

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)**

Отдел науки и инноваций

Аспирантура



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

С.А. Левков

« 20 » 12 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
В АСПИРАНТУРУ**

по специальной дисциплине  
Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ

Петропавловск-Камчатский,  
2023

Программа вступительных испытаний составлена в соответствии с научной специальностью 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Программа вступительных испытаний рассмотрена на заседании Научно-технического совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Протокол № 4 от «13» 12 2023 г.

Председатель НТС  
кандидат технических наук,



Н.С. Салтанова

Программа вступительных испытаний утверждена на заседании Ученого совета ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Протокол № 4 от «20» 12 2023 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний предназначена для абитуриентов, поступающих на обучение в аспирантуру по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров по научной специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Программа вступительных испытаний ориентирована на обязательный минимум знаний, соответствующих предыдущему уровню образования сходному направлению подготовки, с научной специальностью 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Программа вступительных испытаний проводится в форме устного экзамена.

Цель вступительного испытания - оценить уровень подготовки абитуриентов, поступающих в аспирантуру, для обеспечения конкурсного отбора.

## 2. СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Для проведения устного экзамена разрабатывается перечень вопросов к вступительным испытаниям, формируются экзаменационные билеты. В одном экзаменационном билете содержится три вопроса.

На вступительном испытании абитуриент, в процессе подготовки делает необходимые записи к своим ответам на экзаменационных листах. Время, выделяемое на подготовку 45-60 мин. Абитуриенту в процессе ответа на вопросы, представленные в экзаменационном билете, могут быть заданы уточняющие и дополнительные вопросы.

Результаты экзамена оцениваются по пятибалльной системе.

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### *Математическое моделирование*

Задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям. Уравнение естественного роста. Уравнение движения в среде с сопротивлением. Уравнение свободных и вынужденных гармонических колебаний. Нормальная форма системы дифференциальных уравнений. Основные задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.

Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям математической физики. Уравнения колебаний струны и мембраны. Уравнения теплопроводности и диффузии. Стационарное уравнение теплопроводности. Уравнения Максвелла. Классификация линейных уравнений второго порядка и основные задачи математической физики.

Задачи вариационного исчисления. Экстремумы функционалов. Экстремали. Уравнение Эйлера. Вариационные задачи с закрепленными и подвижными концами. Достаточные условия экстремума функционала.

Задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация и симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Двойственность в задачах линейного программирования. Транспортная задача.

Задачи выпуклого программирования. Выпуклые множества и оболочки в линейных пространствах. Симплексы, многогранники. Выпуклый анализ в математических моделях экономики.

Задачи оптимального управления. Управляемая система, ее состояния. Управления. Принцип максимума. Линейная задача быстрого действия. Дискретные динамические системы и управления. Метод динамического программирования.

Многокритериальная оптимизация. Постановка многокритериальной задачи, ее сведение к однокритериальной задаче. Оптимальность по Парето. Метод арбитражных решений. Многокритериальная задача как объект теории игр.

Элементы теории игр и исследования операций. Матричные, кооперативные и дифференциальные игры. Оптимальное планирование, сетевое планирование и управление, управление запасами, системы массового обслуживания.

Булевы функции. Булевы функции от одного, двух и многих аргументов. Совершенные дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы. Классы булевых функций. Полные и неполные системы функций, теорема Поста. Релейно-контактные схемы.

Графы и сети. Основные понятия теории графов. Пути в графах. Связные графы. Деревья. Планарные графы. Раскраска графов. Сети, их геометрическая реализация. Оценка числа сетей. Суперпозиция сетей. Потоки в сетях.

Основные понятия теории кодирования. Кодирование и декодирование. Двоичные коды. Критерий и алгоритмы распознавания однозначности декодирования. Избыточность кодирования, коды с минимальной избыточностью. Коррекция кода, самокорректирующиеся коды.

### ***Численные методы***

Численные методы линейной алгебры. Точные и итерационные методы решения линейных систем. Решение специальных классов линейных систем. Итерационные методы обращения матриц. Метод вращений решения полной проблемы собственных значений. Решение частной проблемы собственных значений.

Численные методы решения алгебраических уравнений. Метод Штурма отделения действительных корней. Методы разделенных разностей и

Лобачевского. Метод собственных значений. Метод Горнера нахождения действительных корней.

Численные методы решения нелинейных уравнений и систем. Итерационные методы решения уравнений и систем. Градиентные методы. Метод Ньютона. Теорема Канторовича. Метод Ньютона нахождения нулей аналитической функции.

Интерполяция функций. Постановка общей задачи интерполяции. Интерполяция многочленами. Интерполяционные формулы Лагранжа. Интерполяционные формулы для равноотстоящих узлов. Интерполяция с оптимальным выбором узлов. Интерполяция функций нескольких аргументов. Интерполяция рациональными дробями. Сплайн-интерполяция. Экстремальное Свойство сплайнов.

Аппроксимация функций. Аппроксимация в нормированном пространстве. Среднеквадратическая аппроксимация. Аппроксимация многочленами и ортогональными многочленами. Равномерная аппроксимация. Основные задачи численного гармонического анализа.

Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса и Гаусса. Погрешность квадратурных формул. Составные квадратурные формулы, их погрешности. Интегрирование сильно осциллирующих функций. Численное интегрирование в нерегулярных случаях.

Разностные операторы и уравнения. Конечные разности и разностные операторы. Численное дифференцирование функций одного аргумента, правило Рунге оценки погрешности. Обыкновенные разностные уравнения. Линейные обыкновенные разностные уравнения, системы обыкновенных разностных уравнений. Уравнения с частными разностями. Разностный оператор Лапласа, его спектр.

Численные методы оптимизации. Численные методы нахождения экстремумов функций. Численные методы решения задач вариационного исчисления и оптимального управления.

Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и Рунге-Кутта. Многошаговые методы решения задачи Коши. Метод Галеркина решения краевой задачи.

Численные методы решения задач математической физики. Многомерные разностные операторы. Сетки и сеточные функции двух аргументов. Аппроксимация краевых условий. Сходимость разностных схем. Численное решение интегральных уравнений.

Методы Монте-Карло. Случайные числа. Общий алгоритм разыгрывания дискретной случайной величины. Алгоритмы генерации псевдослучайных числовых последовательностей на ЭВМ. Методы суперпозиции и обратных функций. Вычисление интегралов, поиск экстремумов функций, решение систем линейных уравнений методом Монте-Карло.

## ***Информатика***

Алгоритмы, их свойства и формализация. Интуитивное понятие алгоритмической процедуры, свойства и виды алгоритмов. Машины Тьюринга. Рекурсивные функции. Анализ сложности алгоритмов.

Линейные информационные структуры. Типы линейных структур: стеки, деки, очереди. Представление линейных структур в памяти компьютера: массивы, связанные списки, циклические списки, двусвязные списки. Многомерные массивы, их представление в памяти компьютера. Основные операции с линейными структурами.

Нелинейные информационные структуры. Деревья, бинарные деревья. Обход бинарных деревьев. Представление деревьев в памяти компьютера. Основные операции с деревьями. Многосвязные структуры.

Алгоритмы сортировки и поиска. Сортировка данных путем вставок, обменная сортировка, сортировка посредством выбора, сортировка слиянием, сортировка распределением. Поиск в упорядоченной структуре, поиск по бинарному дереву. Случайные бинарные деревья поиска. Цифровой поиск.

Вычислительные сети. Сетевые топологии и протоколы. Сетевые операционные системы. Безопасность в компьютерных сетях. Параллельные и распределенные вычисления.

Машинная арифметика. Типы числовых данных. Представление целых чисел и чисел с плавающей точкой в памяти компьютера. Алгоритмы целочисленных вычислений. Вычисления с плавающей точкой однократной и удвоенной точности. Потеря значимости.

Операционные системы. Архитектуры операционных систем семейств Win32 и Unix. Адресация команд и данных. Управление ресурсами в многозадачных системах. Реализация многозадачности на однопроцессорных компьютерах. Примитивы взаимного исключения и синхронизации. Принципы функционирования стандартных периферийных устройств, драйверы. Организация файловых систем.

Языки программирования. Классификация языков программирования. Синтаксис и семантика, формальное описание. Типы данных. Операторы ветвления и циклические операторы. Указатели и массивы. Структурное и объектно-ориентированное программирование. Классы, наследование, полиморфизм.

Базы данных и модели данных. Структуризация и представление информации. Сетевая, иерархическая и реляционная модели данных. Поля и записи, типы данных. База данных как целостный объект. Принципы проектирования баз данных.

Управление базами данных. Команды СУБД, структура и типы команд. Индексация и поиск в базах данных. Интеграция баз данных, связывание записей. Нормализация данных. Разработка командных модулей.

Компьютерная графика. Математические основы компьютерной графики, геометрическое моделирование, кодирование видеoinформации, архитектура графических терминалов и рабочих станций.

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

1. Определение графа и сети.
2. Задача целочисленного программирования.
3. Задачи выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера.
4. Задача о максимальном потоке и алгоритм ее решения.
5. Линейное программирование.
6. Алгоритмические проблемы нахождения паретовского множества..
7. Выбор и принятие решения в условиях многокритериальности. Решающее правило.
8. Статистическое моделирование, факторный и дисперсионный анализ.
9. Экономико-математические модели.
10. Математические модели с распределенными параметрами.
11. Транспортная задача. Метод потенциалов.
12. Динамическое программирование. Принцип оптимальности.
13. Векторная оптимизация. Определение Паретовского оптимума.
14. Алгоритмы линейной свертки (АЛС). Определение разрешимости (неразрешимости) с помощью АЛС.
15. Полиномиально разрешенные экстремальные задачи на графах:
16. Действия с приближенными величинами. Классификация погрешностей. Способы оценки неустраняемых погрешностей, погрешностей округления, полной погрешности.
17. Теория интерполирования, общая постановка. Интерполяционный многочлен Лагранжа, остаточный член.
18. Метод наименьших квадратов для аппроксимации эмпирических зависимостей и его обобщения.
19. Разделённые разности и конечные разности. Интерполяционная формула Ньютона для неравных промежутков.
20. Итерационные способы отыскания собственных значений и собственных векторов матриц.
21. Численные методы решения алгебраических уравнений высших степеней и трансцендентных уравнений.
22. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений, метод Эйлера.
23. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
24. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования, получающиеся дифференцированием интерполяционных многочленов.

25. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод прогонки.
26. Методы решения систем уравнений: итерационный, Ньютона, скорейшего спуска.
27. Формулы численного интегрирования, получающиеся интегрированием интерполяционных многочленов. Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса. Сходимость квадратурных процессов.
28. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Необходимое и достаточное условие сходимости.
29. Интерполяционные формулы Гаусса, Стирлинга, Бесселя.
30. Сходимость интерполяционных процессов. Интерполирование с кратными узлами.
31. Итерационные методы решения трансцендентных уравнений.
32. Методы решения систем уравнений: итерационный, Ньютона, скорейшего спуска.
33. Разделённые разности и конечные разности. Интерполяционная формула Ньютона для неравных промежутков
34. Операционные системы. Классификация операционных систем. Файловая система. Утилиты. Работа в сети.
35. Библиотеки. Библиотека исходных программ. Библиотека макросов. Библиотека объектных модулей. Библиотека внешних модулей.
36. Тестирование и документирование программ. Тестирование и отладка. Синтаксические ошибки. Средства отладки.
37. Теория трансляторов. Типы трансляторов (компиляторы, интерпретаторы, ассемблеры).
38. Формальные языки: синтаксис и семантика, синтаксическое дерево, рекурсия.
39. Грамматический разбор: методы грамматического контроля, грамматический разбор сверху вниз, грамматический разбор снизу вверх, грамматики предшествования.
40. Лексический анализ: однородные символы, выделение лексического анализа, диаграмма состояний.
41. Топология сети. Программное обеспечение сети.
42. Системы управления базами данных. Организация данных. Сетевые и иерархические модели данных. Реляционные модели данных. Виды отношений (1:1, 1:M, M:M).
43. Системы управления базами данных. Базы данных в режиме клиент/сервер.
44. Проблемы защиты информации. Резервирование файлов Восстановление файлов. Ограничение доступа к информации.
45. Файловая система. Утилиты. Работа в сети.
46. Понятие о моделировании объектов.
47. Математическое и физическое моделирование.
48. Математическая модель. Основные определения.



49. Теоретический, эмпирический и комбинированный методы разработки ММ.
50. Достоинства и недостатки ММ как метода. Ситуации, в которых ММ является единственным методом познания (привести примеры).
51. Языки программирования, пригодные для разработки ММ
52. Понятие о моделировании объектов.
53. Математическая модель. Основные определения.
54. Теоретический, эмпирический и комбинированный методы разработки ММ.
55. Достоинства и недостатки ММ как метода. Ситуации, в которых ММ является единственным методом познания (привести примеры).
56. Теоретический, эмпирический и комбинированный методы разработки ММ.
57. Достоинства и недостатки ММ как метода. Ситуации, в которых ММ является единственным методом познания (привести примеры).
58. Математические пакеты прикладных программ (обзор).
59. Системы компьютерной алгебры.
60. Универсальные системы компьютерной математики (обзор).

## **5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

### ***Основная литература:***

1. Окулов С.М. Программирование в алгоритмах. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. – 341 с.
2. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 2007. – 343 с.

### ***Дополнительная литература:***

1. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2004. – 440 с.
2. Калиниченко Л.А., Рывкин В.М. Машины баз данных и знаний. – М.: Наука, 1990.
3. Керниган Б.В., Ритчи Д.М. Язык программирования СИ. – М.: Финансы и статистика, 1992.
4. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания. – Казань: Казанский университет, 2011. – 200 с.
5. Ревунков Г.И., Самохвалов Э.Н., Чистов В.В. Базы и банки данных и знаний. – М.: Высшая школа, 1992.
6. Семененко М.Г. Введение в математическое моделирование. – М.: Солон-Р, 2002. – 112 с.