

**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