



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В.Сомова

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Научная специальность

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт естествознания и стандартизации |
| Кафедра | Прикладной математики и информатики |
| Курс | 2 |
| Семестр | 3 |

Магнитогорск
2025 год


Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

14.01.2025 г, протокол № 5

Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

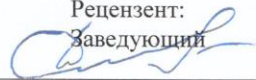
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
03.02.2025 г, протокол № 3

Председатель  Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:
профессор ПМИИ, Доктор ф-м.н.

 Кадченко С.И.

Рецензент:

 Заведующий кафедрой
Долгушин Д.М.

ПМИИ,

Кандидат

ф-м.н.

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки кадров высшей квалификации программы аспирантуры 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ курс «Численные методы решения интегральных уравнений» направлен на формирование математических методов, алгоритмов, приобретение практических навыков разработки математических моделей физических и технических систем. Целью освоения дисциплины является знакомство аспирантов с численными методами решения интегральных уравнений. Научить их решать интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные методы решения интегральных уравнений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| | |
|-------|---|
| | |
| КНС-1 | Способен разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники |
| КНС-2 | Способен к реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем; устанавливать соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач |

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 42 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 30 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | Самостоятельная работа студента | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации |
|--|---------|--|-------------|---------------------------------|---|
| | | Лек. | практ. зан. | | |
| 1. Введение в численные методы решения интегральных уравнений | | | | | |
| 1.1 Понятие интегральных уравнений. Классификация интегральных уравнений | 3 | 3 | 3 | 4 | Устный опрос |
| 1.2 Существование и свойства собственных значений и собственных функций вполне непрерывных операторов | | 3 | 3 | 4 | Устный опрос, проверка выполнения практических заданий |
| Итого по разделу | | 6 | 6 | 8 | |
| 2. Однородные интегральные уравнения Фредгольма второго рода | | | | | |
| 2.1 Собственные функции и собственные значения однородного интегрального уравнения Фредгольма второго рода | 3 | 3 | 3 | 4 | Устный опрос, проверка выполнения практических заданий |
| 2.2 Определение собственных значений и собственных функций по методу Келлога | | 3 | 3 | 4 | Устный опрос, проверка выполнения практических заданий |
| 2.3 Краевая задача на собственные значения (задача Штурма - Лиувилля) | | 3 | 3 | 4 | Устный опрос, проверка выполнения практических заданий |
| 2.4 Исследование задачи Штурма - Лиувилля при сведении к интегральному | | 3 | 3 | 4 | Устный опрос, проверка выполнения практических заданий |
| 2.5 Неоднородное уравнение Фредгольма второго рода | | 3 | 3 | 6 | Устный опрос, проверка выполнения практических заданий |
| Итого по разделу | | 15 | 15 | 22 | |
| Итого за семестр | | 21 | 21 | 30 | зачёт |
| Итого по дисциплине | | 21 | 21 | 30 | зачет |

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) Основная литература:

Сандаков, Е. Б. Методы решения задач по теме "Интегральные уравнения, краевые и спектральные задачи : учебно-методическое пособие / Е. Б. Сандаков, Ю. Н. Гордеев, В. М. Простокишин. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 64 с. — ISBN 978-5-7262-1734-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75851> (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Марданов, А. А. Вычисление интегралов с особенностями и решение сингулярных интегральных уравнений : учебное пособие / А. А. Марданов. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2017. — 106 с. — ISBN 978-5-288-05734-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105326> (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Интегральные уравнения: Методы алгоритмы программы. Справочное пособие. - Киев: Наукова Думка, 1986. - 541 с.

3. Васильева А.Б., Тиханов Н.А. Интегральные уравнения. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989, - 156 с.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|--|---------------------------------|------------------------|
| 7Zip | свободно | бессрочно |
| JetBrains PyCharm Community Edition | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| MS Visual Studio Code | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Браузер | свободно | бессрочно |
| FAR Manager | свободно | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. | https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru |
| Российская Государственная | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |
| Поисковая система Академия Google (Google) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |

Приложение 1

Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Формируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|--|
| <p>КНС-1: Способен разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики, типичных для приложений математики к различным областям науки и техники</p> | <p>Вопросы к зачету</p> <ol style="list-style-type: none">1. Понятие интегральных уравнений. Классификация интегральных уравнений.2. Физические примеры.3. Вполне непрерывные операторы в бесконечном евклидовом пространстве.4. Существование собственных функций и собственных значений вполне непрерывных симметричных операторов.5. Собственные функции и собственные значения однородного интегрального уравнения Фредгольма второго рода.6. Определение собственных значений и собственных функций по методу Келлога.7. Исследование задачи Штурма -Лиувилля при сведении к интегральному уравнению второго рода. <p>Практические задания</p> <p>Написать программы, в среде пакета Maple, позволяющие находить численные решения интегральных уравнений:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Решение уравнения Вольтера второго рода. Метод квадратур.2. Решение уравнения Вольтера второго рода. Итерационные методы |
| <p>КНС-2: Способен к реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем; устанавливать соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач</p> | <p>Вопросы к зачету</p> <ol style="list-style-type: none">1. Теоремы Фредгольма.2. Существование и единственность решения.3. Резольвента для уравнения Вольтерра.4. Численные методы решения уравнения Вольтера второго рода. Метод квадратур.5. Численные методы решения уравнения Вольтера второго рода. Итерационные методы. |

| | |
|--|---|
| | <p>6. Численные методы решения уравнения Вольтера первого рода. Методы регуляризации.</p> <p>7. Интегральное уравнение Фредгольма первого рода.</p> <p>.</p> <p>Практические задания</p> <p>Написать программы, в среде пакета Maple, позволяющие находить численные решения интегральных уравнений:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Решение уравнения Вольтера первого рода. Методы регуляризации. 2. Решение интегрального уравнения Фредгольма первого рода. |
|--|---|

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Аттестация по дисциплине включает ответы на теоретические вопросы и выполнение практических заданий, выявляющих степень сформированности компетенций, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания зачета:

– на 5 баллов – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на 4 балла – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на 3 балла – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– оценка «зачтено» ставится при наборе учащимся от 3 до 5 баллов

– на оценку «не зачтено» (1-2 балла) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач