**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.А. Дубровина

   31 марта 2023 г.

|  |
| --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  **«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»** |

|  |  |
| --- | --- |
| Укрупненная группа направлений подготовки | 09.00.00 Информатика и вычислительная техника |
| Образовательная программа | Бакалавриат |
| Направление подготовки | 09.03.01 Информатика и вычислительная техника |
| Профиль | Информатика и вычислительная техника |
| Форма обучения | очная, заочная |

Рабочая программа адаптирована для лиц

с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Донецк 2023**

Рабочая программа учебной дисциплины **«Вычислительная математика»** составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «19» сентября 2017г. № 929; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от 10.11.2017 г. № 1171 (с изменениями и дополнениями); учебного плана и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиля: «Информатика и вычислительная техника», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчики:

*доктор физ. мат. наук, проф., профессор кафедры*

*компьютерных технологий* \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Толстых В.К.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры компьютерных технологий (Протокол от 31 марта 2023 г. № 10а)

Заведующий кафедрой Г.В. Аверин

**СОГЛАСОВАНО**

Декан физико-технического факультета С.А. Фоменко

31 марта 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета   
(Протокол от 31 марта 2023 г. № 5)

Председатель В. Н. Котенко

31 марта 2023 г.

1. **Область применения и место дисциплины в учебном процессе**

Учебная дисциплина «Вычислительная математика» относится к базовой части профессионального блока и состоит из двух содержательных модулей:   
модуль 1 – «Линейные системы, обработка экспериментальных данных», модуль 2 – «Интегрирование, дифференцирование».

Основывается на базе дисциплин: «Основы программирования», «Математика». Является основой для изучения дисциплин: «Программирование», «Объектно-ориентированное программирование», «Программирование на языках низкого уровня», «Программирование и алгоритмизация», «Базы данных».

1. **Нормативные ссылки** *(при необходимости)*

# **Структура дисциплины *(модуля)***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика учебной дисциплины | очная форма обучения на базе | | *\*заочная форма*  *обучения на базе* | | |
| СОО | СПО  (сокращ.) | СОО | СПО  (сокращ.) | ВПО  (сокращ.) |
| Направление подготовки | 09.03.01 Информатика и вычислительная техника | | | | |
| Профиль | Информатика и вычислительная техника | | | | |
| Количество содержательных модулей (тем) | 2 (6) | | | | |
| Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы 1 | Профессиональный блок. Вариативная часть | | | | |
| Формы контроля | текущие, 2 модульных контроля, экзамен | | | | |
|  |  | | | | |
| Показатели | очная форма обучения на базе | | *\*заочная форма*  *обучения на базе* | | |
| СОО | *\*СПО*  *(*сокращ*.)* | СОО | СПО  (сокращ.) | ВПО  (сокращ.) |
| Количество зачётных единиц (кредитов) | 4 | 4 | 4 | 4 |  |
| Количество часов | 144 | 144 | 144 | 144 |  |
| Год подготовки | 3 | 3 | 2 | 2 |  |
| Семестр | 5 | 5 | 3 | 3 |  |
| Количество часов | 72 | 72 | 14 | 14 |  |
| - лекционных | 36 | 36 | 6 | 6 |  |
| - практических, семинарских |  |  |  |  |  |
| - лабораторных | 36 | 36 | 8 | 8 |  |
| - самостоятельной работы | 72 | 72 | 130 | 130 |  |
| в т.ч. индивидуальное задание |  |  |  |  |  |
| Недельное количество часов, т.ч. |  |  |  |  |  |
| аудиторных | 4 | 4 | 14 | 14 |  |

СОО – среднее общее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

# **Описание дисциплины**

**Цели и задачи**

***Цель*** –формирование у студентов знаний основ вычислительной математики и умений применять полученные алгоритмы и методы при численном решении, программировании конкретных прикладных задач.

***Задачи*** – познакомить с правилами вычислений с вещественными числами на компьютерах, дать основы вычислительных алгоритмов для решения систем линейных уравнений, численного интегрирования и дифференцирования, интерполирования, численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, профиля: «Информатика и вычислительная техника»:

Дисциплина нацелена на формирование *общекультурных компетенций* (УК-1, УК-2) и *профессиональных компетенций* (ПК-1, ПК-2) выпускника.

**Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения**. Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Общепрофессиональные компетенции** | **Индикаторы** | **Результаты обучения** |
| УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.И-1.  Поиск, анализ и выбор необходимого вычислительного алгоритма. | Знает основные численные алгоритмы |
| Знает достоинства и недостатки алгоритмов |
| Знает особенности применимости алгоритмов. |
| УК-1.И-2.  Анализ качества алгоритма | Умеет оценить точность алгоритма |
| Умеет сравнить алгоритмы |
| УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.И-1.  Знать погрешности методов | Знает погрешности основных вычислительных методов |
| УК-2.И-2.  Уметь выбрать оптимальный метод | Умеет выбрать наилучший метод при имеющихся вычислительных ресурсах. |
| ПК-1. Способен анализировать требования к программному обеспечению | ПК-1.И-1.  Уметь составлять алгоритмы | Умеет составлять алгоритмы |
| Умеет писать и отлаживать коды на языке программирования |
| Умеет тестировать работоспособность программы |
| ПК-1.И-2.  Владеть: языком программирования;  навыками отладки | Владеет навыками программирования |
| Владеет навыками создания программного кода в соответствии с алгоритмом |
| Владеет навыками отладки работоспособности программы |
| ПК-2 Способен проектировать программное обеспечение | ПК-1.И-1.  Уметь проектировать ПО | Умеет выбрать нужный метод, алгоритм решения и среду программирования. |

1. **Содержание дисциплины (модуля) и формы организации учебного процесса**

|  |  |
| --- | --- |
| **Порядковый номер и** **тема** | **Краткое содержание темы** |
|
|  | ***Содержательный модуль 1***  **Линейные системы, обработка экспериментальных данных** |
| ***Тема 1***.  Числа с плавающей точкой. | Погрешности вычислений на современных компьютерах (исчезновение, переполнение, округление). Примеры некорректных округлений. Неустойчивость вычислительных алгоритмов. Примеры неустойчивых алгоритмов |
| ***Тема 2.***  Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. | Метод Крамера, метод обращения матрицы, метод Гаусса, метод прогонки, итерационные методы (метод Якоби) |
| ***Тема 3.***  Интерполирование | Интерполирование алгебраическим многочленом (многочлен в форме Лагранжа). Сходимость интерполяционного процесса. Интерполирование кубическими сплайнами. Сходимость интерполяционного процесса. Другие задачи интерполирования (тригонометрическая интерполяция, дробно-линейная). |
|  | ***Содержательный модуль 2***  **Интегрирование, дифференцирование** |
| ***Тема 4.***  Численное интегрирование | (квадратурные формулы). Общие понятия. Формула прямоугольников, вывод погрешности формулы прямоу­голь­ников. Формула трапеций. Формула Симпсона (парабол). Апостериорная оценка погрешности численного интегрирования методом Рунге. Неквадратурные формулы численного интегрирования - метод Монте-Карло. |
| ***Тема 5.***  Численное дифференцирование | оценка погрешностей аппроксимаций. Влияние вычислительных погрешностей, оптимальный шаг дифференцирования. |
| ***Тема 6.***  Численные методы решения дифференциальных уравнений. | **Обыкновенные дифференциальные уравнения.** Метод Эйлера для задачи Коши. Методы Рунге-Кутта 2-го и 4-го порядка. Понятие устойчивости разностных методов. Явные и неявные схемы и их устойчивость. Задача Коши для системы дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифферен­циальных уравнений. Дифференциальные уравне­ния высокого порядка.  **Дифференциальные уравнения в частных производных.** Типы уравнений: параболические, эллиптические, гиперболи­ческие, их смысл. Конечно-разностные схемы для численного решения уравнений. |

Курс дисциплины «Вычислительная математика» предусматривает следующие **формы организации учебного процесса**:

1. лекции;
2. лабораторные занятия;
3. самостоятельная работа студента.

Электронные материалы по всем формам организации учебного процесса размещены на сайте http://tolstykh.com.

По источнику передачи и восприятия учебной информации используются словесные (лекция, беседа), наглядные (иллюстрация, демонстрация), практические (исследования, упражнения, лабораторные работы) методы.

По характеру познавательной деятельности студентов используются объяснительно-иллюстративные и репродуктивные методы, проблемное преподавание, частично-поисковый и исследовательский методы.

В зависимости от основной дидактической цели и задач используются методы устного изложения знаний, закрепление учебного материала, самостоятельной работы студентов по осмыслению и усвоению нового материала, работы по применению знаний на практике и выработке умений и навыков, проверки и оценки знаний, умений и навыков.

Используются следующие методы контроля:

1. устный контроль (экспресс-опрос на лекциях);
2. защита лабораторных работ;
3. проверка самостоятельных работ;
4. модульные контрольные работы;
5. итоговый тест (экзаменационные билеты).

**Тематический план**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Названия содержательных модулей и тем** | **Количество часов** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Очная форма** | | | | | | **Заочная форма** | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **на базе общего среднего образования** | | | | | | | **на базе среднего профессионального образования** | | | | | | **на базе высшего профессионального образования** | | | | |
| всего | в т.ч. | | | | | всего | в т.ч. | | | | | | всего | в т.ч. | | | | | всего | в т.ч. | | | |
| лекции | практические | лабораторные | самостоятельная работа | индивидуальная работа | лекции | | практические | лабораторные | самостоятельная работа | индивидуальная работа | лекции | практические | лабораторные | самостоятельная работа | индивидуальная работа | лекции | практические | самостоятельная работа | индивидуальная работа |
| ***Тема 1*.** | 21 | 3 |  | 6 | 12 |  | 20 | 1 | |  | 2 | 17 |  | 20 | 1 |  | 2 | 17 |  | 20 | 1 |  | 2 | 17 |
| ***Тема 2.*** | 26 | 8 |  | 6 | 12 |  | 25 | 1 | |  | 2 | 22 |  | 25 | 1 |  | 2 | 22 |  | 25 | 1 |  | 2 | 22 |
| ***Тема 3.*** | 25 | 7 |  | 6 | 12 |  | 23 | 1 | |  | 1 | 21 |  | 23 | 1 |  | 1 | 21 |  | 23 | 1 |  | 1 | 21 |
| ***Итого по 1-му модулю*** | **72** | **18** |  | **18** | **36** |  | **68** | **3** | |  | **5** | **60** |  | **68** | **3** |  | **5** | **60** |  | **68** | **3** |  | **5** | **60** |
| ***Тема 4.*** | 24 | 6 |  | 6 | 12 |  | 27 | | 1 |  | 1 | 25 |  | 27 | 1 |  | 1 | 25 |  | 27 | 1 |  | 1 | 25 |
| ***Тема 5.*** | 24 | 6 |  | 6 | 12 |  | 25 | | 1 |  | 1 | 23 |  | 25 | 1 |  | 1 | 23 |  | 25 | 1 |  | 1 | 23 |
| ***Тема 6.*** | 24 | 6 |  | 6 | 12 |  | 24 | | 1 |  | 1 | 22 |  | 24 | 1 |  | 1 | 22 |  | 24 | 1 |  | 1 | 22 |
| ***Итого по 2-му модулю*** | **72** | **18** |  | **18** | **36** |  | **76** | | **3** |  | **3** | **70** |  | **76** | **3** |  | **3** | **70** |  | **76** | **3** |  | **3** | **70** |
| ***Всего:*** | **144** | **36** |  | **36** | **72** |  | **144** | | **6** |  | **8** | **130** |  | **144** | **6** |  | **8** | **130** |  | **144** | **6** |  | **8** | **130** |

**6. Темы семинарских занятий**

Семинарские занятия не предусмотрены

**7. Темы практических занятий**

Практические занятия не предусмотрены

**8. Темы лабораторных занятий**

1) Вычисления с плавающей точкой: определение машинного нуля и машинной бесконечности; построение вычислительных алгоритмов, предотвращающих переполнение и катастрофическую потерю верных знаков, на примере ряда Тейлора для функции ошибок.

2) Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.

3) Интерполирование функции полиномом Лагранжа и кубическими сплайнами.

4) Вычисление определенного интеграла по методу Симпсона с контролем точности по методу Рунге.

5) Численное решение задачи Коши по метолу Эйлера и Рунге-Кутта 4-го порядка.

**9. Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов по курсу «Вычислительная математика» осуществляется по материалам сайта http://tolstykh.com и предусматривает:

– повседневное изучение лекционного материала и содержания учебной литературы, рекомендуемые этой программой и рабочим учебным планом;

– подготовку к лабораторным занятиям;

– своевременное и качественное оформление отчётов по лабораторным работам.

– самостоятельную разработку алгоритмов и текстов программ лабораторных работ.

**10.Индивидуальные задания**

Индивидуальные задания не предусмотрены

**11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится по тестовым расчётным заданиям (см. п.13).

**12**.**Образец экзаменационного билета**

Ниже приведен образец экзаменационного билета.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Образовательно-квалификационный уровень бакалавр

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Учебная дисциплина Вычислительная математикаСеместр 5

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

1. Применить формулы, алгоритм метода Гаусса и решить систему уравнений:



Что такое главный элемент в методе Гаусса?… и др. вопросы из лабораторной работы.

1. При помощи интерполяционного многочлена Лагранжа найти значение f(x) в точке *x*=1.5 по значениям функции *f*(*x*0=0)=5, *f*(*x*1=1)=2, *f*(*x*2=2)=8.

Что такое интерполяция, экстраполяция?… и др. вопросы из лабораторной работы.

1. Найти значение определенного интеграла и проиллюстрировать решение методом трапеций с шагом h = 3:

.

В чём суть метода Монте-Карло?… и др. вопросы из лабораторной работы.

1. Найти значение центральной производной: , шаг .

Какова погрешность разных формул численного дифференцирования?… и др. вопросы из лабораторной работы.

1. Решить задачу Каши методом Эйлера и нарисовать приблизительное решение:   
    .

Что такое явные и неявные конечно-разностные схемы?… и др. вопросы из лабораторной работы.

**13.Образец тестового расчётного задания для экзамена и модуля**

1. Применить формулы, алгоритм метода Гаусса и решить систему 3-х линейных уравнений: 
2. При помощи интерполяционного многочлена Лагранжа найти значение функции *f*(*x*) в точке *x*=0.5 по значениям функции *f*(*x*0=0)=8, *f*(*x*1=1)=2, *f*(*x*2=2)=1.
3. Найти значение определенного интеграла (методом трапеций/парабол) с шагом *h* = 3 и проиллюстрировать решение: 
4. Найти численно значение центральной производной на удобной для Вас сетке и сравнить с точным (аналитическим) значением: .
5. Решить задачу Каши методом Эйлера и нарисовать приблизительное решение:  
    .

**14. Критерии оценивания**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Шкала ЕСТS** | **Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ** | **Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачёт)** | **Оценка по государственной шкале (зачёт)** |
| **А** | 90-100 | 5 (отлично) | зачтено |
| **В** | 80-89 | 4 (хорошо) | зачтено |
| **С** | 75-79 | 4 (хорошо) | зачтено |
| **D** | 70-74 | 3 (удовлетворительно) | зачтено |
| **E** | 60-69 | 3 (удовлетворительно) | зачтено |
| **FX** | 35-59 | 2 (неудовлетворительно)  с возможностью повторной сдачи | не зачтено |
| **F** | 0-34 | 2 (неудовлетворительно)  с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов | не зачтено |

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Вычислительная математика» включает в себя два зачётных модуля. Каждый зачётный модуль состоит из тестовых и расчётных заданий, выполнение которых требует овладения теорией и практикой в указанном в модуле объёме.

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Зачётные модули** | **Форма контроля, баллы** | **Итого баллы** |
| Содержательный модуль 1 | Первые две лаб. работы, до 10 каждая. | 20 |
|  |
|  | Модульная контрольная работа, заданий 2 до 5 каждое. | 10 |
|  | **Итого за модуль 1** | **30** |
| Содержательный модуль 2 | Последние три лаб. работы, до 10 каждая. | 30 |
|  | Модульная контрольная работа, заданий 3 до 5 каждое. | 15 |
|  | **Итого за модуль 2** | **45** |
| Экзамен | Контрольная работа, вопросов 5, до 7 баллов каждый. | **25** |
| Общий итог |  | **100** |

Если лаб. работы 2-5 выполняются в виде расчётных заданий с ответами на контрольные вопросы, то максимальный балл уменьшается до **7**.

**15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса**

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория на поток, оборудованная фломастерной или меловой доской.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине необходим оборудованный ПЭВМ или ноутбуками компьютерный класс с возможностью выхода в Интернет.

**16. Рекомендованная литература**

**Основная**

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П. Кобельков Г.М. Численные методы / Учебн. пособие- М.: Наука, 1988.- 631с.
2. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулер К. Машинные методы математических вычислений. М.: Мир, 1980.- 280с.

**Дополнительная**

1. В. К. Толстых. Инструкции и методические указания к выполнению лабораторных работ <http://tolstykh.com/Courses/Computational_math>
2. В. К. Толстых. Численные методы – демонстрационные лабораторные работы. – <http://tolstykh.com/Courses/Computational_math>.
3. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики / Учебн. пособие- М.: Наука, 1980.- 535с.
4. Самарский А.А. Введение в численные методы / Учебн. пособие- М.: Наука, 1982.- 271с.
5. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы / Учебн. пособие- М.: Наука, 1989.- 430с.

**17. Информационные ресурсы**

1. В. К. Толстых. Вычислительные методы – <http://tolstykh.com/>.

**18. Программное обеспечение**

1. Необходим доступ в сеть Интернет.
2. Microsoft Visual Studio или Pyton, или Delphi, любых версий.