



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)

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Направление подготовки (специальность)
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль/специализация) программы
Математическое моделирование

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт естествознания и стандартизации |
| Кафедра | Прикладной математики и информатики |
| Курс | 1 |
| Семестр | 1 |

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 13)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики
10.03.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  С.И. Кадченко


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
16.03.2020 г. протокол № 8

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:
заведующий кафедрой ПМИИ, д. ф-м. наук

 С.И. Кадченко

Рецензент:

доцент кафедры Уравнений математической физики ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
канд. физ.-мат. наук  Г.А. Закирова

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Подготовка студентов по курсу «Обратные задачи спектрального анализа» в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» программы аспирантуры. Данный курс направлен на формирование математических методов, алгоритмов решения обратных задач спектрального анализа

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Обратные задачи спектрального анализа входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математическое моделирование

Дополнительные главы функционального анализа

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

Научно-исследовательская деятельность и подготовка НКР

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

Спектральные задачи на графах

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Обратные задачи спектрального анализа» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| ОПК-1 | Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики |
| ОПК-1.3 | Применяет фундаментальные междисциплинарные знания для решения задач в профессиональной деятельности |
| ОПК-1.2 | Владеет способами и приемами решения исследовательских задач в области фундаментальной и прикладной математики |
| ОПК-1.1 | Решает профессиональные задачи с области фундаментальной и прикладной математики |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|----|----|--|------|--|--|--|
| 2.1 | Свойства спектральных характеристик | 1 | 3 | 4 | | 6 | Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для изучения новых знаний. | Устный опрос | |
| 2.2 | Восстановление дифференциальных операторов на полуоси | | 3 | 4 | | 6 | Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для изучения новых знаний. | Устный опрос, Проверка домашнего задания | |
| 2.3 | Восстановление дифференциальных операторов на конечном интервале | | 3 | 6 | | 6 | Работа над учебным материалом с основной и дополнительной литературой. Конспектирование текста учебника для изучения новых знаний. | Устный опрос, Проверка домашнего задания | |
| Итого по разделу | | | 9 | 14 | | 18 | | | |
| Итого за семестр | | | 18 | 18 | | 33,1 | | экзамен | |
| Итого по дисциплине | | | 18 | 18 | | 33,1 | | экзамен | |

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: Maple, Matlab, Mathematica.

В ходе проведения лабораторных 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

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. Крук, Б. И. Основы спектрального анализа : учебное пособие / Б. И. Крук, О. Б. Журавлева. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 148 с. — ISBN 978-5-9912-0327-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111069> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Спектральные методы анализа : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля [и др.]. — Ставрополь : СтГАУ, 2017. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107215> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Юрко, В. А. Введение в теорию обратных спектральных задач : учебное пособие / В. А. Юрко. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 384 с. — ISBN 5-9221-0734-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59443> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Учебно-методическое пособие по спектральным методам анализа для студентов магистратуры : учебно-методическое пособие / Г. Г. Горболетова, Н. В. Чернявская, М. И. Базанов, А. И. Лыткин. — Иваново : ИГХТУ, 2016. — 149 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107404> (дата обращения: 29.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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 Visual Studio Code | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |

| | |
|---|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |
| 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 |
| Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals | http://link.springer.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, групповых и индивидуальных консультаций: 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 учебно-методической документации.

Приложение 1

Примерные задания для самостоятельной работы

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

1. Восстановить значения функции $p(x)$ в узлах дискретизации для следующей обратной спектральной задачи

$$\begin{cases} -y''(x) + p(x)y(x) = \mu y(x), \\ y(0) = y(l) = 0. \end{cases} \quad x \in [0, l] \quad (1)$$

по собственным значениям $\{\mu_n\}_{n=1}^{\infty}$ краевой задачи (1), собственным значениям

$\{\lambda_n\}_{n=1}^{\infty}$ и собственным функциям $\{\varphi_n\}_{n=1}^{\infty}$ самосопряженной задачи

$$\begin{cases} -\varphi''(x) = \lambda\varphi(x), \\ \varphi(0) = \varphi(l) = 0. \end{cases} \quad x \in [0, l].$$

2. Рассмотреть обратную спектральную задачу, заданную на двухреберном связанном ориентированном графе G_2

$$\begin{aligned}
 -y_j''(x_j) + p_j(x_j)y_j &= \mu y_j(x_j), \quad x_j \in (0, l_j), \quad j = 1, 2, \\
 d_1 y_1'(x_1)|_{x_1=l_1} - d_2 y_2'(x_2)|_{x_2=0} &= 0, \quad d_1 y_1'(x_1)|_{x_1=0} = d_2 y_2'(x_2)|_{x_2=l_2} = 0, \\
 y_1(l_1) &= y_2(0).
 \end{aligned} \tag{2}$$

Здесь $l_j > 0$ - длина, а $d_j > 0$ - площадь поперечного сечения j - того ребра графа G_2 .

Восстановить значения функций $p_j(x_{j_n})$ по собственным значениям $\{\mu_n\}_{n=1}^\infty$ краевой

задачи (2), собственным значениям $\{\lambda_n\}_{n=1}^\infty$ и собственным функциям $\{\varphi_{j_n}\}_{n=1}^\infty$ самосопряженной задачи

$$\begin{aligned}
 -\varphi_j''(x_j) + p_j(x_j)\varphi_j &= \lambda \varphi_j(x_j), \quad x_j \in (0, l_j), \quad j = 1, 2, \\
 d_1 \varphi_1'(x_1)|_{x_1=l_1} - d_2 \varphi_2'(x_2)|_{x_2=0} &= 0, \quad d_1 \varphi_1'(x_1)|_{x_1=0} = d_2 \varphi_2'(x_2)|_{x_2=l_2} = 0, \\
 \varphi_1(l_1) &= \varphi_2(0).
 \end{aligned}$$

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Собственные значения и собственные функции.
2. Постановка обратных спектральных задач. Теоремы единственности.
3. Метод оператора преобразования.
4. Метод спектральных отображений.
5. Метод эталонных моделей.
6. Устойчивость решения обратных спектральных задач.
7. Обратные спектральные задачи на геометрических графах.
8. Свойства спектральных характеристик.
9. Восстановление дифференциальных операторов на полуоси.
10. Восстановление дифференциальных операторов на конечном интервале.
11. Самосопряженный случай.

Приложение 2

а) Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

| 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 прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, соответствие выбранных алгоритмов специфике рассматриваемых задач | Ответы на часть зачетных вопросов. |
| 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 | Оценка ответов на часть зачетных вопросов. |
| 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 | Проверка некоторые программ. |
| 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 | Ответы на часть зачетных вопросов. |

| | | |
|----------------|---|--|
| | 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 | Оценка ответов на часть зачетных вопросов. |
| 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 | Проверка некоторые программ. |

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 экзамена (3 семестр).

Показатели и критерии оценивания экзамена и промежуточной аттестации:

– 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.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.