



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение**

**Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук**

Институт нефтехимии и катализа – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

**УТВЕРЖДАЮ**

И.Ф. Шаяхметов, заместитель руководителя УФИЦ  
РАН по научно-организационной работе

И.Ф. Шаяхметов

2023 г.



## **ПРОГРАММА**

вступительных испытаний по специальной дисциплине при приеме на обучение по программам аспирантуры – программам подготовки научных кадров в аспирантуре по научной специальности

### **1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

Программа вступительных испытаний  
одобрена на заседании Ученого совета ИНК УФИЦ РАН  
от «31» марта 2023 г. Протокол № 3

Уфа 2023

## **Общие указания**

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ предназначена для лиц, желающих проходить обучение в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении Уфимском федеральном исследовательском центре Российской академии наук.

В программе описываются порядок проведения вступительного испытания, критерии оценивания, приведен список вопросов программы.

## **Порядок проведения вступительных испытаний**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 100 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

## **Критерии оценивания**

Оценка поступающему выставляется в соответствии со следующими критериями.

### **Отлично (80-100 баллов)**

Поступающий в аспирантуру уверенно владеет материалом, приводит точные формулировки теорем и других утверждений, сопровождает их строгими и полными доказательствами, уверенно отвечает на дополнительные вопросы программы вступительного испытания.

### **Хорошо (60-79 баллов)**

Поступающий в аспирантуру владеет материалом, приводит точные формулировки теорем и других утверждений, сопровождает их доказательствами, в которых допускает отдельные неточности. Отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

### **Удовлетворительно (20-59 баллов)**

Поступающий в аспирантуру знаком с основным материалом программы, приводит формулировки теорем и других утверждений, но допускает некоторые неточности, сопровождает их доказательствами, в которых допускает погрешности, или описывает основную схему доказательств без указания деталей. Отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности.

### **Неудовлетворительно (менее 20 баллов)**

Поступающий в аспирантуру не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, не способен приводить формулировки теорем и других утверждений, не умеет доказывать теоремы и другие утверждения, не знает даже схемы доказательств. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

### **Список примерных экзаменационных вопросов**

1. Предел числовой последовательности. Свойства пределов, связанные с арифметическими операциями.
2. Вероятность и ее свойства. Примеры вероятностных пространств.
3. Общее решение линейного однородного уравнения конечного порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.
4. Условная вероятность. Независимость событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
5. Интегрируемость (по Риману). Критерий Дарбу. Классы интегрируемых функций.
6. Марковский случайный процесс. Дискретное и непрерывное время. Уравнения Колмогорова.
7. Экстремум функции одной переменной. Необходимое условие экстремума. Достаточные условия экстремума.
8. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера.
9. Различные виды уравнений плоскости в пространстве.
10. Числовые ряды. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Лейбница, Дирихле и Абеля сходимости рядов.
11. Определитель матрицы, его свойства.
12. Дифференцируемость функции комплексного переменного в точке. Аналитические функции. Условие Коши – Римана. Элементарные функции комплексного переменного и их производные.
13. Поверхность в пространстве. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
14. Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Методы решения СЛАУ.
15. Ранг матрицы и методы вычисления ранга матрицы. Фундаментальная система решений однородных систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Общее решение однородной СЛАУ.
16. Интегральное преобразование Фурье, его свойства.
17. Математическое ожидание. Моменты случайной величины.

Дисперсия.

18. Понятие обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ). Задача Коши для ОДУ. Теорема существования и единственности решения задачи Коши.

19. Числовые ряды. Критерий Коши. Признаки сходимости положительных рядов.

20. Уравнение прямой на плоскости и в пространстве.

21. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева.

22. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана —Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

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

24. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимум.

25. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

26. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость.

27. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов.

28. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.

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

30. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

31. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

32. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование.

33. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры.

34. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.

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

36. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель,

алгоритм, программа.

37. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

38. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.

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

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

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

42. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора.

43. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации.

44. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры.

### *Литература для подготовки*

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.

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

Программа вступительных испытаний в аспирантуру составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями и паспортом научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Программу вступительных испытаний по специальной дисциплине научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ разработали:

Д-р физ.-мат. наук, профессор Губайдуллин И.М.

Д-р физ.-мат. наук, доцент Коледина К.Ф.