

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический
университет имени М. Е. Евсевьева»

Физико-математический факультет
Кафедра математики и методики обучения математике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ**

Группа научных специальностей: 1.2. Компьютерные науки и информатика
Научная специальность: 1.2.2. Математическое моделирование, численные
методы и комплексы программ
Форма обучения: очная

Саранск

Рецензенты

1. Вельмисов П. А., доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»;

2. Щенникова Е. В., доктор физико-математических наук, профессор кафедры фундаментальной информатики ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева».

Разработчик: кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и методики обучения математике *Храмова Надежда Александровна*.

Программа утверждена на заседании кафедры математики и методики обучения математике, протокол №7 от «20» января 2022 г.

И.о. зав. кафедрой математики и
методики обучения математике
«20» января 2022 г.



Н. А. Храмова

1. Цели и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины:

- изучение основных современных задач математического моделирования, возникающих в различных областях, основанных на использовании аналитических методов построения математической модели и ее анализа.

Задачи изучения дисциплины:

Задачи дисциплины:

- решать задачи на математические основы построения моделей для различных областей науки;
- решать задачи, используя методы математического моделирования.
- сформировать понятие принципа и метода аналитического исследования математической модели;
- использовать информационные и компьютерные технологии для разработки методов моделирования.

В том числе воспитательные задачи:

- формирование мировоззрения и системы базовых ценностей личности;
- формирование основ профессиональной культуры обучающегося в условиях трансформации области профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Аналитические методы исследования математических моделей» (ФТД.В.1(Ф)) относится к факультативным дисциплинам Блока «Факультативы» учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Для изучения дисциплины требуются знания в следующих дисциплинах: математика, теория вероятностей и математическая статистика, имитационное моделирование систем, численные методы.

Дисциплина является дополнением для успешного овладения аспирантом знанием и способами научно-познавательной деятельности в предметной исследовательской области, прохождения производственной практики (педагогической), подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Аспирант, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

общепрофессиональными:

- владением методологией теоретических и исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

профессиональными:

- готовность использовать результаты своей научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области (ПК-2).

знать:

- методы математического моделирования (в соответствии с ОПК-1);
- понятие принципа и метода аналитического исследования математической модели (в соответствии с ПК-2);
- информационные и компьютерные технологии для разработки методов моделирования (в соответствии с ОПК-1).

уметь:

- разрабатывать новые методы моделирования объектов и явлений (в соответствии с ПК-2);
- строить модели сложных объектов и явлений на основе базовых моделей (в соответствии с ОПК-1);
- использовать аналитические методы исследования математических моделей (в соответствии с ПК-2).

владеть:

- навыками работы с базовыми математическими моделями естественно-научного содержания (в соответствии с ПК-2);
- опытом использования базовых алгоритмов различных математических методов для решения практических задач имитационного моделирования в различных областях (в соответствии с ПК-2);
- аналитическими методами исследования математического моделирования (в соответствии с ПК-2).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Трудоемкость изучения дисциплины	72/2
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	36/1
в том числе:	
лекции	18/0,5
практические занятия	18/0,5
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	36/1
в том числе:	
подготовка к практическим занятиям	18/ 0,5
подготовка к зачету	9/ 0,25
изучение тем, вынесенных на самостоятельную работу	9/ 0,25

5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекции	практические занятия	коллоквиумы	СР
1	2	3	4	5	6
1	Общие сведения о разработке математических моделей. Формирование моделей при различной степени детализации физических и технических параметров. Численные методы решения инженерных и научно-технических задач	10	10		18
2	Применение системы компьютерной математики MathCAD для моделирования процессов. Основы теории	8	8		18

	графов и сетевые модели				
Итого:		18	18		36

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание лекционного курса

Раздел 1. Общие сведения о разработке математических моделей. Формирование моделей при различной степени детализации физических и технических параметров. Численные методы решения инженерных и научно-технических задач (10 часов)

Тема 1. Общие сведения о разработке математических моделей (2 часа)

Классификация моделей, этапы разработки и принципы построения. Структура математической модели технического объекта. Требования, предъявляемые к моделям, и основные свойства моделей.

Тема 2. Формирование моделей при различной степени детализации физических и технических параметров (4 часа)

Уровни математического моделирования: макроуровень, микроуровень, мезоуровень. Использование фазовых переменных при моделировании на макроуровне и топологические уравнения. Примеры моделей объектов на каждом уровне моделирования. Методы Эйлера и Рунге-Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 3. Численные методы решения инженерных и научно-технических задач (4 часа)

Функциональное значение и математические основы решения задач интерполяции и аппроксимации. Исходные данные для решения задач, условия построения сплайнов и метод наименьших квадратов. Построение модели идентификации.

Раздел 2. Применение системы компьютерной математики MathCAD для моделирования процессов. Основы теории графов и сетевые модели (8 часов)

Тема 1. Применение системы компьютерной математики MathCAD для моделирования процессов (4 часа)

Функции решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, функции линейной интерполяции и интерполяции сплайнами, на примере MathCAD.

Тема 2. Основы теории графов и сетевые модели (4 часа)

Основные понятия граф, подграф, маршрут, цепь, цикл, хорды, ветви, дерево графа. Использование графов в форме сетевых моделей в конструкторском и технологическом проектировании, при решении организационно-экономических задач в машиностроении. Решение различных задач (по отраслям).

6.2. Содержание практических занятий

Раздел 1. Общие сведения о разработке математических моделей. Формирование моделей при различной степени детализации физических и технических параметров. Численные методы решения инженерных и научно-технических задач (10 часов)

Тема 1. Общие сведения о разработке математических моделей (2 часа)

Классификация моделей, этапы разработки и принципы построения. Структура математической модели технического объекта. Требования, предъявляемые к моделям, и основные свойства моделей.

Тема 2. Формирование моделей при различной степени детализации физических и технических параметров (4 часа)

Уровни математического моделирования: макроуровень, микроуровень, мезоуровень. Использование фазовых переменных при моделировании на макроуровне и топологические уравнения. Примеры моделей объектов на каждом уровне моделирования. Методы Эйлера и Рунге-Кутты решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 3. Численные методы решения инженерных и научно-технических задач (4 часа)

Функциональное значение и математические основы решения задач интерполяции и аппроксимации. Исходные данные для решения задач, условия построения сплайнов и метод наименьших квадратов. Построение модели идентификации.

Раздел 2. Применение системы компьютерной математики MathCAD для моделирования процессов. Основы теории графов и сетевые модели (8 часов)

Тема 1. Применение системы компьютерной математики MathCAD для моделирования процессов (4 часа)

Функции решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, функции линейной интерполяции и интерполяции сплайнами, на примере MathCAD.

Тема 2. Основы теории графов и сетевые модели (4 часа)

Основные понятия граф, подграф, маршрут, цепь, цикл, хорды, ветви, дерево графа. Использование графов в форме сетевых моделей в конструкторском и технологическом проектировании, при решении организационно-экономических задач в машиностроении. Решение различных задач (по отраслям).

6.3. Содержание самостоятельной работы аспиранта

Раздел 1. Общие сведения о разработке математических моделей. Формирование моделей при различной степени детализации физических и

технических параметров. Численные методы решения инженерных и научно-технических задач

1. Приближенные методы решения интегральных уравнений Фредгольма второго рода. Метод вырожденных ядер и метод механических квадратур.

2. Проекционные методы решения интегральных уравнений Фредгольма II-го рода: коллокации, наименьших квадратов, моментов, Галеркина. Приближенные методы решения уравнений Вольтерра.

3. Общая теорема о сходимости проекционных методов. Приближенные методы решения интегральных уравнений первого рода. Понятие о некорректно поставленных задачах и способах их решения.

Раздел 2. Применение системы компьютерной математики MathCAD для моделирования процессов. Основы теории графов и сетевые модели

1. Постановки задач. Разностные методы. Способы построения разностных схем. Аппроксимация разностной схемы. Устойчивость разностной схемы. Сходимость разностной схемы.

2. Связь аппроксимации и устойчивости со сходимостью. Разностные схемы для уравнений эллиптического типа. Решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона. Аппроксимация разностной схемы.

3. Принцип максимума. Устойчивость и сходимость разностной схемы. Вопросы численной реализации. Метод матричной прогонки. Правило Рунге.

4. Итерационные методы решения разностной схемы для эллиптических уравнений. Разностные схемы для уравнений параболического типа.

5. Решение задачи Коши. Построение разностных схем, проверка условий аппроксимации. Устойчивость и сходимость двухслойных разностных схем. Вопросы численной реализации. Постановки задач

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;
- конкретизировать для себя план изучения материала;
- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;
- регулярно выполняйте задания для самостоятельной работы, своевременно отчитывайтесь преподавателю об их выполнении;
- изучив весь материал, проверьте свой уровень усвоения содержания дисциплины и готовность к сдаче зачета/экзамена, выполнив задания и ответив самостоятельно на примерные вопросы для промежуточной аттестации.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;
- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного

преподавателем;

- выпишите в тетрадь основные понятия и категории по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к промежуточной аттестации;
- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на аудиторном занятии;
- повторите определения терминов, относящихся к теме;
- продумайте примеры и иллюстрации к обсуждению вопросов по изучаемой теме;
- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;
- продумывайте высказывания по темам, предложенным к аудиторным занятиям.

Рекомендации по работе с литературой:

- ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;
- составьте собственные аннотации к другим источникам, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к промежуточной аттестации;
- выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы;
- проработайте содержание источника, сформулируйте собственную точку зрения на проблему с опорой на полученную информацию.

8. Методические рекомендации по процедуре оценивания сформированности компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Устный ответ на зачете

При определении уровня достижений студентов на экзамене необходимо обращать особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах науки, изложен грамотным литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента;
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

При оценке достижений аспирантов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;

- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

Тесты

При определении уровня достижений аспирантов с помощью тестового контроля необходимо обращать особое внимание на следующее:

- оценивается полностью правильный ответ;
- преподавателем должна быть определена максимальная оценка за тест, включающий определенное количество вопросов;
- преподавателем может быть определена максимальная оценка за один вопрос теста;
- по вопросам, предусматривающим множественный выбор правильных ответов, оценка определяется исходя из максимальной оценки за один вопрос теста.

Письменная контрольная работа

Виды контрольных работ: аудиторные, домашние, текущие, экзаменационные, письменные, графические, практические, фронтальные, индивидуальные.

Система заданий письменных контрольных работ должна:

- выявлять знания студентов по определенной дисциплине (разделу дисциплины);
- выявлять понимание сущности изучаемых предметов и явлений, их закономерностей;
- выявлять умение самостоятельно делать выводы и обобщения;
- творчески использовать знания и навыки.

Требования к контрольной работе по тематическому содержанию соответствуют устному ответу.

Также контрольные работы могут включать перечень практических заданий.

Контекстная учебная задача, проблемная ситуация, ситуационная задача, кейсовое задание

При определении уровня достижений аспирантов при решении учебных практических задач необходимо обращать особое внимание на следующее:

- способность определять и принимать цели учебной задачи, самостоятельно и творчески планировать ее решение как в типичной, так и в нестандартной ситуации;
- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы и задания;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении учебных задач;

- грамотное использование основной и дополнительной литературы;
- умение использовать современные информационные технологии для решения учебных задач, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9. Образовательные технологии

Лекции и практические занятия являются ведущей формой организации учебной деятельности аспирантов по данной дисциплине. Выбор образовательных технологий и технологий сопровождения является прерогативой преподавателя. Приоритет в выборе образовательных технологий при реализации учебной дисциплины должен лежать в сфере образовательных технологий, разнообразие использования которых, способствует развитию профессиональной компетентности слушателей.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности заявленной в теме проблемы, анализ ее главных положений. Содержание лекций определяется учебной программой. Желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему программы и представляла собой логически законченную смысловую единицу.

Лекционные занятия необходимо строить на основе интерактивных технологий, позволяющих создать коммуникативную среду, расширить пространство сотрудничества на уровне «преподаватель – слушатель», «слушатель – слушатель», «преподаватель – автор», «слушатель – автор» в ходе постановки и решения учебно-познавательных задач. Целесообразно использовать следующие интерактивные формы проведения лекций: проблемная, диалоговая, лекция пресс-конференция, лекция-визуализация. На лекциях предполагается не только изложение учебного материала преподавателем, но и организация групповых дискуссий. Круг решаемых задач в процессе групповой дискуссии включает обмен информацией по значимым вопросам, поиск решения конкретных проблем, создание условий для самопознания.

Основной задачей практических занятий является формирование конкретных умений и способов деятельности слушателей. Практические занятия представляют собой групповое обсуждение учебной проблемы с целью изучения наиболее важных вопросов модуля. При организации практических занятий целесообразно использовать совокупность технологий, позволяющую повлиять на выражение активной позиции аспиранта: учебные дискуссии, групповая работа с использованием приемов технологии развития критического мышления для чтения и письма, «мозговая атака», проведение микроисследований, кейс-метод, организационно-деятельностные и организационно-мыслительные игры, групповые формы решения проблем, педагогические мастерские, решение профессиональных задач, приемы коллективной мыследеятельности, креативные техники, технология коллективно-распределенной деятельности, модерация, «открытая кафедра».

Применение интеракции позволяет максимально приблизить обучающую среду к условиям профессиональной деятельности, способствует оптимизации профессионального потенциала обучающихся, повышает степень их эмоциональной включенности в учебный процесс. Основой проведения практических занятий выступает метод постановки системы поисково-познавательных и исследовательских задач.

При проведении практических занятий особую роль играет технология тьюторского сопровождения. Это связано с тем, что аспиранты нуждаются в большей степени в оказании профессиональной помощи в освоении содержания программы, нежели в руководстве их образовательной деятельностью со стороны преподавателя.

Роль и место самостоятельной работы в процессе изучения учебной дисциплины определяются современными требованиями к организации данного вида деятельности и необходимостью повышения качества образования. Значимость самостоятельной работы аспирантов обуславливаются рядом научно-педагогических и организационно-методических требований. Во-первых, организация самостоятельной работы аспирантов способствует личностно ориентированной направленности профессиональной подготовки, превращению обучающегося в субъект учебно-познавательной и исследовательской деятельности, что обеспечивает развитие способности к самообучению и самообразованию. Во-вторых, именно самостоятельная работа придает в большей мере учебному процессу практико-ориентированный и проблемно-исследовательский характер, поскольку происходит более активное их вовлечение в самостоятельное решение целостной системы заданий, имеющих профессиональную (прикладную) направленность. В-третьих, самостоятельная работа аспиранта, являясь основной формой его мыслительной деятельности, обеспечивает профессионально-личностное саморазвитие.

При реализации программы используются следующие виды самостоятельной работы: работа с конспектом лекции (обработка текста); работа с учебниками и учебными пособиями; выполнение творческого (исследовательского) задания; подготовка к аттестации.

10. Организация текущего и промежуточного контроля знаний

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях и консультациях. Используются следующие формы текущего контроля: защита рефератов, тестирование, презентация творческих заданий и др. Форма промежуточной аттестации – экзамен (проводится в виде защиты реферата).

Примерная тематика рефератов

1. Метод последовательных приближений Пикара решения ОДУ.
2. Метод Коши - метод степенных рядов решения ОДУ.
3. Метод ломаных Эйлера приближенного решения ОДУ.
4. Численные методы решения ОДУ, основанные на приближениях интегралов по формулам прямоугольников или трапеций.

5. Метод Рунге-Кутты приближенного решения ОДУ - общий подход, определение порядка точности и метод 1-го.
6. Методы Рунге-Кутты порядка 2 - 4.
7. Сходимость и оценка погрешности одношаговых методов численного решения ОДУ.
8. Главный член погрешности одношаговых методов решения ОДУ и правило Рунге выбора оптимального шага.
9. Многошаговые методы решения ОДУ: экстраполяционный метод Адамса.
10. Многошаговые методы решения ОДУ: интерполяционный метод Адамса.
11. Алгоритмы численного решения задачи Коши для системы ОДУ и ОДУ высших порядков.
12. Разностный метод решения краевой задачи для линейного ОДУ 2-го порядка.
13. Классификация линейных ДУ в частных производных 2-го порядка и основные краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
14. Разностный (сеточный) метод решения краевой задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике.
15. Разностный (сеточный) метод решения уравнений параболического типа в полуплоскости.
16. Разностные методы решения уравнений гиперболического типа.
17. Метод полиномиальной коллокации решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.
18. Метод сплайн-коллокации решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.
19. Квадратурные методы решения интегральных уравнений.

Требования к реферату

Реферат по педагогической теории и практике профессионального образования должен показать исследовательский потенциал абитуриента, его подготовленность к выполнению научно-исследовательской программы аспирантуры.

Структура реферата включает в себя: титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список использованных источников.

Титульный лист должен содержать название вуза, кафедры, темы работы, фамилию и инициалы автора, название города, в котором находится вуз, год написания.

В *содержании* указываются основные разделы реферата (главы), а в необходимых случаях и подразделы (параграфы). Все пункты плана

сопровождаются указанием на соответствующие страницы работы.

Во *введении* дается краткая характеристика изучаемой проблемы, обосновывается ее актуальность, указывается цель и задачи реферативного исследования.

В *основной части* раскрывается суть проблемы, анализируются различные точки зрения на нее, высказывается собственная позиция автора реферата. Важно, чтобы весь материал был нацелен на раскрытие главных задач. Каждый раздел основной части должен открываться определенной задачей и заканчиваться краткими выводами.

Реферат должен содержать краткий обзор литературы (состояние вопроса) по предмету исследования, формулировку и обоснование проблемы: ее актуальность, фундаментальные и прикладные аспекты, степень разработанности.

В *заключении* подводятся итоги по всей работе, делаются обобщения и выводы по проведенному исследованию, отмечается то новое, что получено в результате работы над данной темой. Заключение по объему не должно превышать введение.

Список использованных источников включает только ту литературу, которая была использована в работе над темой. Список использованной литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТа 7.1-2003.

В текст реферата могут быть включены схемы, таблицы, рисунки, приложения.

Объем и технические требования, предъявляемые к выполнению реферата

Текст реферата набирается в текстовом редакторе Microsoft Word, рекомендуется использовать шрифт Time New Roman, размер шрифта - 14 пт. Поля страницы: левое - 3 см, правое - 1,5 см, верхнее - 2 см, нижнее - 2 см. Текст печатается через 1,5 интервала. Абзац – 1,25 см.

Каждая структурная часть реферата (введение, главная часть, заключение и т. д.) начинается с новой страницы. Расстояние между главой и следующей за ней текстом, а также между главой и параграфом составляет 1 интервала.

После заголовка, располагаемого посередине строки, не ставится точка. Не допускается подчеркивание заголовка и переносы в словах заголовка. Страницы реферата нумеруются в нарастающем порядке. Номера страниц ставятся внизу в середине листа.

Титульный лист реферата включается в общую нумерацию, но номер страницы на нем не проставляется.

Общий объем реферата не должен превышать 20-25 страниц.

Шкала оценивания собеседования на основе реферата

Реферат оценивается по 5-бальной шкале.

Количество баллов	Критерии оценивания
-------------------	---------------------

5	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты полностью и глубоко; в постановке проблемы присутствует новизна; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы продемонстрировано умение обобщать, аргументировать основные положения и выводы; присутствие основных «классических» литературных источников по проблеме; правильно оформлены ссылки на используемую литературу; продемонстрирована грамотность и культура изложения, культура оформления.
4	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; в постановке проблемы присутствует новизна; присутствие основных «классических» литературных источников по проблеме; правильно оформлены ссылки на используемую литературу; продемонстрирована грамотность и культура изложения, культура оформления
3	Содержание соответствует теме реферата, но основные понятия проблемы не раскрыты; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, небрежно оформлены ссылки на используемую литературу; отсутствует культура оформления.
2	Содержание не соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован с недочетами, основные понятия проблемы раскрыты не полностью; в постановке проблемы отсутствует самостоятельность; присутствие основных «классических» литературных источников по проблеме; правильно оформлены ссылки на используемую литературу; продемонстрирована культура оформления
1	Содержание не соответствует теме реферата, материал не систематизирован и не структурирован, основные понятия проблемы не раскрыты; в постановке проблемы нет самостоятельности; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; неправильно оформлены ссылки на используемую литературу; продемонстрировано отсутствие грамотности и культуры изложения, культуры оформления

Итоговый контроль

После освоения программы специальной дисциплины по научной специальности аспирант сдает кандидатский экзамен, который состоит из двух

частей: типовой программы-минимума по специальности, разработанной ведущими в соответствующей отрасли высшими учебными заведениями научными организациями и утвержденной Министерством образования Российской Федерации, и дополнительной программы, разработанной соответствующей кафедрой. Вопросы по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» входят в перечень вопросов для сдачи кандидатского экзамена по специальности.

Вопросы к зачету (ОПК-1, ПК-2)

1. Метод последовательных приближений Пикара решения ОДУ.
2. Метод Коши - метод степенных рядов решения ОДУ.
3. Метод ломаных Эйлера приближенного решения ОДУ.
4. Численные методы решения ОДУ, основанные на приближениях интегралов по формулам прямоугольников или трапеций.
5. Метод Рунге-Кутты приближенного решения ОДУ - общий подход, определение порядка точности и метод 1-го.
6. Методы Рунге-Кутты порядка 2 - 4.
7. Сходимость и оценка погрешности одношаговых методов численного решения ОДУ.
8. Главный член погрешности одношаговых методов решения ОДУ и правило Рунге выбора оптимального шага.
9. Многошаговые методы решения ОДУ: экстраполяционный метод Адамса.
10. Многошаговые методы решения ОДУ: интерполяционный метод Адамса.
11. Алгоритмы численного решения задачи Коши для системы ОДУ и ОДУ высших порядков.
12. Разностный метод решения краевой задачи для линейного ОДУ 2-го порядка.
13. Классификация линейных ДУ в частных производных 2-го порядка и основные краевые задачи для уравнений эллиптического типа.
14. Разностный (сеточный) метод решения краевой задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольнике.
15. Разностный (сеточный) метод решения уравнений параболического типа в полуплоскости.
16. Разностные методы решения уравнений гиперболического типа.
17. Метод полиномиальной коллокации решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.
18. Метод сплайн-коллокации решения интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода.
19. Квадратурные методы решения интегральных уравнений.

Критерии оценки

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень: знает и понимает теоретическое содержание дисциплины; творчески использует знания и владеет умениями и навыками решения исследовательских и педагогических задач.

Базовый уровень: знает и понимает теоретическое содержание; в достаточной степени сформированы умения применять на практике и переносить из одной научной области в другую теоретические знания; умения и навыки демонстрируются в учебной и практической деятельности; имеет навыки оценивания собственных достижений; умеет определять проблемы и потребности в конкретной области профессиональной деятельности.

Пороговый уровень: понимает теоретическое содержание; имеет представление о проблемах, процессах, явлениях; знаком с терминологией, сущностью, характеристиками изучаемых явлений; демонстрирует практические умения применения знаний в конкретных ситуациях профессиональной деятельности.

Уровень ниже порогового: имеются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, аспирант допускает многочисленные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Критерии оценки по дисциплине

Оценка	Показатели
Отлично (зачтено)	Аспирант самостоятельно и в полном объеме раскрывает теоретические и практические вопросы в соответствии с содержанием учебного материала по дисциплине. Владеет понятийным аппаратом дисциплины. Способен к применению знаний и умений, полученных в ходе изучения дисциплины, при решении практических задач.
Хорошо (зачтено)	Аспирант раскрывает основное содержания учебного материала. Приводит в основном правильные определения понятий дисциплины. Допускает в процессе изложения незначительные нарушения последовательности изложения, неточности при пользовании терминологии или при формулировании выводов и обобщений. Незначительные ошибки допускает при применении полученных знаний и умений в решении практических задач.
Удовлетворительно (зачтено)	Аспирантом усвоено основное содержание учебного материала на репродуктивном уровне, его изложение осуществляется фрагментарно и не всегда последовательно. Аспирант недостаточно использует во время ответа приобретенные в рамках изучения дисциплины знания и умения, затрудняется при формулировке выводов и обобщений. Допускает многочисленные ошибки и неточности при использовании научной терминологии и решении практических задач.
Неудовлетворительно (незачтено)	Аспирантом не раскрыто основное содержание учебного материала. Аспирант допустил многочисленные ошибки фактического характера, как в определении понятий, так и при решении практических задач.

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

11.1 Список литературы

а) основная литература

1. Данилов, Н. Н. Математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Н. Данилов. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 98 с. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.
2. Дзержинский, Р. И. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : курс лекций / Р. И. Дзержинский, В. А. Логинов. - М. : Альтаир : МГАВТ, 2015. - 67 с. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.
3. Аргатов, И. И. Введение в асимптотическое моделирование в механике [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.И. Аргатов. - СПб : Политехника, 2012. - 305 с. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.

б) дополнительная литература

1. Седов Л.И., Введение в механику сплошной среды, Физматгиз, Москва, 1962.
2. Бардзокас, Д. И. Математическое моделирование в задачах механики связанных полей. Введение в теорию термопьезоэлектричества / Д.И. Бардзокас. – М.: Наука, 2005.
3. Биркгоф Г., Гидродинамика, перев. с англ. ИЛ, 1954, 1963.
4. Бэтчелор Дж., Введение в динамику жидкости, перев. с англ., «Мир», Москва, 1973.
5. Вебстер А.Г. Механика материальных точек, твердых, упругих и жидких тел. Лекции по математической физике. Механика материальной точки и системы // А.Г. Вебстер. – М.: Наука, 2008.
6. Вебстер А.Г. Механика материальных точек, твердых, упругих и жидких тел. Лекции по математической физике. Механика сплошной среды // А.Г. Вебстер. – М.: Высш. шк., 2008.
7. Емельянов, В. М., Рыбакина Е. А. Уравнения математической физики / В. М. Емельянов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008.
8. Кочин Н. Е., Векторное исчисление и начала тензорного исчисления, Изд-во АН СССР, Москва, 1951.
9. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В., Теоретическая гидромеханика, тт. I и II, Физматгиз, Москва, 1963.
10. Ламб Г., Гидродинамика, перев. с англ., Гостехиздат, Москва, 1947.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика: Механика сплошных сред, ГИТТЛ, 1954; Электродинамика сплошных сред. т. 8, Физматгиз, 1959; Теория поля, т. 2, «Наука», 1967.
12. Френкель, Я. И. Курс теоретической механики на основе векторного и тензорного анализа / Я. И. Френкель, Академия, 2008.
13. Сокольников И.С., Тензорный анализ, теория и применение в геометрии и в механике сплошных сред, перев. с англ., «Наука», Москва, 1971.

11.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.edu.ru/news/> (Федеральный портал «Российское образование»)
2. <http://pedlib.ru> (Педагогическая библиотека)

11.2 Электронные библиотечные системы

1. Электронная библиотека МГПУ (МегоПро)

(<http://library.mordgpi.ru/MegaPro/Web>);

2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека Онлайн» (<https://biblio-online.ru/>);

3. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<https://biblio-online.ru/>).

12. Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого аспиранта к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

12.1 Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Windows 7 Pro

2. Microsoft Office Professional Plus 2010

3. 1С: Университет ПРОФ

12.2 Перечень информационных справочных систем

1. Информационно-справочная система «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки» <http://diss.rsl.ru>

2. Информационная справочная система «Справочно-правовая система «Консультант+»»: <http://www.consultant.ru>

3. Информационная справочная система «Интернет-версия справочно-правовой системы "Гарант"» (информационно-правовой портал "Гарант.ру"): <http://www.garant.ru>

12.3 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Международная реферативная база данных Scopus (<http://www.scopus.com/>)

2. Международная реферативная база данных Web of Science (<https://clarivate.com/products/web-of-science/>)

3. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn---8sblcdzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специальное помещение для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лаборатория вычислительной техники (№ 210).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Наборы демонстрационного оборудования: автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь), доска магнитно-маркерная Эконом, мультимедийный проектор.

Лабораторное оборудование: автоматизированное рабочее место (компьютеры – 10 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Помещение для самостоятельной работы (№ 101)

Читальный зал.

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и оснащено техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института (компьютер 10 шт., проектор с экраном 1 шт., многофункциональное устройство 1 шт., принтер 1 шт.)

Учебно-наглядные пособия:

Учебники и учебно-методические пособия, периодические издания, справочная литература

Стенды с тематическими выставками