

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт нефтехимии и катализа  
Российской академии наук

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Института нефтехимии  
и катализа РАН член-корр. РАН  
\_\_\_\_\_ У.М. Джемилев  
(протокол заседания Ученого совета Института  
нефтехимии и катализа РАН  
№ \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.)

**ПРОГРАММА**  
**вступительного экзамена в аспирантуру**  
**по специальности 05.13.18-Математическое**  
**моделирование, численные методы и комплексы программ**

Программу составили:  
д.ф-м.н. проф Спивак С.И.  
к.ф-м.н. доц. Губайдуллин И.М.

Уфа-2011г

**Программа  
вступительного экзамена в аспирантуру  
по специальности**

05.13.18 «Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ»

Предел числовой последовательности. Свойства пределов, связанные с арифметическими операциями.

Числовые ряды. Критерий Коши. Признаки сходимости положительных рядов. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Лейбница, Дирихле, Абеля сходимости рядов. Определитель матрицы, его свойства.

Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Методы решения СЛАУ.

Ранг матрицы и методы вычисления ранга матрицы. Фундаментальная система решений однородных СЛАУ. Общее решение однородной СЛАУ. Экстремум функции одной переменной. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.

Интегрируемость (по Риману). Критерий Дарбу. Классы интегрируемых функций.

Понятие обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ). Задача Коши для ОДУ. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Интегральное преобразование Фурье, его свойства.

Общее решение линейного однородного уравнения конечного порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.

Вероятность и ее свойства. Примеры вероятностных пространств. Условная вероятность. Независимость событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Математическое ожидание. Моменты случайной величины. Дисперсия.

Марковский случайный процесс. Дискретное и непрерывное время. Уравнения Колмогорова. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.

Уравнение прямой на плоскости и в пространстве. Различные виды уравнений плоскости в пространстве.

Поверхность в пространстве. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.

Дифференцируемость функции комплексного переменного в точке. Аналитические функции. Условие Коши - Римана. Элементарные функции комплексного переменного и их производные.

#### Основная литература

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981.
3. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Наука, 1984.
4. Боровков А.А. Математическая статистика. М.: Наука, 1984.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Физматлит, 1997.

#### Дополнительная литература

1. Абдюшева С.Р., Лебедева С.Л., Спивак С.И., Шагапов И.А. Теория игр и исследование операций. Нефтекамск: РИЦ БашГУ, 2007.- 88 с
2. Вержбицкий В.М. «Численные методы. Математический анализ и ОДУ», М.: Высшая школа, 2001.
3. Рябенский В.С. «Введение в вычислительную математику», М.: Физматлит, 2000.
4. Лабораторный практикум «Основы вычислительной математики» М.: МЗ Пресс, 2003.

## **1. Математические основы**

*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.

*Экстремальные задачи. Выпуклый анализ.* Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимум. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

*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. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

## **2. Информационные технологии**

*Принятие решений.* Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

*Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.* Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

## **3. Компьютерные технологии**

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

*Вычислительный эксперимент.* Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

*Алгоритмические языки.* Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

#### **4. Методы математического моделирования**

*Основные принципы математического моделирования.* Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.

*Методы исследования математических моделей.* Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

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

Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

#### **Основная литература**

- Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.  
Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981.  
Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Наука, 1984.  
Боровков А.А. Математическая статистика. М.: Наука, 1984.  
Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978.  
Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Физматлит, 1997.  
Математическое моделирование / Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во МГУ, 1993.  
Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ, 1997.  
Петров А.А., Пospelов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996.  
Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: Физматлит, 2002.

#### **Дополнительная литература**

- Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.  
Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. М.: Высш. школа, 1989.  
Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2000.  
Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972.  
Краснощеков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: Изд-во МГУ, 1984.  
Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Сов. радио, 1972.