

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки ИНСТИТУТ ФИЗИКИ  
ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ Сибирского отделения Российской  
академии наук

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по профилю

**05.13.18 Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ**

Основная образовательная программа подготовки аспиранта по  
направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Томск 2015

## ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности **05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»** по физико-математическим и техническим наукам

### Введение

В основе настоящей программы лежит материал курсов: функциональный анализ, математическая физика, теория вероятностей, математическая статистика, численные методы.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по управлению, вычислительной технике и информатике при участии МГУ им. М.В. Ломоносова.

### 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 максимум. 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. Цели и методы планирования экспериментов. Математическая теория эксперимента: формулировка проблемы, классификация методов. Планирование регрессионных экспериментов. критерии оптимальности регрессионных планов. Планы 1-го и 2-го порядка. Последовательные методы планирования эксперимента. Планирования эксперимента при поиске оптимальных условий. Задачи и планирование эксперимента при исследовании динамических объемов.

### 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.

Информационные технологии научных исследований в сетевых многопользовательских системах. Глобальные вычислительные сети, распределенная обработка данных. механизмы, маршрутизация, шлюзы, коммуникация каналов, сообщений и Вычислительные сети, взаимодействие с международными сетями, служба электронной почты Сети Internet университетская компьютерная сеть Локальные вычислительные сети структура топология, программное обеспечение. Развитие вычислительных сетей для научных исследований.

### 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. Салайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных

элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др Численные методы вейвлет-анализа.

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

Вычислительный эксперимент современная методология и технология математического моделирования. Соотношение между физическим экспериментом и вычислительным экспериментом.

Понятие вычислительного эксперимента (ВЭ). Технологический цикл ВЭ и технологические этапы вычислительного эксперимента.

Современные информационно-вычислительные технологии и технология вычислительного эксперимента: взаимообусловленность, взаимосвязь, и взаимная дополняемость.

Связь между используемыми информационными технологиями и этапами вычислительного эксперимента.

Современные концепции проблемно-ориентированных информационно-вычислительных систем

*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.

Задача идентификации как задача построения математической модели "черного ящика". Обобщенная модель "черного ящика" Описание системы типа "вход-выход". Роль априорной информации. Математические модели внешних воздействий. Процедуры решения задач идентификации сбор данных, выбор множества моделей и наилучшей модели в этом множестве, критерий идентификации. Дискретизация. Проблемы некорректности задач идентификации. Понятие корректно и некорректно поставленной задачи. Построение регулирующих алгоритмов. Системы и модели идентификации. Линейные стационарные системы. Импульсные реакции, передаточные функции частотные формулы, спектры наблюдаемых сигналов, многомерные системы. Задачи моделирования систем. прогнозирование, управление, наблюдение. Модели линейных стационарных систем. Множество моделей структуры, идентифицируемость. Модели нелинейных и нестационарных систем. Нелинейные модели как линейные регрессии, нелинейные модели в пространстве состояний.

*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. Эргodicность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

#### **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.
7. Математическое моделирование / Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во МГУ, 1993.
8. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ, 1997.
9. Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А. Опыт математического моделирования экономики. М. Энергоатомиздат, 1996.
10. Пытьев Ю.П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: Физматлит, 2002.

### **Дополнительная литература**

1. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.
2. Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. М.: Высш. школа, 1989.
3. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: Физматлит, 2000.
4. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972.
5. Краснощекое П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. М.: Изд-во МГУ, 1984.