

УТВЕРЖДЕНА

Приказом № 32

от « 02 » августа 2023 г.

Принята Ученым советом ИГиЛ СО РАН

Протокол № 8 от « 30 » июня 2023 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальной дисциплине

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки)

В основе настоящей программы лежит материал курсов “функциональный анализ”, “математическая физика”, “теория вероятностей”, “математическая статистика”, “численные методы”, “гидродинамика”, “газовая динамика”, “теория упругости и пластичности”.

Математические основы

1. Элементы теории функций и функционального анализа

Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

2. Теория вероятностей. Математическая статистика

Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.

Методы математического моделирования

3. Математические модели механики сплошных сред

Уравнения движения несжимаемой жидкости. Интегральные законы сохранения массы, импульса и момента импульса для жидкого и фиксированного объема. Уравнения Навье – Стокса. Уравнения Эйлера. Течения идеальной жидкости. Механика вязкой жидкости. Простейшие течения вязкой жидкости. Течение Пуазейля, течение Куэтта. Уравнение переноса энергии. Диссипация энергии в вязкой жидкости. Уравнения газовой динамики. Термодинамика. Политропный и нормальный газы. Обобщенные движения газа, движения с сильным разрывом. Классификация разрывов. Основные свойства

адиабаты Гюгонио. Теорема Цемплена. Условия на характеристиках. Слабые разрывы. Характеристики уравнений газовой динамики. Характеристическая форма системы уравнений одномерного движения. Изэнтропические течения с плоскими волнами, инварианты Римана. Простые волны, центрированные простые волны. Основные понятия теории упругости и пластичности.

4. Основные принципы математического моделирования, математические модели в научных исследованиях

Общие принципы построения математических моделей. Математические модели в биологии, экологии, экономике, в задачах поддержки принятия решений.

Компьютерные технологии

5. Численные методы анализа и линейной алгебры

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Сплайн-аппроксимация, интерполяция. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Вычислительные методы линейной алгебры: прямые методы, итерационные методы. Методы для плохо обусловленных матриц. Численное дифференцирование и интегрирование.

6. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных

Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Многошаговые и неявные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Конечноразностные методы. Разностные методы решения уравнений параболического типа. Разностные методы решения уравнений эллиптического типа. Разностные методы решения уравнений гиперболического типа. Критерий Куранта. Метод конечных объемов. Метод конечных элементов. Методы частиц. Спектральные методы решения уравнений в частных производных.

7. Вычислительный эксперимент

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

8. Алгоритмические языки

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Основная литература

1. А.Н. Колмогоров, С.В. Фомин. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
2. Ф.П. Васильев. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука. 1981.
3. А.А. Боровков. Теория вероятностей. М.: Наука. 1984.
4. А.А. Боровков. Математическая статистика. М.: Наука. 1984.
5. Н.Н. Калиткин. Численные методы. М.: Наука. 1978.
6. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. М.: ФИЗМАТЛИТ. 1997. – 316с.
7. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.
8. В.В. Лебедев. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ. 1997, – 224с.
9. А.А. Петров, И.Г. Пospelов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат. 1996. – 544с.
10. Ю.П. Пытьев. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2002. – 354с.

Дополнительная литература

11. А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. Методы решения некорректных задач. М.: Наука. 1979 – 286с.
12. Ю.П. Пытьев. Математические методы анализа эксперимента. М.: Высшая школа, 1989.
13. А.И. Чуличков. Математические модели нелинейной динамики. М.: ФИЗМАТГИЗ. 2000. – 294с.
14. В.Ф. Демьянов, В.Н. Малоземов. Введение в минимакс. М.: Наука. 1972.
15. П.С. Краснощеков, А.А. Петров. Принципы построения моделей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.
16. Е.С. Вентцель. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.

Разработала:

Старший научный сотрудник Лаборатории биомеханики и многомасштабной механики сложных сред, к.ф.- м.н. О.П. Стояновская