

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

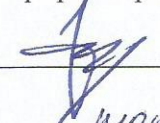
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра *высокопроизводительных вычислительных технологий и систем*

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по науке

 Р.Д. Еникеев

« 23 » *июня* 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ»

Уровень подготовки

высшее образование - подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность

1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация (ученая степень): кандидат наук

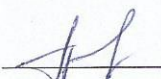
Форма обучения

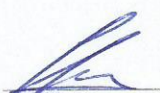

очная


Уфа 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «*СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ*»

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры ВВТиС 18.04.2022 г., протокол № 12 и рекомендована к реализации в образовательном процессе для подготовки аспирантов по ПА 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

И.о. заведующего кафедрой:  А.А. Гайнетдинова

Составители:  С.Ю. Лукашук, д.ф.-м.н., доцент, профессор кафедры ВВТиС,
 В.О. Лукашук, к.ф.-м.н., доцент кафедры ВВТиС

Согласовано:  Р.К. Фаттахов, к.т.н., доцент, начальник ОАиД

Содержание

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
2. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.....	6
4. Фонд оценочных средств	6
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9
6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ	10

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Современные методы вычислительной математики является частью подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации, образовательного компонента (факультативные дисциплины) программы аспирантуры подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20 октября 2021 года № 951; Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)".

Целью освоения дисциплины является приобретение знаний в области современных методов вычислительной математики и практических навыков их использования в области математического моделирования.

Задачи: изучение современных методов вычислительной математики; разработка на их основе эффективных вычислительных алгоритмов с применением современных компьютерных технологий; практическая реализация основных вычислительных алгоритмов на ЭВМ.

2. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	3 курс
Лекции (Л)	20
Практические занятия (ПЗ)	10
Лабораторные работы (ЛР)	
КСР	1
Курсовая проект работа (КР)	
Расчетно - графическая работа (РГР)	
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	68
Подготовка и сдача экзамена	
Подготовка и сдача зачета	9
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая аспирантам*
		Аудиторная работа				СРС	Всего	
		Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений	6	4		1	16	27	5.1.1-3, 5.2.1-3
2	Интерполяция сеточных функций	4	2			14	20	5.1.1-3, 5.2.1-3
3	Методы решения стационарных задач математической физики	6	2			20	28	5.1.1-3, 5.2.1-3
4	Методы решения нестационарных задач	4	2			18	24	5.1.1-3, 5.2.1-3

_____.

3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Тема 1 Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Вариационно-разностные схемы.
2. Вариационные методы для многомерных задач.
3. Экстремальные задачи с ограничениями.

Тема 2 Интерполяция сеточных функций

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Интерполяция функций многих переменных.
2. R-гладкое приближение функции многих переменных.

Тема 3 Методы решения стационарных задач математической физики

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Метод расщепления.
2. Итерационные методы для систем с вырожденными матрицами.
3. Прямые методы решения конечно-разностных уравнений.

Тема 4 Методы решения нестационарных задач

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Методы расщепления нестационарных задач.
2. Многокомпонентное расщепление задач.

4. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Активность обучающегося оценивается на занятиях и на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам образовательного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства*
1	Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений	Круглый стол, комплексное задание
2	Интерполяция сеточных функций	Круглый стол
3	Методы решения стационарных задач математической физики	Круглый стол, комплексное задание
4	Методы решения нестационарных	Круглый стол

	задач	
--	-------	--

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, задания решены корректно;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола или/и задания решены некорректно.

Типовые оценочные материалы

Раздел (тема) дисциплины Методы построения разностных схем для дифференциальных уравнений

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Вариационно-разностные схемы.
2. Вариационные методы для многомерных задач.
3. Экстремальные задачи с ограничениями.

Комплексное задание: Для двумерного эллиптического дифференциального уравнения

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} \left(k_{ij}(x) \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) + q(x)u = f(x), \quad x = (x_1, x_2) \in \Omega \subset R^2$$

поставлено граничное условие первого рода

$$u|_{\Gamma} = u_0(x), \quad x \in \Gamma = \partial\Omega.$$

Для данной задачи Дирихле выполнить следующее.

- 1) Записать эквивалентную вариационную постановку в пространстве $W_1^2(\Omega)$.
- 2) Получить ограничения на функции $k_{ij}(x)$, $q(x)$, $f(x)$, $u_0(x)$, при которых к полученной вариационной задаче может быть применен метод Ритца.
- 3) Рассмотреть триангуляцию области Ω с кусочно-гладкой границей с квадратной функцией интерполяции внутри каждого треугольного элемента.
- 4) С использованием метода Ритца построить разностную схему решения задачи, указать свойства полученной СЛАУ.
- 5) Записать численную схему решения полученной СЛАУ методом сопряженных градиентов.
- 6) Выполнить теоретический анализ скорости сходимости итерационного процесса.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

Раздел (тема) дисциплины Интерполяция сеточных функций

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Интерполяция функций многих переменных.
2. R-гладкое приближение функции многих переменных.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола.

Раздел (тема) дисциплины Методы решения стационарных задач математической физики

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Метод расщепления.
2. Итерационные методы для систем с вырожденными матрицами.
3. Прямые методы решения конечно-разностных уравнений.

Комплексное задание: рассматривается смешанная краевая задача для уравнения Пуассона:

$$\begin{aligned}\Delta u &= f(x), & x &= (x_1, x_2, x_3) \in \Omega \subset R^3; \\ u|_{\Gamma_1} &= g_1(x), & x &\in \Gamma_1, \\ u_n|_{\Gamma_2} &= g_2(x), & x &\in \Gamma_2, \quad \Gamma_1 \cup \Gamma_2 = \Gamma = \partial\Omega.\end{aligned}$$

Для случая, когда область Ω является параллелепипедом, выполнить следующее.

- 1) Записать конечно-разностную схему решения задачи, полученную на основе аппроксимации оператора Лапласа на 9-точечном сеточном шаблоне.
- 2) Выполнить анализ полученной схемы на сходимость и устойчивость.
- 3) Записать схему решения полученной в результате СЛАУ двухслойным итерационным методом расщепления с вариационной оптимизацией.
- 4) Построить теоретические оценки скорости сходимости итерационного процесса.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

Раздел (тема) дисциплины Методы решения нестационарных задач

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Методы расщепления нестационарных задач.
2. Многокомпонентное расщепление задач.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. И. Марчук. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 608 с. <https://e.lanbook.com/book/210302>

2. Бояршинов, М. Г. Методы вычислительной математики [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. Г. Бояршинов. — Пермь: ПНИПУ, 2008. — 421 с. <https://e.lanbook.com/book/160826>
3. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 400 с. <https://e.lanbook.com/book/210437>

5.2 Дополнительная литература

1. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0695-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210674>
2. Амосов, А. А. Вычислительные методы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченкова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 672 с. <https://e.lanbook.com/book/211463>
3. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Электронный ресурс]: учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. <https://e.lanbook.com/book/126099>
4. Воеводин, В. В. Вычислительная математика и структура алгоритмов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Воеводин. — 2-е изд. — Москва: ИНТУИТ, 2016. — 145 с. <https://e.lanbook.com/book/100738>

5.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

При инклюзивном обучении лиц с ОВЗ предоставляется возможность использовать следующие материально-технические средства:

- для аспирантов с ОВЗ по зрению предусматривается применение средств преобразования визуальной информации в аудио и тактильные сигналы, таких как, брайлевская компьютерная техника, электронные лупы, видеоувеличители, программы невидимого доступа к информации, программы-синтезаторов речи;

- для аспирантов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как, системы беспроводной передачи звука, техники для усиления звука, видеотехника, мультимедийная техника и другие средства передачи информации в доступных формах;

для аспирантов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение специальной компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением, в том числе, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура и альтернативные устройства ввода информации.