



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
И.Ю. Мезин

17.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕКОРРЕКТНО
ПОСТАВЛЕННЫХ ЗАДАЧ**

Направление подготовки (специальность)
01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы
Вычислительная математика

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА (уровень подготовки кадров высшей квалификации). (приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 866)

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

11.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой *С.И. Кадченко* С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель *И.Ю. Мезин* И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р физ.-мат. наук *С.И. Кадченко* С.И. Кадченко

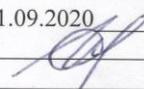
Рецензент:

Зав. кафедрой математического и компьютерного моделирования ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», д-р физ.-мат. наук *С.А. Загребина* С.А. Загребина



Лист актуализации программы

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от 01.09.2020 2020 г. № 1
Зав. кафедрой  Ю.А.Извеков

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 2021 г. № _____
Зав. кафедрой _____ Ю.А.Извеков

Программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 2022 г. № _____
Зав. кафедрой _____ Ю.А.Извеков

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Подготовка студентов по курсу «Численные методы решения некорректно поставленных задач» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» аспирантской программы. Данный курс направлен на формирование математических методов, алгоритмов решения некорректно поставленных задач

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Численные методы решения некорректно поставленных задач входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Численные методы решения интегральных уравнений

Математическое моделирование

Обратные задачи спектрального анализа

Дополнительные главы функционального анализа

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Производственная - преддипломная практика

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская работа

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Численные методы решения некорректно поставленных задач» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Умение реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач	
Знать	Знать особенности реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач
Уметь	Обладать способностью реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач
Владеть	Владеть умение реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач

ПК-3 Иметь способность к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	
Знать	Знать приемы преподавания дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований
Уметь	Обладать способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований
Владеть	Владеть способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69 акад. часов;
- аудиторная – 69 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов
- самостоятельная работа – 75 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Интегральные уравнения первого и второго рода. Корректность по Адамару и Тихонову.								
1.1 Основные определения и понятия. Понятие корректности	4	1/ИИ		2	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой.	Устный опрос	ПК-2, ПК-3
1.2 Интегральное уравнение Фредгольма первого рода как некорректно поставленная задача		2/ИИ		3	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой.	Устный опрос, Доклад с презентацией	ПК-2, ПК-3
1.3 Интегральное уравнение Вольтерра первого рода как некорректно поставленная задача		2/ИИ		2	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос, Доклад с презентацией	ПК-2, ПК-3
1.4 Обратная задача теплопроводности		2/ИИ		4	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-2, ПК-3

1.5 Задача об аналитическом продолжении функции		1/1И		3	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос	ПК-2, ПК-3
Итого по разделу		8/5И		14	40			
2. Методы регуляризации некорректно поставленных задач								
2.1 Метод регуляризации Тихонова	4	4/2И		8	10	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для освоения новых знаний.	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-2, ПК-3
2.2 Метод итеративной регуляризации Фридмана		3/1И		8	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-2, ПК-3
2.3 Метод регуляризации Лаврентьева		4/1И		8	8	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для изучения новых знаний.	Устный опрос, Проверка домашнего задания	ПК-2, ПК-3
2.4 Метод регуляризации и генератор РА Бакушинского		4/1И		8	9	Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для овладения новыми знаниями.	Устный опрос, Проверка домашнего задания,	ПК-2, ПК-3
Итого по разделу		15/5И		32	35			
Итого за семестр		23/10И		46	75		зао	

Итого по дисциплине	23/10 И		46	75		зачет с оценкой	ПК-2,ПК-3
---------------------	------------	--	----	----	--	-----------------	-----------

5 Образовательные технологии

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу лабораторных занятий.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах вычислительного центра ФГБОУ ВО «МГТУ».

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается: использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: MS Word, MS Excel.

В ходе проведения практических занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и тестирования.

2. Интерактивные формы обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

Используемые образовательные технологии позволяют активно применять в учебном процессе интерактивные формы проведения занятий (компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций), что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Применяемые в процессе изучения дисциплины поисковый и исследовательский методы в полной мере соответствуют

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/431961> (дата обращения: 22.09.2020).

2. Привалов, И. И. Интегральные уравнения : учебник для вузов / И. И. Привалов. — 4-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01552-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451194> (дата обращения: 22.09.2020).

б) Дополнительная литература:

1. Королев, А. В. Дифференциальные и разностные уравнения : учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9896-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451251> (дата обращения: 22.09.2020).

в) Методические указания:

1. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10891-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454053> (дата обращения: 22.09.2020).

2. Васильева А.Б. Интегральные уравнения. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 156 с.

3. Верлань А.Ф. Интегральные уравнения: Методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие. – Киев: Наукова Думка, 1986. – 542.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
NotePad++	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

MS Office Visio Prof 2010(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Оснащение аудитории: доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютерный класс. Оснащение аудитории: персональные компьютеры с пакетом MS Office, Maple 14 Classroom License 10-29 Users (per User) Academic, MathLab, Mathcad Education - University Edition (200 pack) и выходом в Интернет.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение аудитории: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение аудитории: стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и

Приложение 1

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа аспирантов связана с написанием программ, в среде пакета Maple, позволяющие решать следующие задачи:

1. Используя метод регуляризации А.Н. Тихонова найти численное решение интегрального уравнения Фредгольма первого рода

$$\int_{-1}^1 K(x, s)y(s)ds = f(x), \quad x \in [-1, 1], \quad (1)$$

где $K(x, s) = \frac{1}{\pi[1 + (x - s)^2]}$. Для нахождения функции $f(x)$ и проверки полученного

решения положить $y(x) = (1 - x^2)^2$.

2. Найти приближенное решение

$$\int_a^b K(x, s)y(s)ds = f(x), \quad x \in [c, b]$$

при следующих значениях параметров:

- $K(x, s) = \sin^2(xs), \quad y = s^2, \quad a = 0, \quad b = 1, \quad c = 0, \quad d = 2,$
- $K(x, s) = \frac{1}{1 + (x + s)^2}, \quad y = s^2, \quad a = 0, \quad b = 1, \quad c = 0, \quad d = 1,$
- $K(x, s) = e^{xs}, \quad y = 1 + s^2, \quad a = 0, \quad b = 1, \quad c = -1, \quad d = 1.$

Перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие корректности задачи по Адамару и Тихонову.
2. Уравнение Фредгольма первого рода как некорректно поставленная задача.
3. Интегральное уравнение Вольтерра первого рода как некорректно поставленная задача.
4. Обратная задача теплопроводности.
5. Задача об аналитическом продолжении функции.
6. Метод регуляризации Тихонова.
7. Метод итерационной регуляризации Фридмана.
8. Метод итерационной регуляризации Лаврентьева.
9. Метод регуляризации Лаврентьева.
10. Метод регуляризации и генератор Бакушинского.

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине. Проводиться за 4 семестр в форме зачета с оценкой.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-2: Умение реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач		
Знать	Знать особенности реализации численных методов в решении	Ответы на вопросы: 1. Понятие корректности задачи по Адамару и Тихонову.

	<p>прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач</p>	<ol style="list-style-type: none"> Уравнение Фредгольма первого рода как некорректно поставленная задача. Интегральное уравнение Вольтерра первого рода как некорректно поставленная задача. Обратная задача теплопроводности. Задача об аналитическом продолжении функции.
Уметь	<p>Обладать способностью реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач</p>	<p>Уметь решить следующую задачу:</p> <ol style="list-style-type: none"> Используя метод регуляризации А.Н. Тихонова найти численное решение интегрального уравнения Фредгольма первого рода $\int_{-1}^1 K(x, s)y(s)ds = f(x), \quad x \in [-1, 1], \quad (1)$ <p>где $K(x, s) = \frac{1}{\pi[1 + (x - s)^2]}$. Для нахождения функции $f(x)$ и проверки полученного решения положить $y(x) = (1 - x^2)^2$.</p>
Владеть	<p>Владеть умение реализации численных методов в решении прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач</p>	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> Понятие корректности задачи по Адамару и Тихонову. Уравнение Фредгольма первого рода как некорректно поставленная задача. Интегральное уравнение Вольтерра первого рода как некорректно поставленная задача. Обратная задача теплопроводности. Задача об аналитическом продолжении функции.
<p>ПК-3: Иметь способность к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований</p>		
Знать	<p>Знать приемы преподавания дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов</p>	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> Метод регуляризации Тихонова. Метод итерационной регуляризации Фридмана. Метод итерационной регуляризации Лаврентьева. Метод регуляризации Лаврентьева. Метод регуляризации и генератор

	проведенных теоретических и экспериментальных исследований	Бакушинского.
Уметь	Обладать способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	<p>Уметь решать следующие задачи: Найти приближенное решение</p> $\int_a^b K(x, s)y(s)ds = f(x), \quad x \in [c, b]$ <p>при следующих значениях параметров:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $K(x, s) = \sin^2(xs)$, $y = s^2$, $a = 0, \quad b = 1, \quad c = 0, \quad d = 2$, • $K(x, s) = \frac{1}{1 + (x + s)^2}$, $y = s^2$, $a = 0, \quad b = 1, \quad c = 0, \quad d = 1$, • $K(x, s) = e^{xs}$, $y = 1 + s^2$, $a = 0, \quad b = 1, \quad c = -1, \quad d = 1$.
Владеть	Владеть способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод регуляризации Тихонова. 2. Метод итерационной регуляризации Фридмана. 3. Метод итерационной регуляризации Лаврентьева. 4. Метод регуляризации Лаврентьева. 5. Метод регуляризации и генератор Бакушинского.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (4 семестр).

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «отлично» (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 оценку «хорошо» (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 оценку **«удовлетворительно»** (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.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– 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.