208 с. Экземпляры: всего: 5

7.1.3 Колдаев В.Д. Численные методы и программирование: Учебное пособие для СПО. УМО/ В.Д. Колдаев; Под ред. Л. Г. Гагариной. - М: ИНФРА, 2014. -336 с. Экземпляры: всего: 5

7.1.4 Савенкова Н.П. Численные методы в математическом моделировании: Учебное пособие для ВПО.УМО./ Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. -2-е изд., испр. и доп.. -М: ИНФРА, 2014. -176 с. Экземпляры: всего: 10

7.1.5 Юдович В.И. Математические модели естественных наук: Учебное пособие для ВПО/ В.И. Юдович. - СПб: Лань, 2011. -336 с. Экземпляры: всего: 10

## Дополнительная литература:

7.2.1 Киреев В.И. Численные методы в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов/ В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. -2-е изд., стер. -М: Высшая школа, 2006. -480 с Экземпляры: всего: 30

7.2.2 Волков Е.А. Численные методы: Учебное пособие для вузов/ Е.А. Волков. -Изд. 2-е, исправл. -М: Наука, 1987. -248 с Экземпляры: всего: 25

7.2.3 Бахвалов Н.С. Численные методы: Учеб. пособ. для вузов. / Н.С. Бахвалов. -М.: Наука, 1987. - 600 с Экземпляры: всего: 21

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Практические занятия проводятся в компьютерном классе (11 компьютеров).

Требуемое программное обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Программный продукт | Количество |
| 1 | Операционная система Microsoft Windows 8.1 или выше | 1 шт. на компьютер |
| 2 | Среда программирования Microsoft Visual Studio 2013 или выше | 1 шт. на компьютер |
| 3 | Программа для просмотра документов формата PDF | 1 шт. на компьютер |

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности):

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Автор(ы) | Р.Р. Акопян, к.ф.-м.н. |
| Рецензент(ы) | Д.В.Малыгин,  инженер-программист СИТ ФГУП «ПО «МАЯК» |
| Программа одобрена на заседании  методического совета кафедры | 24.05.2021 протокол №5 |