

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН  
02.00.00 «Компьютерные и  
информационные науки»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Наименование дисциплины:**

**Вычислительные методы**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**02.03.01 Математика и компьютерные науки**

*(указываются код и наименования направления(ий)*

*подготовки (специальности (ей) и/или профилей (специализаций)*

**Квалификация (степень) выпускника бакалавр**

*(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ОС ВО РУДН)*

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является знакомство слушателей с прямыми и итерационными методами решения СЛАУ, численными методами решения задач математического анализа: решение уравнений, приближение функций и численным интегрированием. Рассматривается численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Практические занятия по изучению дисциплины подразумевают использование пакета прикладных математических программ SciLab.

В процессе преподавания дисциплины решаются следующие задачи: изучение прямых и итерационных методов решения СЛАУ, изучение численных методов решений уравнений, изучение численных методов приближения функций, изучение численных методов интегрирования функций, изучение численных методов решения задачи Коши для ОДУ, изучение основ работы в пакете прикладных математических программ SciLab.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Цикл, к которому относится дисциплина: Цикл, к которому относится дисциплина: обязательная часть цикла Б1.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-8;	Математический анализ Аналитическая геометрия Фундаментальная алгебра, Компьютерная алгебра Дифференциальные уравнения Теория вероятностей и математическая статистика Дискретная математика, Математическая логика	Математическое моделирование, Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности – научно-исследовательская деятельность)			
	ПК-4	-	Математическое моделирование, Компьютерная геометрия и геометрическое моделирование



### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций  
ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-8; ПК-4

*(в соответствии с ОС ВО РУДН)*

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности.

- ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2. Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

- ОПК-2.2 Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
- ОПК-2.3 Имеет практический опыт исследований в конкретной области профессиональной деятельности

ОПК-4. Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

- ОПК-4.1 Знает базовые основы современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
- ОПК-4.2 Умеет использовать математический аппарат в профессиональной деятельности
- ОПК-4.3 Имеет практический опыт применения современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ОПК-8. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

- ОПК-8.1 Знает базовые принципы по разработке алгоритмов и компьютерных программ, необходимых в профессиональной деятельности в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ОПК-8.2 Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности алгоритмы и методы в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ОПК-8.3 Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.

ПК-4 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- ПК-4.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий; принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
- ПК-4.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности
- ПК-4.3 Владеет базовыми навыками подготовки научных обзоров и (или) публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные постановки задач и теоретические основы численных методов

**Уметь:**

- реализовывать программно численные методы
- выбирать численный метод для решения задач профессиональной деятельности

**Иметь (владеть):**

- способность применять численные методы для изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		9 (модуль 1)
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Семинары (С)</i>		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	36	36
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	54	54
Общая трудоемкость час	<b>108</b>	<b>108</b>
зач. ед.	<b>3</b>	<b>3</b>

**5. Содержание дисциплины**

**5.1. Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Интерполяция	Постановка задачи интерполяции, интерполяция полиномами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка погрешности интерполяции. Интерполяционный полином в форме Ньютона.



2.	Численное интегрирование	Квадратурные формулы численного интегрирования: формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона. Квадратурные формулы интерполяционного типа, оценки погрешностей, составные формулы.
3	Численное решение ОДУ	Аппроксимация конечно-разностных производных. Метод Эйлера, метод Рунге-Кутты второго порядка, оценка точности. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка, метод Адамса. Решение граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
4	Методы решения основных задач линейной алгебры	Метод Гаусса. LU – разложение. Метод прогонки для системы линейных алгебраических уравнений с трехдиагональной матрицей. Разложение Холецкого для самосопряженной и положительно определенной матрицы. Нормы векторов, нормы матриц и операторов, эквивалентность норм, согласованность норм, обусловленность матриц. Метод простой итерации. Неявные итерационные методы, метод Зейделя, метод верхней релаксации.

### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Все-го час.
1.	Интерполяция	4		8		12	24
2.	Численное интегрирование	4		8		12	24
3.	Численное решение ОДУ	4		10		14	28
4.	Методы решения основных задач линейной алгебры	6		10		16	32
	<i>Всего часов</i>	<b>18</b>		<b>36</b>		<b>54</b>	<b>108</b>

### 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка погрешности интерполяции.	4
2.	1	Интерполяционный полином в форме Ньютона. Оценка погрешности интерполяции.	4
3.	2	Квадратурные формулы численного интегрирования: формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона.	8
4.	3	Метод Эйлера	5
5.	3	Метод Рунге-Кутты второго порядка	5
6.	4	LU – разложение квадратной матрицы	5
7.	4	Решение СЛАУ с помощью LU-разложения	5
	<b>Итого:</b>		<b>36</b>

## **7. Практические занятия (семинары): не предусмотрены**

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Мультимедийная аудитория для проведения лекционных занятий. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для выполнения обучающимися лабораторных работ по дисциплине, для проведения обучающимися самостоятельной работы и компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

## **9. Информационное обеспечение дисциплины**

### **а) программное обеспечение**

ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)), GNU Midnight Commander (Лицензия GNU GPL 3), редакторы emacs (лицензия GPL) и vi (лицензия BSD), компилятор gcc (лицензия GPL), wxMaxima (GPL-2), gnuplot (LGPL-2.1), SciLab (Лицензия CeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2))

### **б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

- Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
- ТУИС <http://esystem.pfur.ru/>

## **10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Численные методы [Текст]: Учебное пособие для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков. - 7-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-9963-0449-3

### **б) дополнительная литература:**

1. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин ; под ред. А.А. Самарского. - Москва : Наука, 1978. - 512 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957> (ET 39)
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н.С. Бахвалов ; ред. И.М. Овчинникова, Е.В. Шикин. - Москва : Наука, 1975. - 632 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941>
3. Самарский Александр Андреевич. Введение в численные методы [Текст] : Учебное пособие для вузов / А.А. Самарский. - 5-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2009. - 800 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература. Классическая учебная литература по математике). - ISBN 978-58114-0602-9 : 361.68. (ET 23)
4. 3. Костомаров, Д.П. Вводные лекции по численным методам : учебное пособие / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский. - Москва : Логос, 2006. - 184 с. - (Классический Университетский Учебник). - ISBN 5-98704-160-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89794> (ET 35)
5. Ловецкий К.П., Севастьянов Л.А., Ланеев Е.Б. Вычислительный эксперимент и методы вычислений [Текст] : Учебно-методическое пособие / К.П. Ловецкий, Л.А. Севастьянов. - М. : Изд-во РУДН, 2007. - 35 с. : ил. - 35.00. (ET 39)
6. Гателюк, О. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Маниюкова. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. —



140 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05894-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471739>

7. Численные методы : учебник и практикум для среднего профессионального образования / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11634-2.

### **11. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр. Промежуточный контроль знаний предусматривает: подготовку и сдачу лабораторных работ. В качестве итогового контроля знаний предусмотрен итоговый контроль в форме теста.

#### **11.1 Структура лабораторных занятий**

Задания по лабораторным работам выполняются индивидуально в дисплейных классах в соответствии с календарным планом и методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине. По результатам выполнения каждой лабораторной работы студентом готовится отчет.

#### **11.2. Самостоятельная работа студента**

В качестве самостоятельной работы студентам предлагаются вопросы для самопроверки и подготовки к контрольным мероприятиям. Рекомендуется по указанным темам изучить литературу, указанную в п. 10 программы дисциплины и учебно-методические материалы в ТУИС (<http://esystem.pfur.ru>).

#### **11.3. Промежуточный и итоговый контроль**

Итоговый контроль проводится в форме теста, содержанием которого являются вопросы по теории и практические задачи.

### **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

#### **Разработчики:**

доцент кафедры прикладной информатики  
и теории вероятностей



Д.В. Диваков

#### **Руководитель программы**

Заведующий кафедрой  
прикладной информатики  
и теории вероятностей, проф.



К.Е. Самуйлов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

*Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей*

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Наименование дисциплины**

Вычислительные методы

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Квалификация (степень) выпускника бакалавр



**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Вычислительные методы**  
название

Направление: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

шифр

название

Код контр. компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства				
			тек. контр.		пром. атт.	Баллы темы	Баллы раздела
			Выполнение ЛР	Контрольная работа	Экзамен		
ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4, ОПК-8, ПК-4	Интерполяция	Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка погрешности интерполяции.	15		2	17	35
		Интерполяционный полином в форме Ньютона. Оценка погрешности интерполяции.	15		3	18	
	Численное интегрирование	Квадратурные формулы численного интегрирования: формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона.	10		5	15	15
	Численное решение ОДУ	Аппроксимация конечно-разностных производных. Метод Эйлера.	10		2	12	25
		Метод Рунге-Кутты второго порядка.	10		3	13	
	Методы решения основных задач линейной алгебры	Метод Гаусса. LU – разложение.	10		2	12	25
		Решение СЛАУ с помощью LU-разложения	10		3	13	
	<b>Итого:</b>			<b>80</b>		<b>20</b>	<b>100</b>

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-8; ПК-4  
(в соответствии с ОС ВО РУДН)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности.

- ОПК-1.1 Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
- ОПК-1.2 Умеет использовать базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, в профессиональной деятельности
- ОПК-1.3 Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний

ОПК-2. Способен проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

- ОПК-2.2 Умеет решать научные задачи в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
- ОПК-2.3 Имеет практический опыт исследований в конкретной области профессиональной деятельности

ОПК-4. Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем.

- ОПК-4.1 Знает базовые основы современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
- ОПК-4.2 Умеет использовать математический аппарат в профессиональной деятельности
- ОПК-4.3 Имеет практический опыт применения современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности

ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.

- ОПК-8.1 Знает базовые принципы по разработке алгоритмов и компьютерных программ, необходимых в профессиональной деятельности в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ОПК-8.2 Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности алгоритмы и методы в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ОПК-8.3 Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области математики и компьютерных наук для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.

ПК-4 Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

- ПК-4.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий; принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации
- ПК-4.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности
- ПК-4.3 Владеет базовыми навыками подготовки научных обзоров и (или) публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и иностранном языке



## Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

Сводная оценочная таблица дисциплины

Раздел	Тема	Формы контроля уровня освоения ООП			Баллы темы	Баллы раздела
		Выполнение ЛР	Контрольная работа	экзамен		
Интерполяция	Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Оценка погрешности интерполяции.	5	1		217	35
	Интерполяционный полином в форме Ньютона. Оценка погрешности интерполяции.	5	1		318	
Численное интегрирование	Квадратурные формулы численного интегрирования: формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона.	0	1		515	15
Численное решение ОДУ	Аппроксимация конечно-разностных производных. Метод Эйлера.	0	1		212	25
	Метод Рунге-Кутты второго порядка.	0	1		313	
Методы решения основных задач линейной алгебры	Метод Гаусса. LU – разложение.	0	1		212	25
	Решение СЛАУ с помощью LU-разложения	0	1		313	
	<b>Итого:</b>	<b>80</b>		<b>20</b>	<b>100</b>	

**Таблица соответствия баллов и оценок**

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F
	Зачет	Passed

### Правила применения БРС

- Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
- Студент не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины, указанные в сводной оценочной таблице дисциплины.

- . По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
- . При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам.
- . График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
- . Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершении отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
- . Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
- . Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки, заверенной круглой печатью в КДЦ МИ РУДН, предоставляемой преподавателю не позднее двух недель после выздоровления. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие студента на контрольном мероприятии признается не уважительным.
- . Студент допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре, но при условии, что у студента имеется теоретическая возможность получить за весь курс не менее 31 балла.
- . Итоговая контрольная оценка знаний оценивается из 20 баллов независимо от числа баллов за семестр.
- . Если в итоге за семестр студент получил менее 31 балла, то ему выставляется оценка F и студент должен повторить эту дисциплину в установленном порядке. Если же в итоге студент получил 31-50 баллов, т. е. FX, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путем повторного одноразового выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится в период с 07.02 по 28.02 (с 07.09 по 28.09) по согласованию с деканатом.

## Примерный перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<i>Аудиторная работа</i>			
1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	База тестовых заданий
2	Лабораторная работа	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся	Перечень лабораторных работ с заданием
<i>Самостоятельная работа</i>			
1	Вопросы для самопроверки	Средство для самостоятельной проверки усвоения знаний студента, представляющей собой краткое изложение.	Банк вопросов



## Критерии оценки по дисциплине

*95-100 баллов:*

- полное выполнение лабораторных работ;
- высокий уровень культуры исполнения лабораторных работ;
- активное участие в мероприятиях, предусмотренных программой дисциплины;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

*86- 94 балла:*

- полное выполнение лабораторных работ;
- высокий уровень культуры исполнения лабораторных работ;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем.

*69-85 баллов:*

- частичное выполнение лабораторных работ;
- хороший уровень культуры исполнения лабораторных работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

*51-68 баллов:*

- частичное выполнение лабораторных работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

*31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:*

- . частичное выполнение лабораторных работ;
- . недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- . неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- . слабое владение программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) производственных задач;
- . способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- . удовлетворительное усвоение основной литературы;

*0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:*

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение лабораторных заданий; отказ от ответа по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

## Формы промежуточного и итогового контроля

Итоговый контроль проводится в форме теста, содержанием которого являются вопросы по теории.

Итоговый контроль знаний оценивается в 20 баллов максимально.

### Комплект вопросов для самопроверки, промежуточного и итогового контроля знаний

1. Написать интерполяционный полином второй степени в форме Лагранжа для функции  $y=\sin(x)$  по ее значениям в трех точках:  $(0.0, \pi/6, \pi/2)$ .
2. Построение интерполяционного полинома в форме Ньютона.
3. Рекуррентное соотношение для полиномов в форме Ньютона.
4. Написать интерполяционный полином второй степени в форме Ньютона для функции  $y=\sin(x)$  по ее значениям в трех точках:  $(0.0, \pi/6, \pi/2)$ .
5. Погрешность интерполирования полиномами.
6. Оценка погрешности интерполирования полиномами сверху в предположении достаточной гладкости интерполируемой функции.
7. Интерполяционный полином Эрмита.
8. Построение полинома Эрмита по известным значениям функции в узлах и по значению производной в одном из узлов.
9. Построение полинома Эрмита по известным значениям функции в узлах и по известным значениям производной в тех же узлах.
10. Построить полином Эрмита второй степени для функции  $y=\sin(x)$  по данным:  $\sin 0 = 0$ ,  $\sin \pi/2 = 1$ ,  $\sin' \pi/2 = 0$ . Вычислить с помощью этого полинома значение синуса в точке  $x=\pi/4$ .
11. Погрешность интерполяционного полинома.
12. Интерполирование с кратными узлами. Полиномы Эрмита.
13. Остаточные члены.
14. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона. Сходимость. Остаточные члены.
15. Апостериорная оценка погрешности и повышение точности квадратурных формул по результатам расчетов с разными шагами.
16. Квадратурные формулы Гаусса.
17. Сеточные функции и сеточные нормы.
18. Разностная аппроксимация производных. Примеры разностных уравнений.
19. Разностная аппроксимация краевой задачи для линейного дифференциального уравнения второго порядка.



20. Метод Эйлера.

21. Метод Рунге-Кутты.

22. Метод Адамса.

# Фонд лабораторных заданий

## Лабораторная работа № 1. Интерполяция

. Построить равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$  из задания на  $N$  частей точками  $a = x_0, x_1, \dots, x_N = b$

\* параметр  $N$  должен задаваться в одном месте в программе

. Рассчитать значения функции  $f(x)$  из задания в узлах интерполяции:  
 $y_0 = f(x_0), y_1 = f(x_1), \dots, y_N = f(x_N)$

. Построить интерполяционный полином Лагранжа  $L(x)$  согласно значениям из п.1, 2

\*полином должен быть оформлен в виде отдельной функции (или отдельного метода класса)

. Построить равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$  из задания на  $M$  частей ( $M$  больше  $N$  в 2-5 раз) точками  $a = \bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_M = b$

\* параметр  $M$  должен задаваться в одном месте в программе

. Посчитать значения исходной функции  $f(x)$  из задания и построенного в п.3 полинома Лагранжа  $L(x)$  в точках  $\bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_M$ , полученных в п.4

\* в программе вывести таблицу данных следующего вида:

$\bar{x}_0$	$f(\bar{x}_0)$	$L(\bar{x}_0)$
$\bar{x}_1$	$f(\bar{x}_1)$	$L(\bar{x}_1)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\bar{x}_M$	$f(\bar{x}_M)$	$L(\bar{x}_M)$

## Лабораторная работа № 2. Интерполяция

. Построить равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$  из задания на  $N$  частей точками  $a = x_0, x_1, \dots, x_N = b$

\* параметр  $N$  должен задаваться в одном месте в программе

. Рассчитать значения функции  $f(x)$  из задания в узлах интерполяции:  
 $y_0 = f(x_0), y_1 = f(x_1), \dots, y_N = f(x_N)$

. Построить интерполяционный полином Ньютона  $P(x)$  согласно значениям из п.1, 2

\*полином должен быть оформлен в виде отдельной функции (или отдельного метода класса)

. Построить равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$  из задания на  $M$  частей ( $M$  больше  $N$  в 2-5 раз) точками  $a = \bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_M = b$

\* параметр  $M$  должен задаваться в одном месте в программе

. Посчитать значения исходной функции  $f(x)$  из задания и построенного в п.3 полинома Ньютона  $P(x)$  в точках  $\bar{x}_0, \bar{x}_1, \dots, \bar{x}_M$ , полученных в п.4 и сравнить со значениями полинома Лагранжа  $L(x)$

\* в программе вывести таблицу данных следующего вида:

$\bar{x}_0$	$f(\bar{x}_0)$	$P(\bar{x}_0)$	$L(\bar{x}_0)$
$\bar{x}_1$	$f(\bar{x}_1)$	$P(\bar{x}_1)$	$L(\bar{x}_1)$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\bar{x}_M$	$f(\bar{x}_M)$	$P(\bar{x}_M)$	$L(\bar{x}_M)$

### Лабораторная работа № 3. Интегрирование

. Построить равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$  из задания на  $N$  частей точками  $a = x_0, x_1, \dots, x_N = b$

\* параметр  $N$  должен задаваться в одном месте в программе

. Рассчитать значения функции  $f(x)$  из задания в точках из п.1:  $y_0 = f(x_0), y_1 = f(x_1), \dots, y_N = f(x_N)$

. Посчитать приближенное значение интеграла  $\int_a^b f(x) dx$  методом прямоугольников (левых либо правых – на выбор)

. Посчитать приближенное значение интеграла  $\int_a^b f(x) dx$  методом трапеций

. Посчитать приближенное значение интеграла  $\int_a^b f(x) dx$  методом Симпсона

\* каждый из трех методов должен быть оформлен в виде отдельной функции

. В программе вывести данные в следующем виде:

$$N \quad I_0 \quad I_1 \quad I_2$$



где  $I_0$  - приближенное значение интеграла из п.3,  $I_1$  - приближенное значение интеграла из п.4,  $I_2$  - приближенное значение интеграла из п.5

#### Лабораторная работа № 4. Задача Коши

Решить численно – методом Эйлера – задачу Коши, приведенную ниже:

$$\begin{cases} y' = f(x, y) & x \in [a, b] \\ y(a) = y_0 \end{cases}$$

В программе вывести таблицу данных следующего вида:

$$\begin{array}{cccc} x_0 & \tilde{y}(x_0) & y(x_0) & \delta(x_0) \\ x_1 & \tilde{y}(x_1) & y(x_1) & \delta(x_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_N & \tilde{y}(x_N) & y(x_N) & \delta(x_N) \end{array}$$

где целое число  $N$  определяет равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$ ,  $\tilde{y}(x_j)$  – численное решение задачи в узлах разбиения отрезка, полученное методом Эйлера,  $y(x_j)$  – аналитическое решение задачи в узлах разбиения отрезка,  $\delta(x_j) = |\tilde{y}(x_j) - y(x_j)|$ .

Определить значение  $N^*$ , при котором  $\delta(x_j) < 10^{-2}$ ,  $j = \overline{0, N}$ .

#### Лабораторная работа № 5. Задача Коши

Решить численно – методом Рунге-Кутты 2го порядка – задачу Коши:

$$\begin{cases} y' = f(x, y) & x \in [a, b] \\ y(a) = y_0 \end{cases}$$

В программе вывести таблицу данных следующего вида:

$$\begin{array}{cccc} x_0 & \tilde{y}(x_0) & y(x_0) & \delta(x_0) \\ x_1 & \tilde{y}(x_1) & y(x_1) & \delta(x_1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_N & \tilde{y}(x_N) & y(x_N) & \delta(x_N) \end{array}$$

где целое число  $N$  определяет равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$ ,  $\tilde{y}(x_j)$  – численное решение задачи в узлах разбиения отрезка, полученное методом Рунге-Кутты 2го порядка,  $y(x_j)$  – аналитическое решение задачи в узлах разбиения отрезка,  $\delta(x_j) = |\tilde{y}(x_j) - y(x_j)|$ .

Определить значение  $N^*$ , при котором  $\delta(x_j) < 10^{-2}$ ,  $j = \overline{0, N}$ .

### Лабораторная работа № 6. LU-разложение

Сделать LU-разложение матрицы  $A$  из задания\*

\*в программе реализовать хранение матриц  $L$  и  $U$  в одном массиве следующим образом:

$$\begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} \\ l_{21} & u_{22} & u_{23} & u_{24} \\ l_{31} & l_{32} & u_{33} & u_{34} \\ l_{41} & l_{42} & l_{43} & u_{44} \end{pmatrix}$$

В программе вывести матрицы  $L$  и  $U$  и матрицу  $B = L \times U - A$

### Лабораторная работа № 7. Решение СЛАУ с помощью LU-разложения

Дана система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)  $Ax = b$ , где матрица коэффициентов  $A$  и вектор правой части  $b$  известны (из задания),  $x$  - искомый вектор. Если известно LU-разложение матрицы  $A$ , то СЛАУ можно записать в следующем виде:  $LUx = b$ .

Пусть  $Ux = y$ , тогда  $Ly = b$ . Таким образом, для отыскания вектора  $x$  необходимо вначале отыскать  $y$ , решив систему  $Ly = b$ , а затем решить систему  $Ux = y$  и найти тем самым  $x$ .

**Замечание.** Так как матрицы  $L$  и  $U$  - треугольные, то решение систем уравнений с этими матрицами сводится к рекуррентному вычислению всех компонент искомого вектора.

**Задание:** решить СЛАУ  $Ax = b$  с помощью LU-разложения матрицы  $A$ .

#### Критерии оценки лабораторных работ:

90-100% от максимальной оценки

- студент самостоятельно запрограммировал численный метод решения соответствующей задачи
- студент может вносить в программу изменения в соответствии с дополнительными заданиями и/или вопросами
- студент может аргументировать ответ на вопрос преподавателя полученными в программе данными

70-80% от максимальной оценки

- студент самостоятельно запрограммировал численный метод решения соответствующей задачи
- студент может вносить в программу изменения в соответствии с дополнительными заданиями и/или вопросами
- студент не полностью аргументирует ответ на вопрос преподавателя полученными в программе данными

50-60% от максимальной оценки

- студент самостоятельно запрограммировал численный метод решения соответствующей задачи
- студент не может вносить в программу изменения в соответствии с дополнительными заданиями и/или вопросами
- студент не полностью аргументирует ответ на вопрос преподавателя полученными в программе данными

30-40% от максимальной оценки

- студент самостоятельно запрограммировал численный метод решения соответствующей задачи
- студент не может вносить в программу изменения в соответствии с дополнительными заданиями и/или вопросами
- студент не аргументирует ответ на вопрос преподавателя полученными в программе данными

10-20% от максимальной оценки

- студент не самостоятельно запрограммировал численный метод решения соответствующей задачи
- студент не может вносить в программу изменения в соответствии с дополнительными заданиями и/или вопросами
- студент не аргументирует ответ на вопрос преподавателя полученными в программе данными
- 
- 0 баллов – студент не выполнил задания