

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

Кафедра математического анализа

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

20 июня 2023 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 14 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК  
математического факультета  
протокол № 9 от 3 мая 2023 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 ОП бакалавриата

Данная дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу (базовая часть). 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 ОП бакалавриата

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:

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-ОПК-1_2 Осуществляет постановку задачи, выбирает способ ее решения ИД-ОПК-1_3 Применяет математический аппарат для решения прикладных и теоретических 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

## 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Вычислительные алгоритмы» составляет 3 зачетные единицы, 108 акад. часов.

№ 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	самостоятельная работа	
1	<i>Численные методы решения краевых задач.</i> 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.	7	5	5	5	1		12	
2	<i>Многомерные задачи.</i> Метод неопределенных коэффициентов. Метод наименьших квадратов. Регуляризация. Связь одномерных и многомерных задач. Интерполяция и численное интегрирование сеточных функций на плоскости. Метод Монте-Карло.	7	4	4	4	1		12	
3	<i>Численные методы решения основных уравнений математической физики.</i> Разностные методы решения краевых задач для уравнения теплопроводности. Аппроксимация, устойчивость и сходимость разностной схемы с весами для уравнения теплопроводности. Разностная аппроксимация для уравнения Пуассона.	7	5	5	5	2		13	
4	<i>Численные методы решения интегральных уравнений.</i> Понятие интегрального уравнения. Метод решения при помощи квадратурных формул. Решение интегральных уравнений с вырожденным ядром. Методы решения уравнений Фредгольма.	7	4	4	4	1		12	
									Экзамен
	<b>Всего</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>5</b>		<b>49</b>	<b>108</b>

**5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Формы преподавания дисциплины «оптимальные численные методы» традиционны. Для передачи большого объема материала используются лекции, дополняемые практикой.

Цель занятий – формирование у студентов понимания теоретического материала, изложенного на лекции, и использование его при решении упражнений и задач.

Консультации проводятся перед контрольными мероприятиями.

Самостоятельная работа реализуется в процессе аудиторных занятий, в контакте с преподавателем вне рамок расписания (на консультациях по учебным вопросам, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий), в библиотеке и дома при выполнении студентом учебных задач.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «оптимальные численные методы» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся;
- осуществляется текущий контроль успеваемости студентов;
- представлены тексты и видео лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

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

В образовательном процессе по дисциплине используются:  
для формирования материалов для контроля успеваемости и проведения аттестации:

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

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:  
– для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;  
– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

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

#### **а) основная литература**

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – 7 изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
2. Матвеев В.Н. Методы вычислений: учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2007.

#### **б) дополнительная литература**

1. Краснов М.Л. Интегральные уравнения. – М.: Наука, 1975.

### **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.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

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 Ярославского государственного университета им. П.Г.Демидова кандидат физ.-мат. наук

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

**1. Типовые контрольные задания или материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

**1.1 Контрольные задания и 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:  $y''(x) + [1 + x^2] \cdot y(x) = \cos x$ ,  $y(0) = 0$ ,  $y'(0) = 2$ .

**1.2 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.

**2. Перечень компетенций, этапы их формирования,  
описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах  
их формирования, описание шкалы оценивания**

## **2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

## **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

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.