

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(НИЯУ МИФИ)**

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

Форма обучения  
Очная

**Москва, 2023**

## 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 объема 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:

Билет для собеседования включает в себя два общих вопроса, один специализированный и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

**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

<b>Вопрос № 1,2 (общий)</b>	<b>0-40 баллов</b>	<p>40-35 баллов - дан исчерпывающий и обоснованный ответ на вопрос, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>34-30 баллов - дан полный, достаточно глубокий и обоснованный ответ на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>29-25 баллов - даны обоснованные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.</p> <p>24-20 баллов - даны в целом правильные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.</p> <p>19-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала,</p>
-----------------------------	--------------------	---

		поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.
<b>Вопрос № 3</b> <b>(специализированный)</b>	<b>0-20 баллов</b>	<p>20-18 баллов - дан исчерпывающий и обоснованный ответ на вопрос, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>17-15 баллов - дан полный, достаточно глубокий и обоснованный ответ на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>14-12 баллов - даны обоснованные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.</p> <p>11-10 баллов - даны в целом правильные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.</p> <p>9-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.</p>

# Общие 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.

## **Специализированные 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.

## Список рекомендованной литературы

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.
4. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002.
5. Базы данных: Уч. для высших и средних специальных заведений / Под ред. А.Д. Хомоненко. СПб.: Корона принт-2000, 2000.
6. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Наука, 2001.
7. Тихомирова А.Н. Теория алгоритмов: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008. 176 с.
8. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. М.: Наука, 2000.
9. Оптимизация. Алгоритмы и сложность. Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
10. А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский. Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления. М.: Наука, 1986.
11. Л.Э. Эльсгольц. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Книга по Требованию, 2012.
12. Горюнов А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах в 2 т. М.: Физматлит, 2015.
13. Кудряшов Н. А. Методы нелинейной математической физики. М.: Интеллект, 2010.