

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
Кафедра теории упругости и вычислительной математики  
имени академика А.С. Космодамианского

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

«21» апреля 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:	Статистика
Образовательная программа:	<u>Бакалавриат</u>
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная</u>

Донецк 2021

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан факультета математики  
и информационных технологий

\_\_\_\_\_ И. А. Моисеенко

  
подпись

«20» апреля 2021 г.

МП

Рабочая программа учебной дисциплины **«Численные методы»** составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «10» января 2018г. № 9; Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) Донецкой Народной Республики (ДНР) (проекта) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика; 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 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиля: «Статистика», разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

*старший преподаватель кафедры  
теории упругости и вычислительной математики  
имени академика А.С. Космодамианского*

\_\_\_\_\_  М. Н. Пачева

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского

Протокол № 15 от «12» апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  В.И. Сторожев

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий

Протокол № 4 от «14» апреля 2021 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
факультета математики и информационных технологий

\_\_\_\_\_  Л.И. Селякова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Численные методы» относится к базовой части образовательной программы. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания и умения, формируемые *предшествующими дисциплинами* – Б1.Б.8 Математический анализ, Б1.Б.9 Алгебра и геометрия, Б1.Б.11 Языки и методы программирования, (*сопутствующими дисциплинами* – Б1.Б.15 Дифференциальные уравнения.) Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины «Численные методы» являются основой для изучения *последующих дисциплин*: Б1.В.ОД.7 Математическое моделирование, Б1.В.ОД.10 Практикум по математическому моделированию, Б1.В.ОД.12 Математические модели в экологии и естествознании; используются при написании выпускной квалификационной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины	Форма обучения	
	Очная	Заочная
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика	
Профиль	Статистика	
Образовательная программа	Бакалавриат	
Квалификация	Академический бакалавр	
Количество содержательных модулей и тем	7 (21)	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Базовой части	
Формы контроля	2 модульных контроля, зачет в 3 семестре, экзамен в 4 семестре	
Год подготовки	2	
Семестр	3,4	
Количество зачетных единиц	8	
Количество часов всего	288	
в т.ч.:		
- лекционных	68	
- практических или семинарских	×	
- лабораторных	68	
- самостоятельной работы	152	
в т.ч. индивидуальное задание	×	
Недельное количество часов	8,47	
в т. ч.: - аудиторных	4	
- самостоятельной работы студента	4,47	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины «Численные методы»** – освоение студентами фундаментальных знаний в области численных методов и формирование способностей анализировать различные вычислительные задачи, а так же применение полученных знаний на практике.

**Задачи:** освоение методов приближенного решения различных математических задач.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Численные методы» направлен на формирование элементов следующих **компетенций** в

соответствии с ФГОС ВО РФ, ГОС ВО ДНР (проект) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика и основной профессиональной образовательной программы высшего образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, профиля: «Прикладная математика и информатика»:

<b>Универсальные компетенции (УК):</b>	
Наименование категории (группы) универсальных компетенций: «Системное и критическое мышление»	
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
Наименование категории (группы) универсальных компетенций: «Разработка и реализация проектов»	
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
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК):</b>	
Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций: «Теоретические и практические основы профессиональной деятельности»	
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач
<b>Профессиональные компетенции (ПК):<sup>1</sup></b>	
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический	
ПК-4	Способен работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности.
Тип задач профессиональной деятельности: проектный	
ПК-7	Способен разрабатывать и применять алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программного обеспечения.
Тип задач профессиональной деятельности: Организационно-управленческий	
ПК-9	Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.

**Индикаторы достижения компетенций и результаты обучения<sup>2</sup>.** Достижение компетенций оценивается на основе таких индикаторов и соответствующих им результатов обучения:

<sup>1</sup> Если ПК взята из профессионального стандарта – можно указать название профстандарта, кем и когда утвержден, регистрационный номер профстандарта

<sup>2</sup> Количество индикаторов по каждой компетенции может варьироваться (от одного и более).

Категории универсальных компетенций	Универсальные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.И-1. Применяет методы системного подхода для решения поставленных задач	Знает методику математического исследования прикладных задач
			Умеет оценивать точность полученных численными методами результатов и обосновывать их.
Разработка и реализация проектов	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-1.И-1. Проводит анализ поставленной цели и определяет совокупность задач, обеспечивающих ее достижение	Знает методику математического исследования прикладных задач
			Умеет при решении задач выбирать и использовать численные методы в зависимости от поставленных задач

Общепрофессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.И-1. Решает стандартные математические задачи и применяет их решения в профессиональной деятельности	Знает специфику современного математического аппарата и сферы его использования
		Знает основные понятия и методы вычислительной математики
		Умеет применять фундаментальные математические знания, алгоритмы и методы при решении научно-исследовательских и прикладных задач
		Умеет при решении задач выбирать и использовать численные методы в зависимости от поставленных задач
ОПК-2. Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.И-1. Использует и адаптирует существующие математические методы для разработки алгоритмов решения прикладных задач	Знает современные математические методы, использующиеся при решении прикладных задач
		Умеет использовать и адаптировать существующие математические методы для разработки алгоритмов решения прикладных задач
	ОПК-2.И-2. Использует современные системы программирования для реализации алгоритмов решения прикладных задач	Знает современные системы программирования, использующиеся при решении прикладных задач
		Умеет использовать современные системы программирования

Профессиональные компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-4. Способен работать в составе научно-исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности.	ПК-4.И-1. Осуществляет критический анализ отдельных результатов использования стандартных методов и алгоритмов компьютерно-математического моделирования	Знает методы анализа результатов использования стандартных методов
		Умеет анализировать техническое задание
		Умеет оценивать точность полученных численными методами результатов и обосновывать их.
	ПК-4.И-2. Оформляет результаты научно-исследовательских работ и вычислительных экспериментов в соответствии с актуальными стандартами	Знает порядок формирования и оформления отчета по результатам проведенной работы
		Умеет работать с основными информационными источниками по теме исследования
		Умеет правильно оформлять результаты вычислительных экспериментов
ПК-7. Способен разрабатывать и применять алгоритмические и программные решения в области системного и прикладного программного обеспечения.	ПК-7.И-1. Разрабатывает процедуры и осуществляет интеграцию программных модулей и компонент	Знает основные принципы процесса разработки программного обеспечения
		Знает методы и способы идентификации сбоев и ошибок при интеграции приложений
		Умеет осуществлять разработку кода программного модуля на современных языках программирования
		Умеет выполнять отладку и тестирование программы на уровне модуля
ПК-9. Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.	ПК-9.И-1. Планирует этапы работы по разработке программного обеспечения, информационно-коммуникационных технологий, их техническое описание	Знает методы и способы выполнения профессиональных задач
		Умеет планировать деятельность по решению задачи в рамках заданных технологий
		Умеет анализировать потребности в ресурсах и планировать ресурсы в соответствии с заданным способом решения задачи

#### 4. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Численные методы» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельную работу студентов.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций и лабораторных занятий используются мультимедийные презентации, раздаточные материалы, специальное оборудование.

В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий, внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение. В учебном процессе используются интернет-ресурсы по данному курсу; рассматриваются задачи, максимально приближенные к конкретным практическим ситуациям, самостоятельная работа; контрольные работы.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебно-методической литературы, составление конспектов, подготовку презентаций и докладов.

Текущий контроль осуществляется путем написания самостоятельных и контрольных работ по решению практических заданий, модульных контрольных работ по проверке знаний теоретических положений (определений, теорем и их доказательств).

#### Тематический план дисциплины «Численные методы»

Темы	Вопросы темы
<b>Содержательный модуль 1. Теория интерполирования.</b>	
1. Теория погрешностей.	1.1. Основные понятия теории погрешностей. Источники и классификация погрешностей. 1.2. Точные и приближенные числа. Абсолютные и относительные погрешности. 1.3. Значащая и верная значащая цифра числа. Правила округления.
2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.	2.1. Постановка задачи. 2.2. Построение интерполяционного многочлена Лагранжа. 2.3. Остаточный член. Выбор узлов интерполирования.
3. Интерполяционный многочлен Ньютона.	3.1. Разделенные разности. 3.2. Конечные разности. 3.3. Вывод интерполяционных формул Ньютона. 3.4. Остаточный член.
<b>Содержательный модуль 2. Численное интегрирование</b>	
4. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	4.1. Постановка задачи. 4.2. Формулы прямоугольников. 4.3. Обобщенная формула трапеции. 4.4. Формула Симпсона. 4.5. Остаточные члены формул Ньютона-Котеса.
5. Формулы численного интегрирования Гаусса.	5.1. Построение формул. 5.2. Абциссы формул Гаусса. 5.3. Коэффициенты. 5.4. Остаточный член.
6. Формулы численного интегрирования Чебышева.	6.1. Построение формул. 6.2. Остаточный член.
<b>Содержательный модуль 3. Приближенное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений.</b>	
7. Постановка задачи решения нелинейных уравнений.	7.1. Постановка задачи. 7.2. Отделение корней.

8. Уточнение корней.	8.1. Метод половинного деления. 8.2. Метод хорд. 8.3. Метод касательных. 8.4. Комбинированный метод. 8.5. Метод итераций.
<b>Содержательный модуль 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.</b>	
9. Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	9.1. Определения и общие сведения. 9.2. Классификация методов.
10. Метод Гаусса.	10.1. Теоретические основы. 10.2. Схемы реализации метода Гаусса.
11. Метод итерации.	11.1. Метод итерации. 11.2. Условия сходимости. 11.3. Ускорение сходимости метода итерации.
<b>Содержательный модуль 5. Проблема собственных чисел.</b>	
12. Постановка задачи о собственных числах.	12.1. Основные определения. 12.2. Минимальные многочлены и их свойства. 12.3. Теорема Гамильтона - Кели.
13. Построение собственного многочлена и собственных векторов.	13.1. Метод Крылова. 13.2. Метод Леверье.
<b>Содержательный модуль 6. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.</b>	
14. Постановка задачи Коши.	14.1. Задача Коши. 14.2. Классификация методов.
15. Одношаговые численные методы.	15.1. Степенной метод, его частный случай (формула Эйлера).
16. Методы Рунге-Кутта.	16.1. Построение общих формул Рунге-Кутта. 16.2. Функция погрешности. 16.3. Частные случаи формул Рунге-Кутта.
17. Многошаговые численные методы.	17.1. Экстраполяционные формулы Адамса. 17.2. Интерполяционные формулы Адамса.
<b>Содержательный модуль 7. Методы решения граничных задач.</b>	
18. Постановка граничной задачи. Метод сеток.	18.1. Постановка граничной задачи для дифференциального уравнения 2-го порядка. 18.2. Идея метода сеток. Замена граничной задачи сеточной задачей. Разностные схемы.
19. Разрешимость систем, полученных в методе сеток.	19.1. Доказательство разрешимости систем линейных алгебраических уравнений, полученных в методе сеток.
20. Метод ортогональной прогонки.	20.1. Прямая прогонка. 20.2. Обратная прогонка.
21. Методы моментов и Галеркина.	21.1. Основные определения. 21.2. Алгоритм методов. 21.3. Выбор функций.



Названия содержательных модулей и тем	Количество часов									
	Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
	Всего	В Т.Ч.				Всего	В Т.Ч.			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
Содержательный модуль 1. Теория интерполирования.										
1. Теория погрешностей.	6	2			4					
2. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оптимизация погрешности.	14	2		4	8					
3. Интерполяционный многочлен Ньютона.	16	4		4	8					
Итого по содержательному модулю 1	36	8		8	20					
Содержательный модуль 2. Численное интегрирование.										
4. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	16	4		4	8					
5. Формулы численного интегрирования Гаусса.	10	2		2	6					
6. Формулы численного интегрирования Чебышева.	8	2		2	4					
Итого по содержательному модулю 2	34	8		8	18					
Содержательный модуль 3. Приближенное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений..										
7. Постановка задачи решения нелинейных уравнений.	14	2		4	8					
8. Уточнение корней.	26	8		6	12					
Итого по содержательному модулю 3	40	10		10	20					
Содержательный модуль 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.										
9. Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	7	1			6					
10. Метод Гаусса.	19	5		6	8					
11. Метод итерации.	16	4		4	8					
Итого по содержательному модулю 4	42	10		10	22					
Всего за 3-й семестр	152	36		36	80					
Содержательный модуль 5. Проблема собственных чисел.										
12. Постановка задачи о собственных числах.	8	2		2	4					
13. Построение собственного многочлена и собственных векторов.	22	4		6	12					
Итого по содержательному модулю 5	30	6		8	16					
Содержательный модуль 6. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.										
14. Постановка задачи Коши.	8	2		2	4					
15. Одношаговые численные методы.	12	2		4	6					

16. Методы Рунге-Кутты.	14	2		4	8					
17. Многошаговые численные методы.	18	2		6	10					
<b>Итого по содержательному модулю 6</b>	<b>52</b>	<b>8</b>		<b>16</b>	<b>28</b>					
<b>Содержательный модуль 7. Методы решения граничных задач.</b>										
18. Постановка граничной задачи. Метод сеток.	11	4		1	6					
19. Разрешимость систем, полученных в методе сеток.	11	4		1	6					
20. Метод ортогональной прогонки.	18	6		4	8					
21. Методы моментов и Галеркина.	14	4		2	8					
<b>Итого по содержательному модулю 7</b>	<b>54</b>	<b>18</b>		<b>8</b>	<b>28</b>					
<b>Всего за 4-й семестр</b>	<b>136</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>72</b>					
<b>Всего часов</b>	<b>288</b>	<b>68</b>		<b>68</b>	<b>152</b>					

## 5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Теория погрешностей.	2	
2	Интерполяционный многочлен Лагранжа.	2	
3	Интерполяционный многочлен Ньютона.	4	
4	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	4	
5	Формулы численного интегрирования Гаусса.	2	
6	Формулы численного интегрирования Чебышева.	2	
7	Постановка задачи решения нелинейных уравнений.	2	
8	Уточнение корней.	8	
9	Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	1	
10	Метод итерации.	5	
11	Метод Гаусса.	4	
12	Постановка задачи о собственных числах.	2	
13	Построение собственного многочлена и собственных векторов.	4	
14	Постановка задачи Коши.	2	
15	Одношаговые численные методы.	2	
16	Методы Рунге-Кутты.	2	
17	Многошаговые численные методы.	2	
18	Постановка граничной задачи. Метод сеток.	4	
19	Разрешимость систем, полученных в методе сеток.	4	
20	Метод ортогональной прогонки.	6	
21	Методы моментов и Галеркина.	4	
<b>Всего</b>		<b>68</b>	

Тексты лекций приведены в: Пачева М.Н. Численные методы: учебное пособие / М.Н.Пачева, С.А.Приيمنко – Донецк: ДонНУ, 2020. – 128 с.

### Темы лабораторных работ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Интерполяционный многочлен Лагранжа.	4	
2	Интерполяционный многочлен Ньютона.	4	
3	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	4	
4	Формулы численного интегрирования Гаусса.	2	
5	Формулы численного интегрирования Чебышева.	2	
6	Постановка задачи решения уравнений. Отделение корней уравнения.	4	
7	Уточнение корней.	6	
8	Метод Гаусса.	4	
9	Метод итерации.	6	
	Постановка задачи о собственных числах.	2	
10	Метод Крылова.	6	
11	Постановка задачи Коши.	2	
12	Одношаговые численные методы.	4	
13	Методы Рунге-Кутты.	4	
14	Многошаговые численные методы.	6	
15	Постановка граничной задачи. Метод сеток.	2	
16	Метод ортогональной прогонки.	4	
17	Методы моментов и Галеркина.	2	
<b>Всего</b>		<b>68</b>	

Содержание лабораторных работ и методические рекомендации к их выполнению приведены в: Пачева М.Н. Численные методы: учебное пособие / М.Н.Пачева, С.А.Приيمنко – Донецк: ДонНУ, 2020. – 128 с.

### 6. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название темы	Количество часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Теория погрешностей.	4	
2	Интерполяционный многочлен Лагранжа.	8	
3	Интерполяционный многочлен Ньютона.	8	
4	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.	8	
5	Формулы численного интегрирования Гаусса.	6	
6	Формулы численного интегрирования Чебышева.	4	
7	Постановка задачи решения нелинейных уравнений. Отделение корней.	8	
8	Уточнение корней.	12	
9	Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	6	
10	Метод Гаусса.	8	
11	Метод итерации.	8	
12	Постановка задачи о собственных числах.	4	
13	Метод Крылова. Метод Леверье.	12	
14	Постановка задачи Коши.	4	
15	Одношаговые численные методы.	6	

16	Методы Рунге-Кутта.	8	
17	Многошаговые численные методы.	10	
18	Постановка граничной задачи. Метод сеток.	6	
19	Разрешимость систем, полученных в методе сеток.	6	
20	Метод ортогональной прогонки.	8	
21	Методы моментов и Галеркина.	8	
<b>Всего</b>		<b>152</b>	

Содержание самостоятельной (в т.ч. индивидуальной) работы по темам и методические рекомендации по ее выполнению приведены в: Пачева М.Н. Численные методы: учебное пособие / М.Н.Пачева, С.А.Прийменко – Донецк: ДонНУ, 2020. – 128 с.

## **7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Содержательный модуль 1. Теория интерполирования.**

1. Постановка задачи теории интерполирования. Условия на базисные функции.
2. Интерполяционный многочлен в форме Лагранжа. Остаточный член.
3. Разделенные разности и их свойства.
4. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Остаточный член.
5. Оптимальный выбор узлов интерполяции.

### **Содержательный модуль 2. Численное интегрирование.**

1. Основы построения квадратурных формул интерполяционного типа.
2. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Свойства коэффициентов.
3. Формулы трапеций (простая и обобщенная). Остаточный член.
4. Формулы Симпсона (простая и обобщенная). Остаточный член.
5. Квадратурные формулы Гаусса. Необходимое и достаточное условие.
6. Явное выражение для ортогонального многочлена, когда весовая функция равна единице.
7. Остаточный член формул Гаусса.
8. Коэффициенты формул Гаусса, когда весовая функция равна единице.

### **Содержательный модуль 3.**

#### **Приближенное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений.**

1. Задача отделения действительных корней алгебраических уравнений.
2. Метод хорд. Алгоритм, условия сходимости.
3. Метод Ньютона. Алгоритм, условия сходимости.
4. Метод итерации. Алгоритм, условия сходимости.

#### **Содержательный модуль 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.**

1. Метода Гаусса (метод исключения) для СЛАУ.
2. Метод итераций для систем линейных уравнений.
3. Метод Зейделя. Алгоритм, условия сходимости.

### **Содержательный модуль 5. Проблема собственных чисел.**

1. Постановка задачи о собственных числах. Метод Крылова.
2. Постановка задачи о собственных числах. Метод Леверье.

### **Содержательный модуль 6.**

#### **Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.**

1. Понятие «одношаговости» и «многошаговости» методов для численного решения задачи Коши.
2. Метод Эйлера решения задачи Коши.
3. Метод Рунге-Кутта решения задачи Коши.
4. Формула Пикара для решения задачи Коши 1-го порядка, ее геометрический смысл.

### Содержательный модуль 7. Методы решения граничных задач.

1. Метод сеток для решения линейных граничных задач.
2. Метод Галеркина для решения линейных граничных задач.

## 8. ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Статистика

Очная форма обучения. Семестр: 3

Учебная дисциплина: Численные методы

### Модульная контрольная работа

#### Вариант № 1

1. Разделенные разности. Определение и свойства.

2. Вычислить  $\int_1^2 (x^3 - 3x^2 + 2) dx$  по формуле Симпсона. Сравнить с точным результатом и объяснить причину совпадения или несовпадения.

3. Найти аналитически отрезок, где находится минимальный по модулю корень уравнения  $f(x) = 3x^3 + x^2 + x - 2 = 0$ . Проверить условия сходимости метода Ньютона и указать начальное приближение на этом отрезке.

4. Преобразовать систему уравнений

$$\begin{cases} 3x_1 + 0.3x_2 + 0.5x_3 = 0.4 \\ x_1 + 4x_2 + 1.2x_3 = 1.1 \\ x_1 + x_2 + 6x_3 = 2 \end{cases}$$

к итерационному виду так, чтобы метод итерации сходил.

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С.Космодамианского, протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

В.И.Сторожев

М.Н.Пачева

## 9. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЯ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

Номер задания	Количество баллов
1	10
2	10
3	10
4	10
<b>Всего</b>	<b>40</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательная программа: бакалавриат

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Статистика

Очная форма обучения. Семестр: 4

Учебная дисциплина: Численные методы

### Экзаменационный билет № n

1. Полная и частичная проблема собственных чисел. Собственные числа и собственные векторы матрицы.
2. Найти методом Рунге-Кутты с погрешностью  $O(h^5)$  решение задачи Коши  $y' = 2x^2 + xy$ ,  $y(0) = 0.5$  для  $y(0.1)$ .

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Экзаменатор

\_\_\_\_\_ Сторожев В.И.

\_\_\_\_\_ Пачева М.Н.

## 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО ЗАДАНИЯ

Номер задания	Количество баллов
1	20
2	20
<b>Всего</b>	<b>40</b>

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

*Самостоятельная работа (включая выполнение СРС и ИРС)* оценивается в 55 баллов. В разрезе отдельных тем оценивание осуществляется следующим образом.

### Оценивание СРС и ИРС по дисциплине «Численные методы»

Названия содержательных модулей и тем	СРС	ИРС
<b>Содержательный модуль 1. Теория интерполирования</b>		
1. Интерполяционный многочлен Лагранжа	7	-
2. Интерполяционный многочлен Ньютона	8	-
<b>Итого по 1-му содержательному модулю</b>	<b>15</b>	-
<b>Содержательный модуль 2. Численное интегрирование.</b>		
1. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса	10	-
<b>Итого по 2-му содержательному модулю</b>	<b>10</b>	-
<b>Содержательный модуль 3. Приближенное решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений.</b>		
1. Отделение корней нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений	10	-

2. Уточнение корней приближенными методами.	10	-
<b>Итого по 3-му содержательному модулю</b>	<b>20</b>	-
<b>Содержательный модуль 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений.</b>		
1. Решение СЛАУ	10	-
<b>Итого по 4-му содержательному модулю</b>	<b>10</b>	-
<b>Всего баллов за 3-й семестр</b>	<b>55</b>	-
<b>Содержательный модуль 5. Проблема собственных чисел.</b>		
1. Построение собственного многочлена и собственных векторов	20	-
<b>Итого по 5-му содержательному модулю</b>	<b>20</b>	-
		-
<b>Содержательный модуль 6. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.</b>		
1. Приближенное решение задачи Коши методом Рунге-Кутты	11	-
2. Приближенное решение задачи Коши методом Адамса	8	-
<b>Итого по 6-му содержательному модулю</b>	<b>19</b>	-
<b>Содержательный модуль 7. Методы решения граничных задач.</b>		
1. Метод сеток.	5	-
2. Метод ортогональной прогонки	5	-
3. Методы моментов и Галеркина.	6	-
<b>Итого по 7-му содержательному модулю</b>	<b>16</b>	-
<b>Всего баллов за 4-й семестр</b>	<b>55</b>	-

### 13. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ТВОРЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

*Не предусмотрено*

### 14. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТВОРЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

*Не предусмотрено*

### 15. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ОБЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

Общая оценка знаний студентов по дисциплине проводится по 100-балльной шкале согласно таким критериям, приведенным в таблице ниже. *Организационно-учебная работа студента* в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (вопросы лектору по теме лекционного материала, участие в обсуждении пройденного материала, решение задач и ситуаций у доски и т.п.).

*3-й семестр*

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 1	Организационно-учебная работа студента в аудитории	1
	Самостоятельная работа	15
	Модульная контрольная работа	10
	<b>Итого</b>	<b>26</b>
Содержательный	Организационно-учебная работа студента в аудитории	1

модуль 2	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	10
	<b>Итого</b>	<b>21</b>
Содержательный модуль 3	Организационно-учебная работа студента в аудитории	2
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	10
	<b>Итого</b>	<b>32</b>
Содержательный модуль 4	Организационно-учебная работа студента в аудитории	1
	Самостоятельная работа	10
	Модульная контрольная работа	10
	<b>Итого</b>	<b>21</b>
<b>Общий итог</b>		<b>100</b>

*4-й семестр*

Содержательные модули	Вид работы	Баллы
Содержательный модуль 5	Организационно-учебная работа студента в аудитории	2
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	20
	<b>Итого</b>	<b>42</b>
Содержательный модуль 6	Организационно-учебная работа студента в аудитории	1
	Самостоятельная работа	19
	Модульная контрольная работа	20
	<b>Итого</b>	<b>40</b>
Содержательный модуль 7	Организационно-учебная работа студента в аудитории	2
	Самостоятельная работа	16
	<b>Итого</b>	<b>18</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог</b>		<b>100</b>

**Порядок оценивания учебных достижений обучающихся**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале	
		экзамен, дифференцированный зачет	зачет
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	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 аттестации	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено



## 16. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в главном (83001, г. Донецк, пр. Гурова, 6) учебном корпусе университета. Для проведения лекционных и лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методических кабинетах главного (ауд.604) учебного корпуса, материально-техническую базу учебной лаборатории «Сетевых компьютерных технологий» (ауд. 606) и учебной лаборатории «Интегрированных сред программирования» (ауд. 610) кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского. В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Численные методы», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ГОУ ВПО «ДонНУ».

## 17. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Бахвалов Н.С. Численные методы : учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 5-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2007. - 636 с.	50	
2.	Бахвалов Н.С. Численные методы : Учеб. пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 2-е изд. - М. : Лаб. Баз. Знаний ; СПб. : Невский диалект, 2002. - 630 с.	8	
3.	Бахвалов Н.С. Численные методы : Учеб. пособие для студентов вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - М. : Наука, 1987. - 598 с.	29	
4.	Бахвалов Н.С. Численные методы [Текст] : [учеб. пособие для вузов, по специальности "Прикл. математика"]. [Т. 1] : Анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н. С. Бахвалов. - 2-е изд. - Москва : Наука, 1975. - 631 с.	4	
5.	Бахвалов Н.С. Численные методы : [Уч. пособие для вузов, по специальности "Прикл. математика"]. Т. 1 : Анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н. С. Бахвалов. - М. : Наука, 1973. - 631 с.	1	
6.	Березин И.С. Методы вычислений: [в 2 т.] : учеб. пособие для ун-тов. Т. 1 / И. С. Березин, Н. П. Жидков. - 3-е изд. - Москва : Наука, 1966. - 632 с.	31	
7.	Березин И.С. Методы вычислений: [в 2 т.] : учеб. пособие для вузов. Т. 1 / И. С. Березин, Н. П. Жидков. - 2-е изд. - Москва : Физматлит, 1962. - 464 с.	6	

8.	Березин И.С. Методы вычислений: [в 2 т.] : учеб. пособие для вузов. Т. 2 / И. С. Березин, Н. П. Жидков. - 2-е изд. - Москва : Физматлит, 1962. - 639 с.	4	
9.	Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование : Учеб. пособие для студентов втузов / Ю. П. Боглаев. - М. : Высш. шк., 1990. - 544 с.	5	
10.	Гаврилюк І.П. Методи обчислень [Текст] : підручник для студентів вузів, які навчаються за спец. "Прикл. математика" : у 2 ч. Ч. 1 / Гаврилюк І.П., Макаров В.Л. - Київ : Вища шк., 1995. - 368 с.	19	
11.	Гаврилюк І.П. Методи обчислень [Текст] : підручник для студентів вузів, які навчаються за спец. "Прикл. математика" : у 2 ч. Ч. 2 / Гаврилюк І. П., Макаров В. Л. - Київ : Вища шк., 1995. - 432 с.	18	
12.	Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : уч. пособие для втузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - 4-е изд. - Москва : Наука, 1970. - 664 с.	14	
13.	Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : учеб. пособие для втузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - 3-е изд. - Москва : Наука, 1966. - 664 с.	24	
14.	Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : учеб. пособие для втузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 1963. - 659 с.	5	
15.	Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики : учеб. пособие для втузов / Б.П. Демидович, И.А. Марон. - М. : Физматгиз, 1960. - 659 с.	3	
16.	Методи обчислень : навч. посіб. для студ. спец. "Математика", "Прикладна математика" "Інформатика" / [О.П. Абрамова та ін.] ; Донецький нац. ун-т. - Донецк : ДонНУ, 2013. - 124 с.	5	+
17.	"Методи обчислень" для студентів 3 курсу спеціальності "Математика" [Електронний ресурс] : електронний навчальний посібник / О.П. Абрамова, О.В. Авдюшина, Є.В. Алтухов та ін.; Донецький нац. ун-т, Ф-т математики та інформ. технол. - Донецьк : ДонНУ, 2012.		+
18.	Пачева М.Н. Численные методы: учебное пособие / М.Н.Пачева, С.А.Прийменко – Донецк: ДонНУ, 2020. – 128 с.		+
19.	Самарский А.А. Численные методы : [Учеб. пособие по специальности "Прикладная математика"] / А.А. Самарский, А.В. Гулин. - М. : Наука, 1989. – 429с.	23	
<b>Дополнительная литература</b>			
20.	Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : [Учеб. пособие для вузов] / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. - М. : Высш. шк., 2000. - 190 с.	1	
21.	Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика. - М. : Изд-во Московского гос. ун-та, 1977-2013.	36	
22.	Дробышев В.И. Задачи по вычислительной математике : [Для вузов по специальности "Прикл. мате-	2	

	матика"] / В.И. Дробышевич, В.П. Дымников, Г.С. Ривин ; Под ред. Г.И. Марчука. – М.: Наука, 1980. - 144с.		
23.	Дьяченко В.Ф. Основные понятия вычислительной математики : [Учеб. пособие для вузов] / В.Ф. Дьяченко. - М. : Физматгиз, 1972. - 119 с.	6	
24.	Журнал вычислительной математики и математической физики. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 1962-2013.	51	+
25.	Костомаров Д.П. Вводные лекции по численным методам : Учеб. пособие для студентов вузов / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. - М. : Логос, 2004. - 184 с.	1	
26.	Марчук Г.И. Методы вычислительной математики: [Уч. пособие для вузов по специальности "Прикл. математика"] / Г.И. Марчук. - 3-е изд. - М. : Наука, 1989. - 608 с.	5	
27.	Поршнев С.В. Вычислительная математика : курс лекций / С.В. Поршнев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 304 с.	1	
28.	Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования : В 2 т. Т. 1 : Вычислительная математика / Рос. акад. наук ; Ин-т вычислит. математики ; [Отв. ред. Н. С. Бахвалов, В.В. Воеводин]. - М. : Наука, 2005. - 343 с.	1	
29.	Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования : В 2 т. Т. 2 : Вычислительная математика / Рос. акад. наук ; Ин-т вычислит. математики ; [Отв. ред. Н.С. Бахвалов, В.В. Воеводин]. - М. : Наука, 2005. - 343 с.	1	
30.	Турчак, Л. И. Основы численных методов : [Учеб. пособие для вузов] / Л. И. Турчак ; Под ред. В.В. Щенникова. - М. : Наука, 1987. - 318 с.	2	
31.	Турчак Л.И. Основы численных методов : Учеб. Пособие для студентов вузов / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 2003. - 300 с.	3	
32.	Турчак Л.И. Основы численных методов : учебное пособие для студентов вузов / Л.И. Турчак, П.В. Плотников. - Изд. 2-е. - Москва : Физматлит, 2005. - 300 с.	1	
33.	Хемминг Р.В. Численные методы для научных работников и инженеров / Р.В. Хемминг ; Пер. с англ. В.А. Арлазарова и др. ; Под ред. Р.С. Гутера. - 2-е изд. - М. : Наука, 1972. - 400 с.	22	

## 18. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <http://www.intuit.ru/studies/courses/2317/617/info> (видео-лекции по численным методам)
2. [http://kontromat.ru/?page\\_id=2808](http://kontromat.ru/?page_id=2808) (примеры решения различных задач при помощи численных методов)
3. <http://num-anal.srcc.msu.ru/> Научно-образовательный Интернет-ресурс НИВЦ МГУ по численному анализу

## **19. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL для свободного программного обеспечения: Антивирус Касперского, Libre Office, Adobe Acrobat Reader, xPDF, Paint.NET.