

Программа вступительного испытания по специальности основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

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

Москва 2025

1. Область применения и нормативные ссылки

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований и регламентирована Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем безопасного развития атомной энергетики РАН.

2. Рекомендуемая структура вступительного испытания

1. Экзаменационные билеты из перечня вопросов, представленных в программе вступительного испытания.
2. Устные ответы на три вопроса из списка экзаменационных вопросов, с составлением письменного тезисного плана ответа по каждому вопросу. Время подготовки ответа – 60 минут.
3. Беседа с членами экзаменационной комиссии по этим вопросам и вопросам, связанным со специальностью и темой планируемого научного исследования.
4. Вступительные испытания проводятся на русском языке.

3. Цели вступительных испытаний

Выявление специальных знаний, полученных в процессе получения высшего образования в специалитете и(или) магистратуре, научного потенциала и объективной оценки способности лиц, поступающих в аспирантуру.

4. Критерии выставления оценок по результатам выполнения экзаменационных заданий по специальной дисциплине

Вступительные испытания по специальности оцениваются следующим образом:

Максимальное количество баллов за каждый вопрос экзаменационных билетов – 5 баллов (всего 3 вопроса) плюс максимальное количество баллов за собеседование по теме планируемого научного исследования – 5 баллов; общее максимальное количество за профильный экзамен – 20 баллов.

Минимальное количество баллов за каждый вопрос экзаменационных билетов для успешного прохождения испытания по специальности – 4 балла, минимальное количество баллов за собеседование по теме планируемого научного исследования – 4 балла, общее минимальное количество за профильный экзамен – 16 баллов.

5. Вопросы к экзамену

1. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Принципы построения математических моделей, методы анализа их адекватности и точности. Вычислительный эксперимент.
2. Динамические системы и их классификация (по типу задач). Методы исследования динамических систем.
3. Статистическое (имитационное) моделирование. Выборочные модели прикладной статистики: оценка параметров и проверка гипотез, корреляционные и дисперсионные регрессионные модели.
4. Задачи линейного и нелинейного программирования. Симплекс метод. Теоремы двойственности. Выпуклое программирование. Теорема Куна-Такера.
5. Ряды и последовательности функций. Равномерная сходимость и свойства сходящихся рядов. Степенные ряды (Тейлора и Маклорена) и разложение элементарных функций. Ряды Фурье.
6. Интерполяция и среднеквадратичное приближение (постановка задач). Интерполяция многочленами (Ньютона и Эрмита); оптимизация размещения узлов. Интерполяционные сплайны: граничные условия, естественные сплайны. Сглаживающие сплайны, метод наименьших квадратов. Оценки погрешности. Многомерная интерполяция.
7. Численное дифференцирование. Равномерные сетки и метод Рунге-Ричардсона. Квазиравномерные сетки. Быстропеременные функции. Некорректность дифференцирования и методы регуляризации процесса.

8. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Гаусса-Кристоффеля. Специальные методы (Филона и другие). Кратные интегралы (методы ячеек, последовательного интегрирования и Монте-Карло).
9. Методы решения линейных систем уравнений. Прямые и итерационные методы. Численные методы поиска собственных значений и векторов (прямые и итерационные).
10. Методы решения нелинейных уравнений и систем. Отделение корней многочлена. Метод Ньютона для систем. Поиск экстремумов функции многих переменных: методы покоординатного и градиентного спуска и сопряженных направлений.
11. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты и многошаговые методы для задачи Коши: специфика реализации и область применения. Неявные методы. Оценка погрешности метода и автоматический выбор шага интегрирования. Краевые задачи: постановка проблемы и простейшие методы (прогонки, стрельбы и Галеркина).
12. Методы интегрирования уравнений в частных производных. Постановка простейших задач. Сетки и шаблоны, аппроксимация и устойчивость, сходимости. Схемы для уравнений переноса, теплопроводности и волнового уравнения. Методы решения эллиптических уравнений.
13. Погрешности результатов численного решения задач, классификация и методы оценки. Задача наилучшего приближения. Интерполяция сплайнами.
14. Решение уравнений параболического типа. Явные и неявные разностные схемы.
15. Задачи о минимальном основном дереве. Задача о кратчайших путях. Алгоритм Дейкстера. Потоки в сетях. Теорема Феофора - Фалкерсона.
16. Динамическое программирование. Уравнение Беллмана.
17. Законы распределения и числовые характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

- ИЛЬИН В.А., ПОЗНЯК Э.Г. «Основы математического анализа» ТЛ,2.— М.: Наука, 1982
2. БАХВАЛОВ Н.С., ЖИДКОВ Н.П. КОБЕЛЬКОВ А.В. «Численные методы» — М.:Наука Москва 1989.
3. САМАРСКИЙ А.А., ГУЛИН А.В. «Численные методы» — М.: Наука, Москва 1989
4. БАХВАЛОВ Н.С. «Численные методы в задачах и упражнениях» — М.г Высшая школа, 2000.
5. МАЛИНЕЦКИЙ Г.Г., ПОТАПОВ А.Б. «Современные проблемы нелинейной динамики» —М.: Наука, Москва, 2000.
6. А.Н.ТИХОНОВ, В.Я. АРСЕНИН « Методы решения некорректных задач»— М.: Наука, 1979.
7. Л.Д. ЛАНДАУ, Е.М. ЛИФШИЦ «Гидродинамика» — М.: Наука , 1986.
8. Л.Г. ЛОЙЦЯНСКИЙ «Механика жидкости и газа» — М.: Наука, 1987.
9. ТИХОНОВ А.Н., САМАРСКИЙ А.А. «Уравнения математической физики» — М.: Наука, 1977
10. КАРМАНОВ В.Г. «Математическое программирование» — М.: Наука, 1980
11. КОРБУТ А.А., Финкельштейн Ю.Ю. «Дискретное программирование»— М.: Наука, 1969.

СОСТАВИТЕЛИ:

Капырин И.В. -кандидат физ.-мат. наук

Канаев А.А. - кандидат физ.-мат. наук

Глотов В.Ю. -кандидат физ.- мат. наук