

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра Компьютерных технологий

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе



Е.И. Скафа

« 22 »

апреля

2020 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«Вычислительные методы»**

Направление подготовки: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Профиль подготовки: **Информатика и вычислительная техника**

Образовательная программа: **Бакалавриат**

Квалификация: **академический бакалавр**

Форма обучения: **очная, заочная, в том**  
**числе с ускоренным сроком обучения**

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

Фоменко С.А.

«17» апреля 2020 г.



Программа учебной дисциплины **«Вычислительные методы»** составлена на основе Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР от «21» января 2016 г. №31»; «Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утверждённого приказом Министерства образования и науки ДНР №1171 от «10» ноября 2017 г.»; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

д. ф.-м. н., проф.

Толстых В.К.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры компьютерных технологий

Протокол № 12 от «2» апреля 2020 г.

Зав. кафедрой компьютерных технологий

Ермоленко Т.В.

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии физико-технического факультета

Котенко В.Н

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

Учебная дисциплина «Вычислительные методы» 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».

## 2. Нормативные ссылки (при необходимости)

## 3. 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 <sup>1</sup>	Профессиональный блок. Вариативная часть				
Формы контроля	текущие, 1 модульный контроль, 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

## 4. 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:**

Дисциплина нацелена на формирование *общекультурных компетенций* (ОК-7), *общепрофессиональных* (ОПК-1, ОПК-4), *профессиональных компетенций* (ПК-2, ПК-5) выпускника.

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен**

**Знать:**

основные понятия, их особенности, вычисленные алгоритмы и их погрешности при реализации на компьютере.

**Уметь:**

применять вычислительные методы для практического решения на компьютере систем линейных уравнений, интегрирования и дифференцирования, интерполирования, решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

**Владеть:**

навыками: программирования выражений с вещественными числами, программирования вычислительных алгоритмов.

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

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<b>Содержательный модуль 1</b> <b>Линейные системы, обработка экспериментальных данных</b>
<b>Тема 1.</b> Числа с плавающей точкой.	Погрешности вычислений на современных компьютерах (исчезновение, переполнение, округление). Примеры некорректных округлений. Неустойчивость вычислительных алгоритмов. Примеры неустойчивых алгоритмов
<b>Тема 2.</b> Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	Метод Крамера, метод обращения матрицы, метод Гаусса, метод прогонки, итерационные методы (метод Якоби)
<b>Тема 3.</b> Интерполирование	Интерполирование алгебраическим многочленом (многочлен в форме Лагранжа). Сходимость интерполяционного процесса. Интерполирование кубическими сплайнами. Сходимость интерполяционного процесса. Другие задачи интерполирования (тригонометрическая интерполяция, дробно-линейная).
	<b>Содержательный модуль 2</b> <b>Интегрирование, дифференцирование</b>
<b>Тема 4.</b> 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.
<b>Тема 5.</b> Численное дифференцирование	оценка погрешностей аппроксимаций. Влияние вычислительных погрешностей, оптимальный шаг дифференцирования.
<b>Тема 6.</b> Численные методы решения дифференциальных уравнений.	<b>Обыкновенные дифференциальные уравнения.</b> Метод Эйлера для задачи Коши. Методы Рунге-Кутты 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. <b>Дифференциальные уравнения в частных производных.</b> Типы уравнений: параболические, эллиптические, гиперболические, их смысл. Конечно-разностные схемы для численного решения уравнений.

Курс дисциплины «Вычислительные методы» 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 методу Эйлера и Рунге-Кутты 4-го порядка.

**9. Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов по курсу «Вычислительные методы» 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.

ГБОУ ВПО «Донецкий национальный университет»

Образовательно-квалификационный уровень \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Учебная дисциплина Вычислительные методы Семестр 5

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

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

$$\begin{cases} 5x_2 + 7x_3 + 3x_1 = 11 \\ -3x_2 + x_1 + 2x_3 = -10 \\ 5x_3 + 2x_1 + x_2 = 0 \end{cases}$$

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

2. 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.

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

$$I = \int_0^9 x^3 - \frac{x^2 + 1}{2} dx.$$

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

4. Найти значение центральной производной:  $\left. \frac{dv}{dx} \right|_{x=7}$ ,  $v(x) = \frac{x^3 - x^2}{x - 1}$ , шаг  $h = 2$ .

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

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

$$\frac{dv}{dx} = vx, \quad v_0 = 2, \quad x \in [0, 3], \quad \text{шаг сетки } h = 1.$$

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

$$\text{уравнений: } \begin{cases} 2x_2 + 7x_1 + 5x_3 = 25 \\ 3x_1 + 4x_2 + 6x_3 = 31 \\ x_3 + 8x_1 + 9x_2 = 46 \end{cases}$$

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

$$\text{проиллюстрировать решение: } I = \int_0^9 \frac{x^2 + 1}{2} dx$$

4. Найти численно значение центральной производной на удобной для Вас сетке и сравнить

$$\text{с точным (аналитическим) значением: } \left. \frac{dv}{dx} \right|_{x=5}, \quad v(x) = \frac{x+2}{x-2}.$$

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

$$\frac{dv}{dx} = vx, \quad v_0 = 2, \quad x \in [0, 3], \quad \text{шаг сетки } h = 1.$$



6.

**14. Критерии оценивания**

<b>Шкала ECTS</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ</b>	<b>Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачёт)</b>	<b>Оценка по государственной шкале (зачёт)</b>
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Согласно модульному принципу организации учебного процесса содержание дисциплины «Вычислительные методы» 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:

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

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 флوماстерной 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**

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

## **17. Информационные ресурсы**

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

## **18. Программное обеспечение**

9. Необходим доступ в сеть Интернет.
10. Microsoft Visual Studio или Python, или Delphi, любых версий.