

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. КАНТА  
ИНСТИТУТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК И ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Директор института физико-  
математических наук и  
информационных технологий

\_\_\_\_\_ А.В.Юров  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

по образовательной программе высшего образования – программе подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: **09.06.01 – Информатика и вычислительная техника**

Направленность программы: **Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ**

Калининград  
2019

## Лист согласования

Составитель:

Д.Ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_ Кащенко Н.М.

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета ИФМНиИТ.  
Протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.201\_ г.

Председатель совета \_\_\_\_\_ А.А.Шпилевой

Программа одобрена Ученым советом ИФМНиИТ.  
Протокол № \_\_ от \_\_.\_\_.201\_ г.

Председатель Ученого совета ИФМНиИТ \_\_\_\_\_ А.В.Юров

Менеджер ООП ИФМНиИТ \_\_\_\_\_ Е.П.Новикова

Настоящая программа разработана для поступающих в аспирантуру на направление подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», направленность программы: «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам магистратуры 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», 02.04.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем».

Целью вступительного испытания является оценка базовых знаний поступающих в аспирантуру с точки зрения их достаточности для проведения научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника».

Вступительное испытание по специальной дисциплине направленности программы «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» направления подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника» проводится на русском языке по билетам в письменной форме, с последующей беседой по вопросам билета. Экзаменационный билет включает 2 вопроса из предлагаемого перечня.

## **Содержание программы**

### **Раздел 1. Математическое моделирование**

1. Основные виды научных исследований. Значение математики и вычислительной техники в научных исследованиях.
2. Определение «понятия модель». Функции моделей при проведении научных исследований. Особенности и области применения математического моделирования, вычислительного и натурального эксперимента.
3. 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 порядков. Последовательные методы планирования эксперимента. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Задачи и планирование эксперимента при исследовании динамических объектов.
4. Обоснование корректности моделей. Основы теории подобия и верификации моделей.
5. Основные этапы моделирования. Предварительное исследование моделируемого объекта. Постановка задачи и определение типа модели. Требования к модели. Построение математической, алгоритмической и программной модели исследуемой системы.
6. Научный, инженерный и промышленный эксперимент как средство построения или уточнения математической модели исследуемого объекта или явления. Типовая схема экспериментальных исследований и вычислительного эксперимента.
7. Элементарные математические модели.
8. Модели, построенные на фундаментальных законах природы (сохранение массы вещества, сохранение энергии, сохранение числа частиц).
9. Вариационные принципы построения моделей, общая схема принципа Гамильтона.
10. Примеры иерархии моделей механических систем.
11. Модели взаимоотношения в системе «хищник-жертва».
12. Примеры математических моделей в экологии. Эволюция экосистемы.
13. Универсальность математических моделей, принцип аналогий, электромеханические аналогии.

14. Исследование математических моделей (методы подобия, принцип максимума и теоремы сравнения, метод осреднения, дискретные модели).
15. Математическое моделирование сложных объектов.

## **Раздел 2. Численные методы**

1. Вероятность, условная вероятность, математическое ожидание. Схема Бернулли. Одномерные и многомерные распределения вероятностей. Центральная предельная теорема. Модели Марковских процессов. Генерация случайных чисел. Метод Монте-Карло. Примеры математических моделей, которые могут быть изучены этим методом. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин (дисперсия и математическое ожидание). Выборка и методы её представления. Неравенство Чебышева. Закон больших чисел.
2. Интерполяционные многочлены Ньютона, Лагранжа и Эрмита. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Точные методы. Итерационные методы (метод Зейделя, попеременно треугольный и др.), понятие многосеточных методов. Современные многосеточные методы.
3. Разностные методы решения уравнений математической физики. Явные и неявные схемы. Основные понятия (аппроксимация, сходимость, устойчивость). Теория устойчивости разностных уравнений Пуассона, теплопроводности, переноса и волнового уравнения. Метод прогонки.
4. Задача статистического оценивания параметров. Свойства статистических оценок. Методы статистического оценивания. Использование априорной информации (байесовый подход).
5. Статистическая проверка гипотез. Основные типы гипотез, проверяемых в ходе статистической обработки данных. Общая схема статистического критерия. Построение статистического критерия, принцип отношения правдоподобия. Характеристики качества статистического критерия. Последовательная схема принятия решения.
6. Функциональные ряды. Элементы теории функций нескольких переменных: предел, непрерывность, дифференцируемость. Кратный и повторный интегралы, вычисление площадей и объёмов.
7. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения и нормальной системы. Линейное уравнение  $n$ -го порядка. Построение общего решения линейного уравнения. Неоднородные линейные системы. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
8. Дифференциальные уравнения в частных производных. Классификация уравнений и их свойства. Уравнения эллиптического, параболического, гиперболического типов, системы уравнений гиперболического типа.
9. Теорема Кронекера-Капелли. Общее решение системы линейных уравнений. Собственные векторы и собственные числа матрицы.
10. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Точные методы. Итерационные методы (метод Зейделя, попеременно треугольный и др.). Понятие многосеточных методов. Современные многосеточные методы.

## **Раздел 3. Комплексы программ**

1. Основные функции, выполняемые программным обеспечением (ПО) научных исследований. Требования, предъявляемые к ПО со стороны исследований в период разработки программ. Динамика изменения затрат на разработку различных

- классов программ. Методы решения проблемы снижения трудоёмкости разработки и сопровождения программ.
2. Программное обеспечение информационных систем. Базы данных и их реализация. Основные модели, определяющие базу данных. Принципы построения систем управления базами данных (СУБД). Организация диалогового процесса с СУБД при проведении научных исследований.
  3. Прикладное программное обеспечение научных исследований. Формы представления комплексов прикладных программ: библиотека, пакет прикладных программ (ППП), диалоговая система. Примеры библиотек к 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 исследований.
  4. Технология разработки комплексов прикладных программ. Структурное проектирование программ. Применение инструментальных средств разработки ППП и диалоговых систем.
  5. Достоинства и недостатки использования проблемно-ориентированных языков моделирования. Факторы, влияющие на выбор языка. Пакеты и системы дискретного, непрерывного и дискретно-непрерывного моделирования.
  6. Основные характеристики и особенности массивов информации в научных исследованиях. Размерность, качественные и количественные признаки, способы представления, механизмы и модели порождения данных, общая схема и основные этапы анализа данных.
  7. Сравнительный анализ языков программирования высокого уровня (C++, Паскаль, Фортран).
  8. Принципы построения разностных схем газовой динамики.
  9. Объектно-ориентированное программирование. Структура программы, общие принципы проектирования программ.
  10. Операционные системы. Сравнение типов ядер операционных систем. Взаимодействие процессов, многозадачность, алгоритмы синхронизации.
  11. Параллельные вычисления. Системы с общей памятью, кластеры, распределённые вычислительные системы. Вычисления на GPU.
  12. CUDA, параллелизм данных и параллелизм задач.

### Критерии оценки уровня знаний

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по 100-бальной шкале.

**86-100 баллов** выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике. Экзаменуемый показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного материала, усвоил рекомендованную литературу; может объяснить взаимосвязь основных понятий; проявляет творческие способности в понимании и изложении материала.

**66-85 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Экзаменуемый показывает достаточный уровень

знаний в пределах основного материала; усвоил литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий при дополнительных вопросах экзаменатора. Допускает несущественные погрешности в ответах.

**50-65 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Экзаменуемый показывает знания основного материала в минимальном объеме, знаком с литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответах, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством экзаменатора.

**0-49 баллов** выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний. Экзаменуемый показывает пробелы в знаниях основного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки самостоятельно.

## Основная и дополнительная литература

### *Основная литература*

1. А.А. Самарский, А.В. Гулин. Численные методы. М.: Наука, 1989, 430 с.
2. Г.И. Марчук. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1989.
3. А.А. Дородницын. Информатика: предмет и задачи.// Кибернетика. Становление информатики. М.: Наука, 1996.
4. Л.И. Седов. Методы подобия и размерностей в механике. М.: Наука, 1981, 448 с.
5. А.А. Петров, И.Г. Поспелов, А.А. Шананин. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоиздат, 1996, 554 с.
6. А.П. Михайлов. Математическое моделирование распределения власти в иерархических структурах //Математическое моделирование. 1994, т.6, №6, 108-138.
7. В. П. Коробейников. Математическое моделирование катастрофических явлений природы. М.: Знания, 1986, 48 с.
8. О.М. Белоцерковский. Численное моделирование в механике сплошных сред. М.: Наука, 1994, 442с.
9. Б.Н. Четверушкин. Кинетически согласованные разностные схемы газовой динамики. М.: Наука, 1999.

### *Дополнительная литература*

11. П.П. Волосевич, Е.И. Леванов. Автомодельные решения задач газовой динамики с учетом теплопроводности. М.: Из-во МФТИ, 1996, 212с.
12. К.С. Латышев, В.И. Зенкин. Уравнения математической физики и математическое моделирование. Учебно-практическое пособие. Калининград. Из-во Калининградского государственного университета, 2003, 90 с.
13. Нечаев В.И. Элементы криптографии. Основы теории защиты информации. М.: «Высшая школа», 2000 г.
14. В.В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. Параллельные вычисления. Санкт-Петербург «БХВ - Петербург», 2002 г.
15. А.Д. Мышкин. Элементы теории математических моделей. М.: «Физико-математическая литература», ВО «Наука», 1994 г.
16. Д.Грис. Наука программирования. М.: Мир, 1984 г. 17-Бартенев О.В. У15иа1 РоПап: новые возможности. - М.: Диалог-МИФИ, 1999. -304с.

17. Штыков В.В. РОТКАМ & \УП\Г32 АР1: создание программного интерфейса для \Ушс1о\У5 средствами современного Фортрана. - М.: Диалог-МИФИ, 2001. - 304 с.
18. Бобровский С.И. Ое1рЫ 7. Учебный курс. - СПб.: Питер, 2003. - 736 с.
19. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения: Пер. с англ. - М.: Конкорд, 1992. - 519 с.
20. Серебряков В.А., Галочкин М.П., Гончар Д.Р., Фуругин М.Г. Теория и реализация языков программирования: Учебное пособие. - М.: МЗ-Пресс. 2003. - 345 с.