

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра прикладной математики и информатики**

**Авторы-составители: Русакова Ольга Леонидовна  
Шварц Константин Григорьевич**

Рабочая программа дисциплины  
**ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА**  
Код УМК 96976

Утверждено  
Протокол №9  
от «19» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Вычислительная математика

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.01** Математика

направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Вычислительная математика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.01** Математика (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.1** Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.2** Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.01 Математика (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	9
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (9 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Вычислительная математика**

В дисциплине "Вычислительная математика" изучаются численные методы решения основных задач математики с привлечением элементов прикладного функционального анализа, алгебры, математического анализа, теории дифференциальных уравнений. Рассматриваются базовые алгоритмы решения задач линейной алгебры, математического анализа, уравнений математической физики, интегральных уравнений. Обосновываются особенности применения этих алгоритмов в практике компьютерных вычислений. Даются навыки решения вычислительных задач на ЭВМ.

#### **Введение**

Раскрывается понятие вычислительного эксперимента.

Основы теории погрешности: абсолютная и относительная погрешность, верные значащие цифры числа в широком и узком смысле, погрешность выражения в зависимости от погрешностей величин, входящих в выражение.

#### **Решение систем линейных алгебраических уравнений**

На основе базовых теорем линейной алгебры и прикладного функционального анализа рассматриваются численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод исключения Гаусса, метод прогонки, итерационные методы. Определяются условия сходимости приближенного решения.

#### **Решение алгебраических и трансцендентных уравнений**

На основе базовых теорем математического анализа и прикладного функционального анализа рассматриваются численные методы решения нелинейных уравнений: метод половинного деления, хорд, касательных, секущих, метод итераций для одного уравнения, для системы двух уравнений.

#### **Приближение функций**

Методами прикладного функционального анализа рассматриваются основы численного анализа. Строится приближение функций в различных функциональных пространствах. Интерполирование функций. Формулы Ньютона. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяция сплайнами

#### **Численное интегрирование**

На основе базовых понятий математического анализа формулируется задача численного интегрирования. Формула Ньютона-Котеса. Полиномы Лежандра. Квадратурная формула Гаусса.

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

На основе теории дифференциальных уравнений излагаются приближенные решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Метод Адамса. Метод Рунге-Кутты для систем.

#### **Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений**

На основе теории дифференциальных уравнений и прикладного функционального анализа излагаются приближенные решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод стрельбы. Редукция к задачам Коши двухточечной краевой задачи для линейного уравнения второго порядка. Разностные методы решения краевых задач. Проекционные методы решения краевых задач.

#### **Решение дифференциальных уравнений в частных производных**

На основе основ прикладного функционального анализа излагается теория разностных схем.  
Уравнения в частных производных.

Параболические уравнения. Явная схема, неявная схема, схема Кранка-Николсона.

Эллиптические уравнения. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа методом сеток.

Процесс Либмана. Ускоренный процесс Либмана. Гиперболические уравнения. Схема «крест».

Определяются аппроксимация и условия устойчивости приближенного решения.

### **Интегральные уравнения**

На основе базовых понятий прикладного функционального анализа рассматриваются численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра второго рода. методом конечных сумм и методом вырожденных ядер..

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова ; ред. Б. П. Демидович. - Санкт-Петербург: Лань, 2008, ISBN 978-5-8114-0799-6. - 400. - Библиогр. в конце глав
2. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. - Санкт-Петербург: Лань, 2007, ISBN 978-5-8114-0695-1. - 672. - Библиогр. в конце глав

### Дополнительная:

1. Крылов В. И., Бобков В. В., Монастырный П. И. Интерполирование и интегрирование / В. И. Крылов, В. В. Бобков, П. И. Монастырный. - Минск: Наука и техника, 1983. - 287.
2. Шевцов Г. С., Крюкова О. Г., Мызникова Б. И. Численные методы линейной алгебры: учебное пособие для математических направлений и специальностей / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. - Санкт-Петербург: Лань, 2011, ISBN 978-5-8114-1246-4. - 494 с. - Библиогр.: с. 489-490
3. Лебедев В. И. Функциональный анализ и вычислительная математика: [учебное пособие] / В. И. Лебедев. - Москва: Физматлит, 2000, ISBN 5-9221-0092-0. - 296. - Библиогр.: с. 285-287
4. Калиткин Н. Н. Численные методы: учебное пособие для студентов вузов / Н. Н. Калиткин ; ред. А. А. Самарский. - Москва: Наука, 1978. - 512.
5. Шварц К. Г. Численные методы. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений: курс лекций / К. Г. Шварц. - Пермь, 2008, ISBN 978-5-7944-1225-5. - 86. - Библиогр.: с. 86
6. Тарунин Е. Л. Конечно-разностные методы решения уравнений в частных производных: учебное пособие по курсу "Численные методы" / Е. Л. Тарунин. - Пермь, 2004, ISBN 5-7944-0468-x. - 99. - Библиогр.: с. 97
7. Численные методы. Интегральные уравнения и некорректные задачи: методический материал / сост.: Ю. В. Девингталь, Е. Л. Тарунин. - Пермь, 2004. - 44. - Библиогр.: с. 43

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Вычислительная математика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета., позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;
- среда разработки программ на языке C# .

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - компьютерный класс. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Вычислительная математика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>						
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Знание основных методов вычислительной математики. Умение применять методы вычислительной математики для решения прикладных задач	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> Не знает основные методы вычислительной математики. Не умеет применять методы вычислительной математики для решения прикладных задач	<b>Удовлетворительн</b>	Знает основные методы вычислительной математики. Умеет применять методы вычислительной математики для решения прикладных задач, но испытывает значительные трудности.	<b>Хорошо</b>	Знает основные методы вычислительной математики. Умеет применять методы вычислительной математики для решения прикладных задач, но испытывает незначительные трудности.	<b>Отлично</b>	Знает основные методы вычислительной математики. Умеет применять методы вычислительной математики для решения прикладных задач

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение <b>Входное тестирование</b>	Знать основы линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, прикладного функционального анализа. Уметь применять математический аппарат этих дисциплин в объеме, необходимом для решения задач вычислительной математики. Владеть навыками преобразования алгебраических выражений, решения линейных и квадратных уравнений, систем линейных алгебраических выражений, вычисления пределов, производных первого и второго порядка функций одной и нескольких переменных, исследования функций одной переменной.
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Численное интегрирование <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание и умение применять на практике методы - решение систем линейных алгебраических уравнений;- решение нелинейных уравнений;- решения задачи интерполирования таблично-заданной функции (сплайн-интерполяция);- численного интегрирование

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Решение дифференциальных уравнений в частных производных <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание и умение применять на практике методы решения- задачи Коши и краевой задачи для ОДУ;- уравнений в частных производных;- интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра второго рода
<b>ОПК.1.2</b> Применяет фундаментальные знания в области математики для решения прикладных задач	Интегральные уравнения <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Проверяются знания основных понятий, методов вычислительной математики изученных в курсе и умение применять их на практике.

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Введение**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Тест из 20 заданий с кратким вариантом ответа. За каждый правильный ответ 5 баллов	100

#### **Численное интегрирование**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Лабораторная работа 3 Сплайн-интерполяция	10
Лабораторная работа 1 Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	10
Лабораторная работа 4 Численное интегрирование	5
Лабораторная работа 2 Решение нелинейных уравнений	5

#### **Решение дифференциальных уравнений в частных производных**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Лабораторная работа 5 Численное решение задачи Коши и краевой задачи для ОДУ	10
Лабораторная работа 7 Численное решение интегральных уравнений Фредгольма и	10

Вольтерра второго рода	
Лабораторная работа 6 Численное решение уравнений в частных производных	10

### **Интегральные уравнения**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Практическое задание	20
Теоретический вопрос 1	10
Теоретический вопрос 2	10