

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра математического анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

21 мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Вычислительные алгоритмы**

Направление подготовки (специальности)  
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)  
«Прикладное программирование и информационные технологии»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 24 апреля 2024 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2024 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Вычислительные алгоритмы» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС, содействует формированию мировоззрения математика-прикладника и обеспечивает приобретение специальных знаний.

Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с основными понятиями, результатами и методами вычислительной математики, а также их иллюстрация на актуальных примерах.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и является элективной дисциплиной. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины «Вычислительные алгоритмы», используются студентами в процессе изучения других дисциплин, решения практических задач, а также при выполнении выпускных квалификационных работ.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-2</b> Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<b>И-ПК-2.2</b> Обладает способностью применять современный математический аппарат в решении различных задач	<b>Знать:</b> современный математический аппарат. <b>Уметь:</b> понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат. <b>Владеть:</b> способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.
<b>ПК-3</b> Способен к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	<b>И-ПК-3.1</b> Обладает устойчивыми знаниями в области разработки алгоритмов и программирования <b>И-ПК-3.2</b> Имеет навыки разработки и реализации алгоритмов в области системного и прикладного программного обеспечения	<b>Знать:</b> методы разработки вычислительных алгоритмов <b>Уметь:</b> использовать численные методы при решении прикладных задач

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Численные методы решения краевых задач.	7	4	4	4	1		13	
2	Многомерные задачи.	7	4	4	4	1		13	
3	Численные методы решения основных уравнений математической физики.	7	4	4	4	2		14	
4	Численные методы решения интегральных уравнений.	7	4	4	4	2		14	
						2	0,5	33,5	экзамен
	ВСЕГО		16	16	16	8	0,5	87,5	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Тема 1. Численные методы решения краевых задач.

Простейшая разностная схема для краевой задачи второго порядка. Погрешность аппроксимации. Методы стрельбы и прогонки. Принцип максимума, теорема сравнения. Априорная оценка и оценка скорости сходимости в равномерной метрике. Формула суммирования по частям. Простейшие разностные аналоги теорем вложения. Априорная оценка и оценка скорости сходимости в энергетической норме.

##### Тема 2. Многомерные задачи.

Метод неопределенных коэффициентов. Метод наименьших квадратов. Регуляризация. Связь одномерных и многомерных задач. Интерполяция и численное интегрирование сеточных функций на плоскости. Метод Монте-Карло.

##### Тема 3. Численные методы решения основных уравнений математической физики.

Разностные методы решения краевых задач для уравнения теплопроводности. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы с весами для уравнения теплопроводности. Разностная аппроксимация для уравнения Пуассона.

##### Тема 4. Численные методы решения интегральных уравнений.

Понятие интегрального уравнения. Метод решения при помощи квадратурных формул. Решение интегральных уравнений с вырожденным ядром. Методы решения уравнений Фредгольма.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>
- Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Консультант Студента»: <https://www.studentlibrary.ru/>

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков Численные методы: учеб. пособие для вузов - М.: Лаборатория знаний БИНОМ, 2020.  
<https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785001018360-SCN0000/000.html>
2. Матвеев В.Н. Методы вычислений: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2007.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20070292.pdf>

### **б) дополнительная литература**

1. А. Б. Васильева, Н. А. Тихонов Интегральные уравнения: учебник — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 160 с. <https://reader.lanbook.com/book/210230>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и текущего обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

### **Автор(ы) :**

доцент кафедры математического анализа,  
кандидат физ.-мат. наук

Глазков Д. В.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Вычислительные алгоритмы»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или материалы,  
используемые в процессе аттестации**

Пример лабораторного задания

Решить численно краевую задачу:  $y'' - 4y' + 5y = -2x$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(1) = 1$ .

Пример экзаменационного билета

1. Принцип максимума, теорема сравнения.
2. Метод Монте-Карло.
3. Свести задачу Коши к интегральному уравнению:  $y''(x) + [1 + x^2] \cdot y(x) = \cos x$ ,  $y(0) = 0$ ,  $y'(0) = 2$ .

**2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации**

1. Простейшая разностная схема для краевой задачи второго порядка. Погрешность аппроксимации.
2. Метод стрельбы.
3. Метод прогонки.
4. Принцип максимума, теорема сравнения.
5. Априорная оценка и оценка скорости сходимости в равномерной метрике.
6. Формула суммирования по частям. Простейшие разностные аналоги теорем вложения.
7. Априорная оценка и оценка скорости сходимости в энергетической норме.
8. Метод неопределенных коэффициентов.
9. Метод наименьших квадратов. Регуляризация.
10. Интерполяция и численное интегрирование сеточных функций на плоскости.
11. Метод Монте-Карло.
12. Разностные методы решения краевых задач для уравнения теплопроводности.
13. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы с весами для уравнения теплопроводности. Вычислительная погрешность.
14. Разностная аппроксимация для уравнения Пуассона.
15. Решение параболических уравнений с несколькими пространственными переменными.
16. Понятие интегрального уравнения. Метод решения с помощью квадратурных формул.
17. Решение интегральных уравнений с вырожденным ядром.
18. Методы решения уравнений Фредгольма.

**3. Методические рекомендации преподавателю  
по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

#### **Пороговый уровень (общие характеристики):**

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

#### **Продвинутый уровень (общие характеристики):**

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

#### **Высокий уровень (общие характеристики):**

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;

- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2. Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.



## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Вычислительные алгоритмы»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Форма изложения материала – лекции и практические занятия. Для лучшего понимания теории необходимо решение задач, в том числе самостоятельное для закрепления полученных навыков.

Рекомендуется проведение в течение семестра контрольной работы для понимания степени усвоения дисциплины студентами. По ее итогам проводится разбор наиболее типичных ошибок и при необходимости повторение наиболее трудного материала. Также возможно поощрение отличившихся студентов некоторыми послаблениями на экзамене на усмотрение преподавателя.