

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Северский технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СТИ НИЯУ МИФИ)

Программа вступительного испытания
по научной специальности
1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ»

Форма обучения
очная

Общие положения

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание по научной специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» проводится в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы. Билет состоит из 3 вопросов: 2 вопроса отражают направление программы аспирантуры, 1 вопрос формулируется на основе предполагаемой темы научно-квалификационной работы (диссертации).

Выявление факта пользования мобильным телефоном или шпаргалками ведет к безусловному удалению абитуриента с экзамена и составлению соответствующего протокола. Абитуриент из конкурса выбывает.

Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе – 60 баллов.

Критерии оценки результатов испытания:

100-90 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

89-80 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

79-70 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

69-60 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

59-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

Вопросы для подготовки к вступительному испытанию

I. Математические основы информатики

1. Основы теории множеств и бинарных отношений. Множества конечные и бесконечные. Операции над множествами. Декартово произведение.

2. Свойства бинарных отношений. Отношения эквивалентности. Частично-упорядоченные бинарные отношения. Экстремальные характеристики упорядоченных множеств.

3. Основы теории конечных полей. Поля Галуа вида $GF(p)$, p - простое число. Поля Галуа вида (2^n) , n - натуральное. Вычисления в конечных полях.

4. Математическая логика. Основные законы математической логики.

5. Булева алгебра. Логика высказываний. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций. Понятие полной системы. Критерий полноты Поста. Минимизация булевых функций в классах нормальных форм.

6. Исчисление предикатов первого порядка. Понятие интерпретации. Выполнимость и общезначимость формулы первого порядка.

7. Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Фактор множества. Отношения частичного порядка.

8. Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений. Примеры применения.

9. Основы теории графов: определение графа, цепи, циклы, пути, контуры. Матрица смежности графа. Матрица инцидентий дуг и ребер графов. Способы представления графов. Деревья. Связные и сильно связные графы.

10. Пути Эйлера и циклы. Алгоритм построения циклов Эйлера. Гамильтоновы пути и циклы.

11. Понятие алгоритма и его уточнения: машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова, рекурсивные функции. Эквивалентность данных формальных моделей алгоритмов.

12. Понятие об алгоритмической неразрешимости. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем.

13. Понятие сложности алгоритмов. Классы P и NP . Полиномиальная сводимость задач. Примеры NP -полных задач, подходы к их решению. Точные и приближенные комбинаторные алгоритмы.

14. Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях (поиск в глубину и ширину, о минимальном остове, о кратчайшем пути, о назначениях).

15. Подходы к проектированию алгоритмов: «разделяй и властвуй», динамическое программирование, жадная стратегия.

16. Аксиоматическое определение теории вероятности. Понятие вероятностного пространства и случайной величины. Проверка статистических

гипотез. Анализ статистических взаимосвязей. Основы многомерного статистического анализа.

17. Статистическое описание и примеры случайных временных рядов. Стационарные временные ряды. Чисто разрывные случайные процессы.

18. Классические методы оптимизации, нелинейное программирование. Условная и безусловная оптимизация. Одномерный поиск. Многомерные задачи нелинейного программирования.

19. Динамическое программирование. Многокритериальные задачи оптимизации, решения Парето. Задачи линейного программирования. Транспортная задача.

II. Компьютерные технологии обработки информации

1. Основные виды программного обеспечения. Программные продукты и сервисы. Архитектура программных систем.

2. Технологии проектирования программных систем.

3. Принципы разработки человеко-машинного интерфейса.

4. Тестирование программного обеспечения.

5. Модели представления данных, архитектура и основные функции СУБД.

6. Реляционный подход к организации БД. Базисные средства манипулирования реляционными данными. Методы проектирования реляционных баз данных.

7. Языки программирования в СУБД, их классификация и особенности. Стандартный язык баз данных SQL.

8. Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Проблемы стандартизации. Сетевая модель OSI. Модели взаимодействия компьютеров в сети.

9. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы. Ключевые аспекты WWW-технологии.

10. Адресация в сети Internet. Методы и средства поиска информации в Internet, информационно-поисковые системы.

III. Языки и системы программирования

1. Массивы: одномерные, двумерные, многомерные. Размещение в оперативной памяти, сравнение со связанными списками. Вставка элементов, поиск, удаление (для одномерных массивов), оценка алгоритмической сложности.

2. Списки: линейные, кольцевые, двусвязные. Размещение в оперативной памяти, сравнение с массивами.

3. Очереди, стеки, деки. Операции вставки, поиска, удаления; оценка алгоритмической сложности.

4. Бинарное дерево. Сбалансированное бинарное дерево. Обходы дерева, алгоритм. Прошитые деревья. В-деревья: определение и сравнение с бинарными деревьями.

5. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML.

6. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML Язык XML. Схема XML-документа.

7. Веб-программирование. Веб-сервисы.

IV. Дополнительные вопросы для подготовки к вступительному испытанию

1. Нормальная система ОДУ, задача Коши.

2. Нормальная система линейных ОДУ. Метод вариации постоянных. Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка.

3. Структура решения линейной однородной системы ОДУ с постоянными коэффициентами. Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами.

4. Теоремы существования и единственности решений задачи Коши для системы ОДУ. Понятие о непродолжаемых решениях.

5. Зависимость решения задачи Коши для системы ОДУ от параметров и начальных условий.

6. Приближенные методы решения задачи Коши для ОДУ.

7. Понятие устойчивости решения нормальной системы ОДУ. Устойчивость тривиального решения линейной однородной системы ОДУ с постоянными коэффициентами. Теоремы Ляпунова об устойчивости.

8. Уравнения с частными производными первого порядка, решение задачи Коши для квазилинейного уравнения. Линейное однородное уравнение с частными производными первого порядка и первые интегралы динамических систем.

9. Основные уравнения математической физики. Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с двумя и многими независимыми переменными.

10. Постановка краевых задач и задачи Коши для уравнения параболического типа. Корректно и некорректно поставленные задачи.

11. Решение краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типов методом Фурье.

12. Основные понятия теории разностных схем. Простейшие разностные операторы. Явные схемы, неявные схемы, двухслойные схемы, трехслойные схемы.

13. Сходимость, аппроксимация. Устойчивость разностной схемы. Условно устойчивые и абсолютно устойчивые схемы.

14. Необходимое условие устойчивости по начальным данным задачи Коши для двухслойных эволюционных разностных схем (признак фон Неймана).

15. Явные и неявные разностные схемы. Решение краевых задач методом прогонки.

16. Методы расщепления и метод переменных направлений.

17. Понятие о нелинейной математической модели. Примеры математических моделей.

18. Простейшие решения уравнения Кортевега – де Вриза. Модифицированное уравнение Кортевега – де Вриза.

19. Нелинейное уравнение Шредингера. Простейшие решения нелинейного уравнения Шредингера в переменных бегущей волны.

20. Интегрируемые и неинтегрируемые нелинейные математические модели.

Литература

1. **Коваленко А.В.** Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2 / Коваленко А.В., Узденова А.М., Уртенев М.Х., Никоненко В.В. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 228 с.

2. **Вентцель Е.С.** Исследование операций: задачи, принципы, методология: учебное пособие / 3-е изд., стер. – Москва: Дрофа, 2004. – 208 с.

3. **Васильев Ф.П.** Методы оптимизации: Учебник и практикум для вузов / Васильев Ф.П., Потапов М.М., Будаков Б.А., Артемьева Л.А. ; под ред. Васильева Ф.П. – Москва: Юрайт, 2021. – 375 с.

4. **Волк В.К.** Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование / 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 244 с.

5. **Радыгин В.Ю.** Базы данных: основы, проектирование, разработка информационных систем, проекты: курс лекций: учебное пособие / Радыгин В.Ю., Куприянов Д.Ю. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2020. – 244 с.

6. **Яблонский С.В.** Введение в дискретную математику: учебное пособие. – Москва: Наука, 1979. – 272 с.

7. **Тихомирова А.Н.** Теория алгоритмов: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 176 с.

8. **Кудряшов Н.А.** Методы нелинейной математической физики: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 352 с.

9. **Рыков С.П.** Основы научных исследований: учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 132 с.

Разработчик:

И.о. зав. кафедрой Физики, д.ф.-м.н., проф. М.Д. Носков