

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

Физико-математический факультет
Кафедра математики и методики обучения математике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

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:

- сформировать у аспирантов профессиональные компетенции, необходимые для глубокого понимания теоретических основ математического моделирования и особенностей его применения;
- формирование представления об основных положениях, лежащих в основе численных методов, относящиеся к приближению функций, интегрированию, задачам алгебры и оптимизации, решению обыкновенных дифференциальных уравнений.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать основные понятия математического моделирования;
- развить и совершенствовать практические навыки решения задач, связанных с математическим моделированием в различных научных областях;
- способствовать усвоению методов математического моделирования и умению оперировать ими в разных ситуациях;
- обучить вопросам выбора методов и организации вычислений при решении большого числа однотипных задач;
- обучить методам решения задач, включающих обыкновенные дифференциальные уравнения, а именно, задач с начальными условиями;
- обучить решению задач, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных;
- рассмотреть основы метода конечных разностей и метода конечных элементов;
- способствовать выработке практических навыков решения уравнений с частными производными;
- представить в системе типы и виды уравнений с частными производными;
- обучить аналитическим методам решения основных уравнений математической физики.

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 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (2.1.1.3) относится к обязательным дисциплинам (2.1.1) Блока 2.1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 и 4 семестрах.

Для изучения дисциплины требуются знания основных разделов высшей математики и численных методов.

Дисциплина является необходимой 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:

профессиональными:

- владеть методами математического моделирования и численного анализа для решения практических задач (ПК-1);
- готовность использовать результаты своей научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области (ПК-2).

знать:

- основные понятия математического моделирования (в соответствии с ПК-1);
- основы метода конечных разностей и метода конечных элементов (в соответствии с ПК-1);
- методы математического моделирования (в соответствии с ПК-1);
- типы и виды уравнений с частными производными (в соответствии с ПК-1).

уметь:

- решать задачи, связанные с математическим моделированием в различных научных областях (в соответствии с ПК-1);
- решать задачи, включающие обыкновенные дифференциальные уравнения, а именно, задачи с начальными условиями (в соответствии с ПК-1);
- решать задачи, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных (в соответствии с ПК-1);

владеть:

- практическими навыками решения задач, связанных с математическим моделированием в различных научных областях (в соответствии с ПК-2);
- практическими навыками решения уравнений с частными производными (в соответствии с ПК-2).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Трудоемкость изучения дисциплины	216/6
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	144/4
в том числе:	
лекции	72/2
практические занятия	72/2
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	72/2
в том числе:	
подготовка к практическим занятиям	14/ 0,4
подготовка реферата	14/ 0,4
подготовка к экзамену	28/ 0,8
изучение тем, вынесенных на самостоятельную работу	16/ 0,4

5. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Название раздела дисциплины	Объем часов / зачетных единиц			
		лекци и	практическ ие занятия	коллокви умы	СР
1	2	3	4	5	6
1	Основные понятия математического моделирования	18	18		18
2	Численные методы и комплексы программ	18	18		18
3	Теория дифференциальных уравнений	18	18		18
4	Дифференциальные уравнения высших порядков	18	18		18
Итого:		72	72		72

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание лекционного курса

Раздел 1. Основные понятия математического моделирования (18 часов)

Тема 1. Основные понятия моделирования (2 часа)

Технологическая цепочка моделирования и ее взаимосвязи. Особенности и области применения математического, машинного и натурального моделирования.

Тема 2. Особенности и области применения математического моделирования (4 часа)

Основы теории подобия и верификации моделей. Технологическая цепочка моделирования. Основные этапы моделирования. Постановка задач и определение типа модели. Требования к моделям. Построение математической, алгоритмической, программной моделей и численного алгоритма. Обоснования корректности моделей.

Тема 3. Основные направления развития ЭВМ и их классификация (4 часа)

Перспективы развития ЭВМ. Периферийное оборудование ЭВМ и его использование. Особенности постановки и проведения машинных и полунатурных исследований моделей сложных систем на многопроцессорных и многомашинных вычислительных комплексах.

Тема 4. Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований (4 часа)

Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований. Требования, предъявляемые к ПО со стороны исследователей в период разработки программ. Динамика измерения затрат на разработку различных классов программ. Методы решения проблемы снижения трудоемкости разработки и сопровождения программ. Операционные системы: назначение, выполняемые функции.

Тема 5. Принципы управления сетью ЭВМ (2 часа)

Принципы управления сетью ЭВМ. Средства программирования, обеспечивающие управление обменом информацией с объектом исследования.

Тема 6. Базы данных (2 часа)

Базы данных. Принципы построения систем управления базами данных (СУБД). Организация диалогового процесса с СУБД при проведении научных исследований.

Раздел 2. Численные методы и комплексы программ (18 часов)

Тема 1. Прикладное программное обеспечение научных исследований (4 часа)

Прикладное программное обеспечение научных исследований. Формы представления комплексов прикладных программ: библиотека, пакет прикладных программ (ППП), диалоговая система. Примеры библиотек и ППП общематематического назначения. Процедурные и непроцедурные входные языки для записи заданий для расчетов с помощью ППП. Архитектура ППП и процесс обработки входного задания. Архитектура диалоговой системы, способы организации диалогового процесса исследования.

Тема 2. Технология разработки комплексов прикладных программ (4 часа)

Технология разработки комплексов прикладных программ. Структурное проектирование программ. Применение инструментальных средств разработки ППП и диалоговых систем. Программное обеспечение аналого-цифровых, графических дисплеев и средств машинной графики.

Тема 3. Численные методы линейной алгебры (2 часа)

Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса, метод прогонки, нормы векторов и матриц, метод простых итераций, метод Якоби, метод Зейделя. Численные методы решения задач на собственные значения и собственные векторы матриц: спектральные свойства матриц, метод вращений Якоби, степенной метод, QR-алгоритм нахождения собственных значений матрицы.

Тема 4. Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений (2 часа)

Решение нелинейных уравнений: метод половинного деления, метод Ньютона (метод касательных), метод простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона.

Тема 5. Теория приближения функций (4 часа)

Постановка задач приближения функций, задача интерполяции: интерполяционный полином Лагранжа, интерполяционный полином Ньютона, погрешность полиномиальной интерполяции, сплайн-интерполяция, тригонометрическая интерполяция. Метод наименьших квадратов. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций: метод Рунге, формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона, процедура Рунге оценки погрешности и уточнения формул численного интегрирования.

Тема 6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (2 часа)

Решение задачи Коши: методы Эйлера (явный), погрешность метода Эйлера, неявный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, неявный метод Эйлера-Коши, метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой, первый улучшенный метод Эйлера, методы Рунге-Кутты, дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом, метод Адамса, метод Адамса-Бэшфорта-Моултона. Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений: метод стрельбы, конечно-разностный метод.

Раздел 3. Теория дифференциальных уравнений (18 часов)

Тема 1. Численное решение дифференциальных уравнений с частными производными (4 часа)

Численное решение уравнений параболического, гиперболического и эллиптического типов: метод конечных разностей. Метод конечных разностей решения многомерных задач математической физики. Методы расщепления: метод переменных направлений, метод дробных шагов.

Тема 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения 1 порядка (4 часа)

Основные понятия. Различные формы записи дифференциальных уравнений первого порядка. Проверка правильности решения дифференциального уравнения первого порядка. Интегральные кривые и графики решений дифференциальных уравнений. Поле направлений и интегральные кривые. Общее решение дифференциального уравнения. Пример нарушения единственности решения задачи Коши.

Тема 3. Дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными (2 часа)

Уравнение с разделяющимися переменными. Общее решение. Уравнение с разделяющимися переменными. Решение задачи Коши. Уравнение с разделяющимися переменными, имеющее два семейства решений. Уравнение с разделяющимися переменными, имеющее несколько семейств решений.

Тема 4. Дифференциальные уравнения первого порядка в полных дифференциалах (2 часа)

Дифференциальные уравнения первого порядка в полных дифференциалах. Общий интеграл уравнения в полных дифференциалах. Решение задачи Коши для уравнения в полных дифференциалах.

Тема 5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка (2 часа)

Метод вариации произвольных постоянных. Общее решение линейного однородного уравнения первого порядка. Решение задачи Коши для линейного однородного уравнения первого порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения первого порядка. Решение задачи Коши для линейного неоднородного уравнения первого порядка.

Тема 6. Дифференциальные уравнения высших порядков (4 часа)

Основные понятия об уравнениях с частными производными. Замена независимых переменных в уравнениях второго порядка. Приведение к каноническому виду гиперболических уравнений. Приведение к каноническому виду параболических уравнений. Приведение к каноническому виду эллиптических уравнений.

Раздел 4. Дифференциальные уравнения высших порядков (18 часов)

Тема 1. Линейные дифференциальные уравнения (4 часа)

Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Фундаментальная система решений и общее решение для случая простых действительных корней. Фундаментальная система решений и общее решение для случая кратных действительных корней. Фундаментальная система решений и общее решение для случая простых комплексных корней. Мнимые корни. Фундаментальная система решений и общее решение для случая кратных комплексных корней. Решение задачи Коши.

Тема 2. Линейные однородные дифференциальные уравнения (2 часа)

Классификация уравнений второго порядка с n переменными. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с n переменными. Исключение в уравнениях младших производных.

Тема 3. Постановка задачи Коши (4 часа)

Постановка задачи Коши. Теорема Ковалевской. О корректной постановке задачи Коши. Задача Коши для гиперболического уравнения с условиями на характеристике. Пример Адамара некорректно поставленной задачи. Задача Коши для уравнения колебания струны. Решения задачи Коши методом интегральных преобразований.

Тема 4. Уравнения с частными производными n -порядка (2 часа)

Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Следствия.

Физическая интерпретация, существование и непрерывная зависимость решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.

Тема 5. Постановка смешанных краевых задач (4 часа)

Постановка смешанных краевых задач для уравнения колебания струны. Постановка смешанных краевых задач для уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных для решения смешанных краевых задач для уравнения колебания струны. Решение 1-ой смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Существование решения 1-ой смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности.

Тема 6. Гармонические функции (2 часа)

Гармонические функции. Первая и вторая формулы Грина. Интегральная формула Грина. Свойства гармонических функций. Принцип максимума для гармонических функций.

6.2. Содержание практических занятий

Раздел 1. Основные понятия математического моделирования (18 часов)

Тема 1. Основные понятия моделирования (2 часа)

Технологическая цепочка моделирования и ее взаимосвязи. Особенности и области применения математического, машинного и натурального моделирования.

Тема 2. Особенности и области применения математического моделирования (4 часа)

Основы теории подобия и верификации моделей. Технологическая цепочка моделирования. Основные этапы моделирования. Постановка задач и определение типа модели. Требования к моделям. Построение математической, алгоритмической, программной моделей и численного алгоритма. Обоснования корректности моделей.

Тема 3. Основные направления развития ЭВМ и их классификация (4 часа)

Перспективы развития ЭВМ. Периферийное оборудование ЭВМ и его использование. Особенности постановки и проведения машинных и полунатурных исследований моделей сложных систем на многопроцессорных и многомашинных вычислительных комплексах.

Тема 4. Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований (4 часа)

Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований. Требования, предъявляемые к ПО со стороны исследователей в период разработки программ. Динамика измерения затрат на разработку различных классов программ. Методы решения проблемы снижения трудоемкости разработки и сопровождения программ. Операционные системы: назначение, выполняемые функции.

Тема 5. Принципы управления сетью ЭВМ (2 часа)

Принципы управления сетью ЭВМ. Средства программирования, обеспечивающие управление обменом информацией с объектом исследования.

Тема 6. Базы данных (2 часа)

Базы данных. Принципы построения систем управления базами данных (СУБД). Организация диалогового процесса с СУБД при проведении научных исследований.

Раздел 2. Численные методы и комплексы программ (18 часов)

Тема 1. Прикладное программное обеспечение научных исследований (4 часа)

Прикладное программное обеспечение научных исследований. Формы представления комплексов прикладных программ: библиотека, пакет прикладных программ (ППП), диалоговая система. Примеры библиотек и ППП общематематического назначения. Процедурные и непроцедурные входные языки для записи заданий для расчетов с помощью ППП. Архитектура ППП и процесс обработки входного задания. Архитектура диалоговой системы, способы организации диалогового процесса исследования.

Тема 2. Технология разработки комплексов прикладных программ (4 часа)

Технология разработки комплексов прикладных программ. Структурное проектирование программ. Применение инструментальных средств разработки ППП и диалоговых систем. Программное обеспечение аналого-цифровых, графических дисплеев и средств машинной графики.

Тема 3. Численные методы линейной алгебры (2 часа)

Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: метод Гаусса, метод прогонки, нормы векторов и матриц, метод простых итераций, метод Якоби, метод Зейделя. Численные методы решения задач на собственные значения и собственные векторы матриц: спектральные свойства матриц, метод вращений Якоби, степенной метод, QR-алгоритм нахождения собственных значений матрицы.

Тема 4. Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных

уравнений (2 часа)

Решение нелинейных уравнений: метод половинного деления, метод Ньютона (метод касательных), метод простой итерации. Решение систем нелинейных уравнений: метод Ньютона.

Тема 5. Теория приближения функций (4 часа)

Постановка задач приближения функций, задача интерполяции: интерполяционный полином Лагранжа, интерполяционный полином Ньютона, погрешность полиномиальной интерполяции, сплайн-интерполяция, тригонометрическая интерполяция. Метод наименьших квадратов. Численное дифференцирование и численное интегрирование функций: метод Рунге, формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона, процедура Рунге оценки погрешности и уточнения формул численного интегрирования.

Тема 6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (2 часа)

Решение задачи Коши: методы Эйлера (явный), погрешность метода Эйлера, неявный метод Эйлера, метод Эйлера-Коши, неявный метод Эйлера-Коши, метод Эйлера-Коши с итерационной обработкой, первый улучшенный метод Эйлера, методы Рунге-Кутты, дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом, метод Адамса, метод Адамса-Бэшфортса-Моултона. Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений: метод стрельбы, конечно-разностный метод.

Раздел 3. Теория дифференциальных уравнений (18 часов)

Тема 1. Численное решение дифференциальных уравнений с частными производными (4 часа)

Численное решение уравнений параболического, гиперболического и эллиптического типов: метод конечных разностей. Метод конечных разностей решения многомерных задач математической физики. Методы расщепления: метод переменных направлений, метод дробных шагов.

Тема 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения 1 порядка (4 часа)

Основные понятия. Различные формы записи дифференциальных уравнений первого порядка. Проверка правильности решения дифференциального уравнения первого порядка. Интегральные кривые и графики решений дифференциальных уравнений. Поле направлений и интегральные кривые. Общее решение дифференциального уравнения. Пример нарушения единственности решения задачи Коши.

Тема 3. Дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными (2 часа)

Уравнение с разделяющимися переменными. Общее решение. Уравнение с разделяющимися переменными. Решение задачи Коши. Уравнение с

разделяющимися переменными, имеющее два семейства решений. Уравнение с разделяющимися переменными, имеющее несколько семейств решений.

Тема 4. Дифференциальные уравнения первого порядка в полных дифференциалах (2 часа)

Дифференциальные уравнения первого порядка в полных дифференциалах. Общий интеграл уравнения в полных дифференциалах. Решение задачи Коши для уравнения в полных дифференциалах.

Тема 5. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка (2 часа)

Метод вариации произвольных постоянных. Общее решение линейного однородного уравнения первого порядка. Решение задачи Коши для линейного однородного уравнения первого порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения первого порядка. Решение задачи Коши для линейного неоднородного уравнения первого порядка.

Тема 6. Дифференциальные уравнения высших порядков (4 часа)

Основные понятия об уравнениях с частными производными. Замена независимых переменных в уравнениях второго порядка. Приведение к каноническому виду гиперболических уравнений. Приведение к каноническому виду параболических уравнений. Приведение к каноническому виду эллиптических уравнений.

Раздел 4. Дифференциальные уравнения высших порядков (18 часов)

Тема 1. Линейные дифференциальные уравнения (4 часа)

Линейные однородные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами. Фундаментальная система решений и общее решение для случая простых действительных корней. Фундаментальная система решений и общее решение для случая кратных действительных корней. Фундаментальная система решений и общее решение для случая простых комплексных корней. Мнимые корни. Фундаментальная система решений и общее решение для случая кратных комплексных корней. Решение задачи Коши.

Тема 2. Линейные однородные дифференциальные уравнения (2 часа)

Классификация уравнений второго порядка с n переменными. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с n переменными. Исключение в уравнениях младших производных.

Тема 3. Постановка задачи Коши (4 часа)

Постановка задачи Коши. Теорема Ковалевской. О корректной постановке задачи Коши. Задача Коши для гиперболического уравнения с условиями на характеристике. Пример Адамара некорректно поставленной задачи. Задача Коши для уравнения колебания струны. Решения задачи Коши методом интегральных преобразований.

Тема 4. Уравнения с частными производными n-порядка (2 часа)

Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Следствия. Физическая интерпретация, существование и непрерывная зависимость решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.

Тема 5. Постановка смешанных краевых задач (4 часа)

Постановка смешанных краевых задач для уравнения колебания струны. Постановка смешанных краевых задач для уравнения теплопроводности. Метод разделения переменных для решения смешанных краевых задач для уравнения колебания струны. Решение 1-ой смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности методом разделения переменных. Существование решения 1-ой смешанной краевой задачи для уравнения теплопроводности.

Тема 6. Гармонические функции (2 часа)

Гармонические функции. Первая и вторая формулы Грина. Интегральная формула Грина. Свойства гармонических функций. Принцип максимума для гармонических функций.

6.3. Содержание самостоятельной работы аспиранта

Раздел 1. Основные понятия математического моделирования

1. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня.

2. Пакеты прикладных программ. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.

3. Классификация математических моделей. Универсальность математических моделей.

4. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей.

5. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

Раздел 2. Численные методы и комплексы программ

1. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов.

2. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа.

3. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации. Дисперсионный анализ (ANOVA). Множественная проверка

гипотез. Корреляционный анализ. Факторный анализ. Линейный регрессионный анализ.

4. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.

5. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа

Раздел 3. Теория дифференциальных уравнений

1. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.

2. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы.

3. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. Банаховы алгебры. Спектр. Спектр линейного оператора.

4. Классификация операторов. Функциональное исчисление. Спектральная теорема для ограниченных операторов. Свойства неограниченных операторов. Теорема Стоуна-Вейерштрасса. Пространство максимальных идеалов банаховой алгебры. Преобразование Гельфанда. Граница Шилова.

5. Топологические векторные пространства. Локально выпуклые пространства. Теоремы о неподвижной точке и их применения. Квазианалитические классы функций.

6. Сплайны. Аппроксимация сплайнами. Некорректные задачи. Регуляризация.

Раздел 4. Дифференциальные уравнения высших порядков

1. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

2. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением. Принцип открытости-закрытости в программной инженерии и объектноориентированное программирование. Диаграммы проектирования классов в объектно-ориентированном программировании.

3. Паттерны проектирования. Порождающие паттерны. Структурные паттерны. Поведенческие паттерны. Проектирование шаблонов арифметических выражений. Дискретные алгоритмы. Задачи дискретной оптимизации.

4. Задача о ранце. Метод динамического программирования. Структуры данных, организация обменов. Параллельная реализация. Теоретические подходы к созданию комплексов программ.

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 экзамена.

Устный ответ на экзамене

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. Интерполяционный полином Ньютона. Погрешность полиномиальной интерполяции.
2. Квадратурные формулы Гаусса-Кристоффеля.
3. Компьютерное моделирование производственных процессов.
4. Математическое моделирование в различных областях науки.
5. Математическое моделирование и численные методы в решении технических задач.
6. Метод имитационного моделирования процессов, его отличительные особенности, сущность, области и условия применения.
7. Метод статистического моделирования и его сущность.
8. Методы генерации случайных чисел, распределенных по равномерному закону.
9. Многошаговые методы: метод Адамса, метод прогноза и коррекции
10. Основные типы генераторов случайных чисел и методы их реализации на ЭВМ.
11. Понятие аналогии, критерии адекватности моделей, математическое подобие.
12. Проверка последовательности случайных чисел на случайность методом Хи-квадрат.
13. Типы задач по обработке числовых данных при моделировании.
14. Форма представления чисел в ЭВМ, вычислительная погрешность (абсолютная и относительная погрешность, погрешность округления), машинная реализация вычислений.

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 экзамену (ПК-1, ПК-2)

1. Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям.
2. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям математической физики.
3. Задачи вариационного исчисления.
4. Задачи линейного программирования.
5. Задачи выпуклого программирования.
6. Задачи оптимального управления.
7. Многокритериальная оптимизация.
8. Элементы теории игр и исследования операций.
9. Булевы функции.
10. Графы и сети.
11. Основные понятия теории кодирования.
12. Численные методы линейной алгебры.
13. Численные методы решения алгебраических уравнений.
14. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.
15. Интерполяция функций.
16. Аппроксимация функций.
17. Численное интегрирование.
18. Разностные операторы и уравнения.
19. Численные методы оптимизации.
20. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных

уравнений.

21. Численные методы решения задач математической физики.
22. Методы Монте-Карло.
23. Структуры данных – списки, стеки, деревья.
24. Основные принципы объектно-ориентированного программирования.
25. Способы представления знаний. Понятие о базе знаний, их использование в экспертных системах и системах логического вывода.
26. Алгоритмы сортировки и поиска.
27. Архитектура и типы вычислительных сетей.
28. Нечеткая логика. Мягкие вычисления. Основные свойства мягких систем.
29. Искусственные нейронные сети. Искусственный нейрон. Обучение искусственных нейронных сетей.
30. Языки программирования.
31. Базы данных и модели данных.
32. Унифицированный язык моделирования UML.
33. Протокол. Интерфейс. Уровни OSI.
34. Спектры аналоговых и дискретных сигналов. Связь между аналоговыми и дискретными сигналами. Инструментальный комплекс Matlab.
35. Среды передачи данных – проводочные и беспроводные. Методы защиты от ошибок при передаче данных.
36. Оконные функции. Z-преобразование. Свойства Z-преобразования. Решение разностных уравнений. Передаточная функция дискретной системы.
37. Алгоритмы дискретных фильтров. Структурные схемы дискретных фильтров. Фильтры с конечной и бесконечной импульсными характеристиками (КИХ и БИХ).
38. Персептроны. Области применения нейронных сетей.
39. Имитационное моделирование. Теория массового обслуживания.
40. Компьютерная арифметика: представление чисел в компьютере, алгоритмы выполнения основных арифметических операций, погрешности представления и компьютерных вычислений, ситуации при выполнении арифметических операций.
41. Правовые вопросы, связанные с компьютерами.
42. Методы защиты информации.

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. Вычислительные методы, алгоритмы и аппаратно-программный инструментарий параллельного моделирования природных процессов [Электронный ресурс] : научная монография / М. Г. Курносков, В. Г. Хорошевский, С. Н. Мамоиленко и др. ; под ред. В. Г. Хорошевский. - Новосибирск : Сибирское отделение Российской академии наук, 2012. - 355 с. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.

2. 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>.

3. Численные методы математической физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Вержбицкий. - М. : Директ-Медиа, 2013. - 212 с. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.

б) дополнительная литература

1. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов: учебное пособие для вузов / В.И. Аверченков, Ю.М. Казаков. - 2-е изд., стер. - М. : Флинта, 2011. - 229 с.

2. Адамар Ж. Задача Коши для линейных уравнений с частными производными гиперболического типа. М.: Наука, 1978

3. Балдин, К.В. Математическое программирование : учебник / К.В. Балдин, А.В. Рукосуев, Н.А. Брызгалов ; под ред. К.В. Балдин. - М. : Дашков и Ко, 2012. - 219 с.

4. Бахвалов Н.С. Численные методы (анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения) / Н. С. Бахвалов. – М.: Наука, 1975

5. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Т.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.

6. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - 7-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 636 с.

7. Берс Л., Джон Ф., Шехтер М. Уравнения с частными производными. М.: Мир, 1966

8. Бордовский, Г. А. Физические основы математического моделирования / Г. А. Бордовский. – М.: Академия, 2005.

9. Бурулько, Л. К., Паюк, Л.А. Математическое моделирование в электромеханике // Л. К. Бурулько, Л.А. Паюк. –М.: ТПУ, 2005

10. Вайнберг, А. М. Математическое моделирование процессов переноса. Решение нелинейных краевых задач / А. М. Вайнберг. – М.: Иерусалим, 2009.

11. Ващенко Г.В. Вычислительная математика. Основы алгебраической и тригонометрической интерполяции. Красноярск: СибГТУ, 2008

12. Ващенко, Г. В. Вычислительная математика. Основы конечных методов решения систем линейных алгебраических уравнений / Г. В. Ващенко. – Красноярск: СибГТУ, 2005.

13. Власова Б.А., Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Приближенные методы математической физики: Учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001

14. Ворожцов Е.В. Сборник задач по теории разностных схем (учебное пособие). Новосибирск: НГТУ, 2000

15. Горбузов В.Н. Интегралы дифференциальных систем. Гродно: ГрГУ, 2006

16. Грацинская, Г.В. Методология построения математических моделей и оценка параметров динамики экономических систем / Г.В. Грацинская, В.Ф. Пучков. - М. : Креативная экономика, 2011. - 240 с.

17. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения. М.: Наука, 1967
18. Демченко, М.С. Основы технологии имитационного моделирования / М.С. Демченко. - М. : Лаборатория книги, 2012. - 171 с.
19. Душин, В.К. Теоретические основы информационных процессов и систем : учебник / В.К. Душин. - 5-е изд. - М. : Дашков и Ко, 2014. - 348 с.
20. Заозерская, Л.А. Методы оптимизации. Линейное программирование : учебно-методическое пособие / Л.А. Заозерская, Т.В. Леванова, А.А. Романова. - Омск : Омский государственный университет, 2013. - 84 с.
21. Канторович Л.В., Крылов В.И. Приближенные методы высшего анализа (5-е изд.). М.-Л.: Физматлит, 1962 Кукуджанов В.Н. Численные методы в механике сплошных сред. Курс лекций. М.: МАТИ, 2006
22. Кафтанова Ю. В., Специальные функции математической физики // Ю. Ф. Кафтанова. – М.: Наука, 2009
23. Качала, В.В. Основы теории систем и системного анализа : учебное пособие для вузов / В.В. Качала. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 210 с. : ил. - библиогр.: с. 206.
24. Колмогоров, А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. - 7-е изд. - М. : Физматлит, 2012. - 573 с.
25. Кремлёв, А.Г. Методы оптимизации : учебное пособие / А.Г. Кремлёв. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 192 с.
26. Кукуджанов В.Н. Компьютерное моделирование деформирования, повреждаемости и разрушения неупругих материалов и конструкций / В. Н. Кукуджанов. – М.: МФТИ, 2008
27. Кукуджанов, В.Н. Численные методы в механике сплошных сред. Курс лекций. / В. Н. Кукуджанов. – М.: МАТИ, 2006
28. Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семенов А.Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. М.: Физматлит, 2001
29. Лисицин, Д.В. Устойчивые методы оценивания параметров статистических моделей : учебное пособие / Д.В. Лисицин. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 76 с.
30. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р.Ф. Маликов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2010. - 366 с.
31. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование : учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 116 с.
32. Миллер У. (мл.). Симметрия и разделение переменных. М.: Мир, 1981
33. Миранда К. Уравнения с частными производными эллиптического типа. М.: ИЛ, 1957

34. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. М.: Наука, 1976
35. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. М.: Высшая школа, 1977
36. Нагумо М. Лекции по современной теории уравнений в частных производных. М.: Мир, 1967
37. Низаметдинов, Ш.У. Анализ данных : учебное пособие / Ш.У. Низаметдинов, В.П. Румянцев. - М. : МИФИ, 2012. - 286 с.
38. Оганесян Л.А., Руховец Л.А. Вариационно-разностные методы решения эллиптических уравнений, Ереван: АН АрмССР, 1979
39. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред. М.: Мир, 1976
40. Окулов, С.М. Программирование в алгоритмах / С.М. Окулов. - 5-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 384 с.
41. Основы численных методов : учебник / . - М. : Директ-Медиа, 2013. - 847 с.
42. Островский А.М. Решение уравнений и систем уравнений. М.: ИЛ, 1963
43. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие / С.И. Павлов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 1. - 175 с.
44. Павлов, С.И. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие / С.И. Павлов. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. - Ч. 2. - 194 с.
45. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными (3-е изд.). М.: Наука, 1961
46. Пирковский, А.Ю. Спектральная теория и функциональные исчисления для линейных операторов / А.Ю. Пирковский. - М. : МЦНМО, 2010. - 176 с.
47. Программирование и основы алгоритмизации : учебное пособие / В.К. Зольников, П.Р. Машевич, В.И. Анциферова, Н.Н. Литвинов. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2011. - 341 с.
48. Рутисхаузер Г. Алгоритм частных и разностей. М.: ИЛ, 1960
49. Рыбина, Г.В. Технология построения динамических интеллектуальных систем / Г.В. Рыбина, С.С. Паронджанов. - М. : МИФИ, 2011. - 239 с.
50. Салмина, Н.Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н.Ю. Салмина. - Томск : Эль Контент, 2012. - 90 с.
51. Самарский А. А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры // А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
52. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. М.: Наука, 1971.
53. Судоплатов, С.В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник / С.В. Судоплатов, Е.В. Овчинникова. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2012. - 254 с.
54. Фаминский, А.В. Функциональные пространства эволюционного типа : учебное пособие / А.В. Фаминский. - М. : Российский университет дружбы народов, 2011. - 146 с.

55. Храмов, А.Е. Непрерывный вейвлетный анализ и его приложения / А.Е. Храмов, А.А. Короновский. - М. : Физматлит, 2003. - 174 с.

56. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения) : учебное пособие / . - М. : Директ-Медиа, 2013. - 400 с.

57. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения : учебное пособие / . - М. : Директ-Медиа, 2013. - 432 с.

58. Шкундин, С.З. Теория информационных процессов и систем : учебное пособие / С.З. Шкундин, В.Ш. Берикашвили. - М. : Горная книга, 2012. - 475 с.

11.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

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

2. <http://pedlib.ru> (Педагогическая библиотека)

11.3 Электронные библиотечные системы

1. Электронная библиотека МГПУ (МегаПро) (<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 WebofScience (<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/](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