

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич

Должность: И.о. ректора

Дата подписания: 19.04.2023 15:34:58

Уникальный программный ключ:

39428e82d614a3cd984f917b018f0fd2c07182daabc77db685db2d16370f6e7c

СМК-РПД-В1.П2-2019

ОПОП

Рабочая

программа

направления

подготовки

дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для  
направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль под-  
готовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»  
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании  
кафедры математики и физики  
14.05.2019 г., протокол №9  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.П. Горюшкин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

### *Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика»*

**Направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль подготовки:** «Математическое моделирование и вычислительные технологии»

**Год набора:** 2019, 2020

**Квалификация выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Курс 1          Семестр 1**

**Зачет с оценкой:** 1 семестр

Петропавловск-Камчатский, 2019 г.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 13.

Разработчик:

Доцент кафедры математики и физики \_\_\_\_\_ Р.И. Паровик

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО .....	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине .....	4
4. Содержание дисциплины .....	6
5. Тематическое планирование .....	6
3 семестр .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ .....	9
8. Перечень вопросов на зачет, экзамен .....	9
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	10
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента .....	11

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

### 1. Цель и задачи освоения дисциплины

*Целью освоения дисциплины* является развитие и углубление алгоритмического мышления студентов; формирования общего представления о вычислительных методах, наиболее часто используемых в практике научно-технических расчётов и их теоретического обоснования.

*Задачи освоения дисциплины:*

- получение представления о роли вычислительных методов в современных прикладных науках и о связи дисциплины со специальными разделами, в частности с математическим моделированием;
- овладение практическими вычислительными навыками решения прикладных задач, а также работы в математических программных системах;
- приобретение навыков самостоятельно пополнять знания в области вычислительных методов;
- формирование умения анализировать поставленную задачу и выбрать пути её решения, а также оптимизировать используемые вычислительные алгоритмы.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Вычислительная математика» относится к блоку Б1 дисциплин вариативной части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения универсальных компетенций
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-2. Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1. Знает основные задачи и области применения методов математического моделирования; особенности объектов моделирования и методики исследования моделей, основные принципы математического моделирования; методы построения и исследования математических моделей, современные тенденции развития, научные и прикладные достижения прикладной математики, профессиональную терминологию. ОПК-2.2. Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей; строить и исследовать математические модели; строить математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования, применять методы ма-

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

		<p>тематического моделирования к решению конкретных задач.</p> <p>ОПК-2.3. Владеет методами исследования математических моделей; навыками применения математического аппарата к исследуемым моделям; навыками применения полученных знаний; навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, методологией математического моделирования.</p>
	ОПК-4. Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	<p>ОПК-4.1. Знает современные технологии в области разработки программного обеспечения с учетом требования безопасности и надежности.</p> <p>ОПК-4.2. Умеет использовать особенности параллельных вычислительных систем, применительно к решаемой задаче; эффективно использовать поиск и фильтрацию научно-технической документации по рассмотренным технологиям.</p> <p>ОПК-4.3. Владеет навыками комбинирования и адаптации существующих решений для решения собственной задачи.</p>
	ПК-2. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач проектной и производственно-технологической деятельности	<p>ПК-2.1. Знает основные принципы математического моделирования; основные понятия и методы, необходимые для научной работы по выбранной тематике; пакеты прикладных программ, относящиеся к профессиональной сфере; профессиональную терминологию, корректное использование методов математического моделирования при решении теоретических и прикладных задач.</p> <p>ПК-2.2. Умеет строить математические алгоритмы и реализовывать их с помощью языков программирования, применять методы математического моделирования к решению конкретных задач; реализовывать алгоритмы на языках программирования; разрабатывать математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту; использовать информационные технологии в научных исследованиях.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками профессионального мышления, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах, понятийным аппаратом современной математики; навыками построения и реализации основных математических алгоритмов, методологией ма-</p>

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

	тематического моделирования; навыками создания математических моделей, алгоритмов, методов, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов.
--	--

#### 4. Содержание дисциплины

Абсолютная и относительная погрешности. Оценки погрешностей. Метод границ. Правила верных знаков. Вероятные оценки погрешности числовой величины. Интерполяция. Метод Лагранжа. Метод сплайнов. Численные методы решения нелинейных уравнений с одним неизвестным. Численные методы решения систем уравнений. Численное интегрирование. Основы численного решения дифференциальных уравнений.

#### 5. Тематическое планирование

##### Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Вычислительная математика	10	20	0	42	72
	Всего	10	20	0	42	72

##### Тематический план Модуль 1

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	<i>Лекции</i>		
1	Абсолютная и относительная погрешности. Оценки погрешностей.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
2	Метод границ. Правила верных знаков. Вероятные оценки погрешности числовой величины.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
3	Интерполяция.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
4	Метод Лагранжа.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
5	Метод сплайнов.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
	<i>Практические занятия</i>		

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

1	Погрешность результата численного решения задачи. Решение прямой и обратной задач теории погрешностей. Вычисление погрешности функций при заданной погрешности аргументов. Определение допустимой погрешности аргументов при допустимой погрешности функций.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
2	Интерполяция функций с помощью многочлена Лагранжа. Интерполяция функций с помощью многочлена Ньютона. Интерполяция функций с помощью кубического сплайна.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
3	Приближенное решение нелинейных уравнений методом деления отрезка пополам. Приближенное решение нелинейных уравнений методом простых итераций. Приближенное решение нелинейных уравнений методом хорд. Приближенное решение нелинейных уравнений методом Ньютона.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
4	Задачи линейной алгебры Решение системы линейных уравнений методом Гаусса (схема единственного деления). Расчет определителя матрицы и обратной матрицы при помощи метода Гаусса. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента. Оценка числа обусловленности матриц. Решение системы линейных уравнений методом простых итераций. Решение системы линейных уравнений методом Зейделя	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
5	Приближенное вычисление интеграла по квадратурным формулам Ньютона-Котеса (формулы прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона).	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
6	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Приближенное решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
	<i>Самостоятельная работа</i>		
1	Абсолютная и относительная погрешности. Оценки погрешностей.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
2	Метод границ. Правила верных знаков. Вероятные оценки погрешности числовой величины.	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
3	Интерполяция.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
4	Метод Лагранжа.	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
5	Метод сплайнов.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
6	Численные методы решения нелинейных уравнений с одним неизвестным.	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

7	Численные методы решения систем уравнений.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
8	Численное интегрирование.	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
9	Основы численного решения дифференциальных уравнений.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2

## 6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам практических занятий, выполнение практических заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- выполнение практических заданий;
- подготовка сообщений по вопросам практических занятий.

### 6.1. Темы практических занятий

Практическая работа №1. Погрешность результата численного решения задачи. Решение прямой и обратной задач теории погрешностей. Вычисление погрешности функций при заданной погрешности аргументов. Определение допустимой погрешности аргументов при допустимой погрешности функций.

Практическая работа №2. Интерполяция функций с помощью многочлена Лагранжа. Интерполяция функций с помощью многочлена Ньютона. Интерполяция функций с помощью кубического сплайна.

Практическая работа №3. Приближенное решение нелинейных уравнений методом деления отрезка пополам. Приближенное решение нелинейных уравнений методом простых итераций. Приближенное решение нелинейных уравнений методом хорд. Приближенное решение нелинейных уравнений методом Ньютона.

Практическая работа №4. Задачи линейной алгебры. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса (схема единственного деления). Расчет определителя матрицы и обратной матрицы при помощи метода Гаусса. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента. Оценка числа обусловленности матриц. Решение системы линейных уравнений методом простых итераций. Решение системы линейных уравнений методом Зейделя.

Практическая работа №5. Приближенное вычисление интеграла по квадратурным формулам Ньютона-Котеса (формулы прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона).

Практическая работа №6. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Приближенное решение задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

### 6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа



ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Форма СР	Трудоемкость (час.)
1	Вычислительная математика	Абсолютная и относительная погрешности. Оценки погрешностей.	решение практических заданий	4
2		Метод границ. Правила верных знаков. Вероятные оценки погрешности числовой величины.		6
3		Интерполяция.		4
4		Метод Лагранжа.		6
5		Метод сплайнов.		4
6		Численные методы решения нелинейных уравнений с одним неизвестным.		6
7		Численные методы решения систем уравнений.		4
8		Численное интегрирование.		6
9		Основы численного решения дифференциальных уравнений.		2
Итого				42

### 7. Примерная тематика контрольных работ, курсовых работ

Учебным планом контрольные работы и курсовые работы по дисциплине Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» не предусмотрены.

### 8. Перечень вопросов на зачет с оценкой

1. Схема вычислительного эксперимента.
2. Вычислительный алгоритм.
3. Погрешности алгоритма.
4. Требования к вычислительным методам.
5. Постановка задачи решения нелинейных уравнений.
6. Метод бисекций.
7. Метод простых итераций. Условия сходимости метода. Оценка погрешности.
8. Метод Ньютона. Условия сходимости метода. Оценка погрешности.
9. Решение систем нелинейных уравнений. Постановка задачи.
10. Метод простых итераций. Условия сходимости метода. Оценка погрешности.
11. Метод Ньютона. Условия сходимости метода. Оценка погрешности.
12. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Точное и приближенное решение.
13. Метод Гаусса.
14. Связь метода Гаусса с разложением матрицы на множители.
15. Теорема об LU разложении.

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

16. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод Холецкого (квадратных корней)
17. Общая схема итерационных методов.
18. Метод Якоби, достаточные условия сходимости.
19. Метод Зейделя, достаточные условия сходимости.
20. Постановка проблемы собственных значений.
21. Прямые методы. Метод Леверрье.
22. Степенной метод.
23. Метод итераций определения первого собственного числа матрицы.
24. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка погрешности интерполяционного многочлена.
25. Интерполяционные полиномы Ньютона. Интерполяционный многочлен Ньютона для равноотстоящих узлов. Вторая интерполяционная формула Ньютона.
26. Интерполирование сплайнами. Сходимость процесса интерполирования кубическими сплайнами.
27. Аппроксимация функций методом наименьших квадратов.
28. Обобщенный многочлен Фурье.
29. Постановка задачи численного интегрирования. Простейшие квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона, оценка погрешности.
30. Составные квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона
31. Квадратурные формулы Гаусса.
32. Первая, вторая, третья формулы численного дифференцирования.
33. Метод неопределенных коэффициентов.
34. Постановка задачи Коши.
35. Семейство одношаговых методов решения задачи Коши.
36. Метод Эйлера.
37. Методы Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядка.
38. Понятие многошаговых разностных методов.
39. Устойчивость и сходимость многошаговых разностных методов.
40. Примеры  $m$ -шаговых разностных методов Адамса.
41. Понятие и решение жестких систем ОДУ.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 9.1. Основная учебная литература:

1. Рогова, Н. В. Вычислительная математика : учебное пособие / Н. В. Рогова, В. А. Рычков. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 167 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75370.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
- ### 9.2. Дополнительная учебная литература:
1. Вычислительная математика. Часть 1 : учебное пособие / В. Н. Варапаев, Ю. В. Осипов, Г. Л. Сафина, Н. Н. Рогачева. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 88 с. — ISBN 978-5-7264-1455-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60773.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
  2. Блатов, И. А. Вычислительная математика : учебное пособие / И. А. Блатов, О. В. Старожилова. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

и информатики, 2017. — 205 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/75371.html> (дата обращения: 16.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

### Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся		
		Устный/письменный опрос	Отчет по практической работе	Выполнение заданий самостоятельной работы
Высокий	отлично	Обучающийся ответил на все вопросы и продемонстрировал полноту знаний по изучаемому материалу	Содержит все задания лабораторной работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании
Базовый	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого	Содержит большинство заданий лабораторной работы, оформлен в соответствии с	Студент безошибочно ответил на основные вопросы, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или

ОПОП	СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»	

		мого мате-риала	требовани-ями	по указанию преподавателя
Порого-вый	удовле-твори-тельно	Ответ обу-чающегося содержал ошибки и недочеты	Содержит меньшую часть зада-ний лабор-аторной работы, оформле-ние не со-ответству-ет требова-ниям	Студент затрудняется в ответах на вопросы и отвечает только после наводящих вопросов, демонстри-рует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в основном правильно, но без достаточно глубокой про-работки некоторых разделов; сту-дент усвоил только основные раз-делы теоретического материала и по указанию преподавателя при-меняет его практически; на вопро-сы отвечает неуверенно или до-пускает ошибки
Компе-тенции не сформиро-ваны	неудо-влетво-рительно	Обучаю-щийся не ответил на поставлен-ные вопросы	Отчет не предостав-лен	Студент не ответил ни на один во-прос; работа не выполнена

### Промежуточная аттестация

Уровень сформиро-ванности компетен-ции	Уровень освоения дисципли-ны	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)
		зачет с оценкой
Высокий	отлично	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно при-менять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Базовый	хорошо	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допус-кает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Пороговый	удовле-твори-тельно	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нару-шения логической последовательности в изложении программно-го материала, но при этом он владеет основными разделами учеб-ной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и мо-жет применять полученные знания по образцу в стандартной си-туации
Компетен-ции не сформиро-ваны	неудовле-твори-тельно	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формули-ровках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач

### 11. Материально-техническая база

ОПОП		СМК-РПД-В1.П2-2019
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Вычислительная математика» для направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, профиль подготовки «Математическое моделирование и вычислительные технологии»		

Для проведения аудиторных занятий по дисциплине необходима следующая материально-техническая база: компьютерный кабинет, оборудованный мультимедийным проектором и интерактивной доской.