



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.

**ПРОГРАММА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И
ПОДГОТОВКИ НКР**

Направление подготовки
01.06.01 МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Направленность (профиль) 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	1, 2, 3, 4
Семестр	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

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

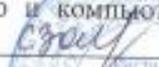
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель  И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

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

Рецензент:

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



Лист актуализации программы

Программа научно-исследовательской деятельности аспиранта 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

Программа научно-исследовательской деятельности аспиранта 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

Программа научно-исследовательской деятельности аспиранта пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

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

Программа научно-исследовательской деятельности аспиранта пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

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

1 Цели научно-исследовательской деятельности аспиранта

Целями научно-исследовательской работы аспиранта являются: формирование у выпускника комплекса компетенций, направленные на выполнение наукоемких высокотехнических задач оборонной промышленности, аэрокосмического комплекса, авиастроения, машиностроения. на проектирование и создания новых материалов. На работу в научно-исследовательских и аналитических центрах разного профиля в области фундаментальной и прикладной математики, механики, естественных наук. На возможность преподавать предметы в области математики, механики, информатики.

2 Место научно-исследовательской деятельности в структуре образовательной программы подготовки аспиранта

Для успешного проведения научно-исследовательской деятельности аспирант должен обладать знаниями, умениями и навыками, полученными на предыдущих этапах образования, в бакалавриате и магистратуре. Необходимо обращать внимание на наличие научного задела по теме выпускной квалификационной работы на этих уровнях.

Знания, умения и навыки аспирантов, полученные при выполнении научно-исследовательской деятельности, будут необходимы при дальнейшей подготовке к дисциплинам, практикам:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной НКР

Защита интеллектуальной собственности

Методология и информационные технологии в научных исследованиях

Дополнительные главы функционального анализа

Педагогика и психология высшей школы

Математическое моделирование

Обратные задачи спектрального анализа

Иностранный язык

Численные методы решения интегральных уравнений

Численные методы решения некорректно поставленных задач

Педагогическая практика

Решение прикладных задач в среде математического пакета Maple

Спецдисциплина

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

3 Компетенции, формируемые в результате выполнения научно-исследовательской деятельности и планируемые результаты

В результате выполнения научно-исследовательской деятельности у аспиранта должны быть сформированы следующие компетенции:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Умение 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

Знать	Знать основные 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
Уметь	Уметь разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики
Владеть	Владеть навыками разработки алгоритмов численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики.
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	Методы формализации и решения задач моделирования сложных систем и объектов управления; методы алгоритмизации сложных взаимосвязанных структур систем и объектов управления
Уметь	Уметь решать некоторые некорректно поставленные задачи
Владеть	Владеть навыками применения численных методов при решении прикладных 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 способность к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований
Уметь	Уметь преподавать некоторые дисциплины и руководить учебно-методической работой 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 и содержание научно-исследовательской деятельности аспиранта

Общая трудоемкость дисциплины составляет 186 зачетных единиц 6696 акад. часов.

Этап выполнения научно-исследовательской деятельности	Семестр	Трудоемкость, часы (ЗЕТ)	Формы контроля выполнения научно-исследовательской деятельности	Код компетенции
Ознакомление с предметной областью научных исследовательских работ по теме исследования	1	324	Обсуждение-беседа	
Обоснование и выбор темы научного исследования	1	36	обсуждение-беседа	
Планирование научно-исследовательской работы	1	72	индивидуальный план аспиранта	
Подготовка макетов научных статей: результаты анализа теоретических разработок в предметной области; структура и функции объекта исследования	1	144	публикация доклада	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	1	72	отчет научно-исследовательской работе	
Итого за семестр		648	зао	
Системный анализ объекта и предмета исследования	2	314	отчет научно-исследовательской работе	
Подготовка макетов научных статей: результаты системного анализа и декомпозиции объекта исследования; структура информационно-логической модели объекта исследования, концепции научного исследования	2	216	публикация научной статьи	
Подготовка презентаций к научному докладу по результатам системного анализа	2	108	доклад на семинаре	
Предварительная разработка математических моделей, которые составят основу ВКР	2	144	доклад на семинаре	ПК-2, ПК-3
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	2	72	отчет научно-исследовательской работе	
Подготовка к зачету	2	10	Зачет с оценкой	
Итого за семестр		854	зао	
Построение математических моделей, которые составят основу ВКР	3	144	отчет научно-исследовательской работе	ПК-1, ПК-2
Проверка построенных математических моделей на адекватность к исследуемым реальным процессам	3	144	отчет научно-исследовательской работе	ПК-1, ПК-2
Подготовка макетов научных статей: результаты специализированного эксперимента; математическое моделирование объекта исследования	3	260	публикация научной статьи	

Подготовка презентаций к научному докладу по результатам экспериментального исследования; описание математической модели объекта исследования	3	108	доклад на семинаре	
Подготовка доклада для участия в международной научной конференции	3	108	доклад на конференции	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	3	90	отчет научно-исследовательской работе	
Подготовка к зачету	3	10	Зачет с оценкой	
Итого за семестр		854	зао	
Написание программ, в математической среде Maple, позволяющие выполнять численные эксперименты	4	432	отчет научно-исследовательской работе	
Отладка программ	4	432	отчет научно-исследовательской работе	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	4	108	отчет научно-исследовательской работе	ПК-1
Итого за семестр		972	зао	
Подготовка рукописи ВКР (1 глава)	5	108	выпускная квалификационная работа	
Подготовка доклада для участия в международной конференции на иностранном языке	5	180	доклад на конференции	
Подготовка макета статьи в журналы, из перечня ВАК	5	180	публикация научной статьи	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	5	72	отчет научно-исследовательской работе	
Итого за семестр		540	зао	
Отладка программ, в математической среде Maple, позволяющие выполнять численные эксперименты	6	288	Отчет о проверке программного кода	
Подготовка документов на получение регистрации программы для ЭВМ	6	216	свидетельство о регистрации программы для ЭВМ	
Подготовка макета статьи в журнал, индексируемый в международных базах научного цитирования Web of Science и Scopus	6	180	публикация научной статьи	
Подготовка макета статьи в журналы, из перечня ВАК	6	216	публикация научной статьи	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	6	72	отчет научно-исследовательской работе	
Итого за семестр		972	зао	
Подготовка 2 и 3 главы рукописи ВКР	7	180	выпускная квалификационная работа	
Подготовка приложений к ВКР	7	144	доклад на семинаре	ПК-1
Подготовка в целом рукописи ВКР	7	144	доклад на семинаре	ПК-2, ПК-3

Подготовка макета статьи в журналы, из перечня ВАК	7	180	публикация научной статьи	
Подготовка макета статьи в журнал, индексируемый в международных базах научного цитирования Web of Science и Scopus	7	252	публикация научной статьи	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	0	72	отчет научно-исследовательской работе	0
Итого за семестр		972	зао	
Подготовка рукописи ВКР (4 глава)	8	288	выпускная квалификационная работа	
Подготовка макета статьи в журнал, индексируемый в международных базах научного цитирования Web of Science и Scopus	8	252	публикация научной статьи	
Подготовка отчета научно-исследовательской работе	0	72	отчет научно-исследовательской работе	0
Подготовка рукописи ВКР и автореферата	8	108	выпускная квалификационная работа	
Подготовка к публичной защите ВКР	8	144	защита ВКР	
Итого за семестр		864	зао	
Итого		6696		

5 Образовательные технологии

При выполнении научно-исследовательской деятельности внедряется реализация компетентностного подхода, которая предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Одной из основных активных форм обучения общепрофессиональным и универсальным компетенциям для образовательной программы аспирантуры является научный семинар кафедры, продолжающийся на регулярной основе. Обсуждение результатов НИД проводится с привлечением работодателей и ведущих исследователей, позволяющее оценить уровень приобретенных знаний, умений и сформированных компетенций обучающихся. Кроме того, в рамках научно-исследовательской деятельности могут быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

6 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение научно-исследовательской деятельности

а) Основная литература:

1. Подготовка и защита ВКР в корпоративной магистратуре : учебно-методическое пособие / В. И. Кабаров, Ю. Н. Матвеев, О. В. Махныткина, С. В. Рыбин. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2019. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136567> (дата обращения: 20.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Информационные технологии в менеджменте [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В.И. Карпузова, Э.Н. Скрипченко, К.В. Чернышева, Н.В. Карпузова. – 2-е издание, доп. – М. : Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2014. – 301 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=410374>. – Заглавие с экрана ISBN 978-5-9558-0315-9.

3. Симонов, В.П. Педагогика и психология высшей школы. Инновационный курс для подготовки магистров [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.П. Симонов. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 320 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=426849>- Загл. с экрана. - ISBN 978-5-9558-0336

б) Дополнительная литература:

1. Авдеенко, А. М. Научно-исследовательская работа студентов : учебное пособие / А. М. Авдеенко, А. В. Кудря, Э. А. Соколовская ; под редакцией А. В. Кудри. — Москва : МИСИС, 2008. — 78 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116943> (дата обращения: 20.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Базлова, Т. А. Выполнение курсовых научно-исследовательских работ : методические указания / Т. А. Базлова. — Москва : МИСИС, 2008. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116945> (дата обращения: 20.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Информационные системы [Электронный ресурс] : Учебное пособие / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. – 2-е изд. – М. : ИД Форум: НИЦ Инфра-М, 2014. – 448 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=435900>. – Заглавие с экрана ISBN 978-5-91134-833-5

в) Методические указания:

1. Научно-исследовательская работа магистра по направлению «Техносферная безопасность»: методические указания / О. М. Зиновьева, А. М. Меркулова, Т. И. Овчинникова, Н. А. Смирнова. — Москва: МИСИС, 2019. — 31 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129019> (дата обращения: 20.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Чмыхалова, С. В. Учебная научно-исследовательская работа: методические рекомендации / С. В. Чмыхалова. — Москва: МИСИС, 2015. — 25 с. — ISBN 978-5-87623-916-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116447> (дата обращения: 20.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Аппаратно - программный комплекс "Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях"	К-62-14 от 12.08.2014	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MS Office Access Prof 2010(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
МАХИМА	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 (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.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
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials	http://materials.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	http://zbmath.org/

8 Материально-техническое обеспечение научно-исследовательской деятельности

Материально-техническое обеспечение необходимое для выполнения научно-исследовательской деятельности:

Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» – Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области информатики и вычислительной математики;

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки, классы УИТ и АСУ;

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации – классы УИТ и АСУ;

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – Центр информационных технологий – ауд. 372.

Приложение 1

Примерные задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа аспирантов связана с написанием алгоритмов решения следующих задач:

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. Восстановить значения функций $p_j(x_j)$, $j = 1, 2$ заданных на ребрах двухреберном связанном ориентированном графе G_2 . Для этого рассмотреть следующую обратную спектральную задачу на графе

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

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

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

Вопросы для самостоятельного изучения элементов теории обратных спектральных задач:

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.

Вопросы для самостоятельного изучения основ вычислительной математики:

1. Приближенные числа
 - 1.1. Абсолютная и относительная погрешность.
 - 1.2. Десятичная запись приближенных чисел. Число верных знаков.
2. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений
 - 2.1. Отделение корней
 - 2.2. Метод половинного деления

- 2.3. Метод Ньютона
- 2.4. Метод итераций
- 2.5. Метод парабол
3. Алгебра матриц
 - 3.1. Действия с матрицами
 - 3.2. Плохо обусловленные матрицы
 - 3.3. Число обусловленности
4. Решение систем линейных уравнений
 - 4.1. Метод Гаусса
 - 4.2. Метод квадратных корней
 - 4.3. Метод Зейделя
 - 4.4. Метод релаксации
 - 4.5. Метод итераций
5. Нахождение собственных значений и собственных векторов матрицы
 - 5.1. Метод А.М. Данилевского
 - 5.2. Метод А.Н. Крылова
 - 5.3. Метод Леверрье
 - 5.4. Понятие о методе неопределенных коэффициентов
6. Интерполирование функций
 - 6.1. Первая интерполяционная формула Ньютона
 - 6.2. Вторая интерполяционная формула Ньютона
 - 6.3. Интерполяционная формула Лагранжа
 - 6.4. Сплайн интерполяция
7. Приближенное дифференцирование
 - 7.1. Формулы приближенного дифференцирования на основе первой интерполяционной формулы Ньютона
 - 7.2. Понятие о приближенном вычислении частных производных
8. Приближенное интегрирование функций
 - 8.1. Квадратурные формулы Ньютона - Котеса
 - 8.2. Формула трапеций
 - 8.3. Общая формула Симпсона
 - 8.4. Квадратурная формула Чебышева
 - 8.5. Квадратурная формула Гаусса
9. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений
 - 9.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора
 - 9.2. Методы Рунге – Кутты
 - 9.3. Методы контроля погрешности на шаге
 - 9.4. Конечно-разностные методы
 - 9.5. Метод неопределенных коэффициентов
10. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений
 - 10.1. Простейшие методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка
 - 10.2. Функция Грина сеточной краевой задачи
 - 10.3. Постановки краевых задач для систем уравнений первого порядка
 - 10.4. Нелинейные краевые задачи
11. Методы решений краевых и начально–краевых задач для уравнений в частных производных
 - 11.1. Основные понятия теории метода сеток
 - 11.2. Аппроксимация простейших гиперболических задач
 - 11.3. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения
 - 11.4. Разностные схемы для эллиптических уравнений

- 115.Решение параболических уравнений с несколькими пространственными переменными
- 11.6.Методы решения сеточных эллиптических уравнений
- 12.Численные методы решения интегральных уравнений
 - 12.1.Решение интегральных уравнений методом замены интеграла квадратурной суммой
 - 12.2.Решение интегральных уравнений методом замены ядра на вырожденное
 - 12.3.Интегральное уравнение Фредгольма первого рода

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Умение 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		
Знать	Знать основные 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	Ответы на вопросы: <ol style="list-style-type: none"> 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.
Уметь	Уметь разрабатывать алгоритмы численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики	<ol style="list-style-type: none"> 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 $\begin{cases} -\varphi''(x) = \lambda\varphi(x), \\ \varphi(0) = \varphi(l) = 0. \\ x \in [0, l]. \end{cases}$
Владеть	Владеть навыками разработки алгоритмов численного решения задач алгебры, анализа, дифференциальных и интегральных уравнений, математической физики, теории вероятностей и статистики.	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нахождение собственных значений и собственных векторов матрицы <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Метод А.М. Данилевского 1.2. Метод А.Н. Крылова 1.3. Метод Леверрье 1.4. Понятие о методе неопределенных коэффициентов 2. Интерполирование функций <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Первая интерполяционная формула Ньютона 2.2. Вторая интерполяционная формула Ньютона 2.3. Интерполяционная формула Лагранжа 2.4. Сплайн интерполяция 3. Приближенное дифференцирование <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Формулы приближенного дифференцирования на основе первой интерполяционной формулы Ньютона 3.2. Понятие о приближенном вычислении частных производных 4. Приближенное интегрирование функций <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Квадратурные формулы Ньютона - Котеса 4.2. Формула трапеций 4.3. Общая формула Симпсона 4.4. Квадратурная формула Чебышева 4.5. Квадратурная формула Гаусса
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

<p>Знать</p>	<p>Методы формализации и решения задач моделирования сложных систем и объектов управления; методы алгоритмизации сложных взаимосвязанных структур систем и объектов управления</p>	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Обратные спектральные задачи на геометрических графах. 2. Свойства спектральных характеристик. 3. Восстановление дифференциальных операторов на полуоси. 4. Восстановление дифференциальных операторов на конечном интервале. 5. Самосопряженный случай.
<p>Уметь</p>	<p>Уметь решать некоторые некорректно поставленные задачи</p>	<p>Уметь восстановить значения функций $p_j(x_j)$, $j = 1, 2$ заданных на ребрах двухреберном связанном ориентированном графе G_2. Для этого рассмотреть следующую обратную спектральную задачу на графе</p> $-y_j''(x_j) + p_j(x_j)y_j = \mu y_j(x_j),$ $x_j \in (0, l_j), \quad j = 1, 2,$ $d_1 y_1'(x_1) _{x_1=l_1} - d_2 y_2'(x_2) _{x_2=0} = 0,$ $d_1 y_1'(x_1) _{x_1=0} = d_2 y_2'(x_2) _{x_2=l_2} = 0,$ <p style="text-align: right;">(2)</p> $y_1(l_1) = y_2(0).$ <p>Здесь $l_j > 0$ - длина, а $d_j > 0$ - площадь поперечного сечения j - того ребра графа G_2.</p> <p>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</p> $-\varphi_j''(x_j) + p_j(x_j)\varphi_j = \lambda \varphi_j(x_j),$

		$x_j \in (0, l_j), \quad j = 1, 2,$ $d_1 \varphi'_1(x_1) \Big _{x_1=l_1} - d_2 \varphi'_2(x_2) \Big _{x_2=0} = 0,$ $d_1 \varphi'_1(x_1) \Big _{x_1=0} = d_2 \varphi'_2(x_2) \Big _{x_2=l_2} = 0,$ $\varphi_1(l_1) = \varphi_2(0).$
Владеть	Владеть навыками применения численных методов при решении прикладных задач	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приближенные числа <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Абсолютная и относительная погрешность. 1.2. Десятичная запись приближенных чисел. Число верных знаков. 2. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Отделение корней 2.2. Метод половинного деления 2.3. Метод Ньютона 2.4. Метод итераций 2.5. Метод парабол 3. Алгебра матриц <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Действия с матрицами 3.2. Плохо обусловленные матрицы 3.3. Число обусловленности 4. Решение систем линейных уравнений <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Метод Гаусса 4.2. Метод квадратных корней 4.3. Метод Зейделя 4.4. Метод релаксации 4.5. Метод итераций
К-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 способность к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных	<p>Ответы на вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Собственные значения и собственные функции. 2. Постановка обратных спектральных задач. Теоремы единственности. 3. Метод оператора преобразования. 4. Метод спектральных

	теоретических и экспериментальных исследований	отображений. 5. Метод эталонных моделей. 6. Устойчивость решения обратных спектральных задач.
Уметь	Уметь преподавать некоторые дисциплины и руководить учебно-методической работой в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований	<p>Уметь восстановить значения функций $p_j(x_j)$, $j=1,2$ заданных на ребрах двухреберном связанном ориентированном графе G_2. Для этого рассмотреть следующую обратную спектральную задачу на графе</p> $-y_j''(x_j) + p_j(x_j)y_j = \mu y_j(x_j),$ $x_j \in (0, l_j), \quad j=1,2,$ $d_1 y_1'(x_1) _{x_1=l_1} - d_2 y_2'(x_2) _{x_2=0} = 0,$ $d_1 y_1'(x_1) _{x_1=0} = d_2 y_2'(x_2) _{x_2=l_2} = 0,$ (2) $y_1(l_1) = y_2(0).$ <p>Здесь $l_j > 0$ - длина, а $d_j > 0$ - площадь поперечного сечения j - того ребра графа G_2.</p> <p>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</p> $-\varphi_j''(x_j) + p_j(x_j)\varphi_j = \lambda \varphi_j(x_j),$ $x_j \in (0, l_j), \quad j=1,2,$ $d_1 \varphi_1'(x_1) _{x_1=l_1} - d_2 \varphi_2'(x_2) _{x_2=0} = 0,$
Владеть	Владеть способностью к преподаванию дисциплин и учебно-методической работе в области профессиональной деятельности, в том числе на основе результатов проведенных	<p>Ответы на вопросы:</p> <p>1. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>1.1. Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора</p>

	теоретических и экспериментальных исследований	<p>1.2. Методы Рунге – Кутты</p> <p>1.3. Методы контроля погрешности на шаге</p> <p>1.4. Конечно-разностные методы</p> <p>1.5. Метод неопределенных коэффициентов</p> <p>2. Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>2.1. Простейшие методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка</p> <p>2.2. Функция Грина сеточной краевой задачи</p> <p>2.3. Постановки краевых задач для систем уравнений первого порядка</p> <p>3.4. Нелинейные краевые задачи</p> <p>3. Методы решений краевых и начально–краевых задач для уравнений в частных производных</p> <p>3.1. Основные понятия теории метода сеток</p> <p>3.2. Аппроксимация простейших гиперболических задач</p> <p>3.3. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения</p> <p>3.4. Разностные схемы для эллиптических уравнений</p>
--	--	---

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

По учебному плану в 1-8 семестрах за выполнения производственной-научно-исследовательской работы предусмотрены зачет с оценкой. По итогам промежуточной аттестации выставляются оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговой формой отчета магистра по итогам выполнения научно-исследовательской работы составляет отчет, который должен содержать:

- обзор научных публикаций по теме научного исследования;
- постановку научной проблемы, которая будет решена в магистерской диссертации;
- список библиографии по теме магистерской диссертации;
- тексты подготовленных к публикации статей, тезисов, докладов по теме диссертационного исследования;

Объем отчета без учета приложений – не менее 10 страниц печатного текста (формат бумаги А-4, шрифт 14, через 1,5 интервала).

Научный руководитель научно-исследовательской работы рассматривает отчет, проводит собеседование со студентом и оценивает результаты в форме зачета с оценкой.

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 поставленных задач.

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