

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**

**1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение»**

Форма обучения  
Очная

**Москва, 2023**

## Общие положения

### Форма проведения испытания:

Вступительное испытание по научной специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение» 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 и один специализированный вопрос.

**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, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.</p>
-----------------------------	--------------------	--

<p><b>Вопрос № 3</b> (специализированный)</p>	<p><b>0-20 баллов</b></p>	<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. Общие математические вопросы**

1. Формализованные и неформализованные задачи. Типовые задачи принятия решений. Особенности неформализованных (плохо формализуемых) задач принятия решений. Системы принятия решений. Системы поддержки принятия решений.
2. Задача эвристического поиска в пространстве состояний (формальная постановка). Решение задачи эвристического поиска в пространстве состояний (определение, основные подходы, способы сокращения поискового пространства, эвристики). Эвристические алгоритмы и критерии их оценки.
3. Общая характеристика и особенности классических алгоритмов поиска. Индуктивный алгоритм построения деревьев решений (TDIDT). Последовательное покрытие (AQ-алгоритм). Оценка обучающих алгоритмов. Машинное обучение в языке исчисления предикатов первого порядка (обучение в языке клауз Хорна, алгоритм FOIL).
4. Формальные языки и формальные системы. Язык исчисления предикатов первого порядка. Основные понятия исчисления предикатов первого порядка. Формальные системы. Алгебраические системы. Интерпретация. Выполняемость и истинность.
5. Основы математической (бинарной) логики. Основные положения логики высказываний (базовые определения и понятия, логические операции). Основные положения логики предикатов (базовые определения и понятия).
6. Логический вывод на основе алгебры логики. Доказательство истинности в логике высказываний на основе алгебры логики, принцип резолюции. Доказательство истинности предикатов на основании алгебры логики предикатов, принцип резолюции.
7. Логический вывод на основе исчисления высказываний и исчисления предикатов. Основные положения и особенности используемых методов. Проблемы в исчислении высказываний и исчислении предикатов.

8. Основы теории неопределенности (НЕ-факторы). Основные понятия и определения, классификация НЕ-факторов. Неопределенность. Неточность. Нечеткость, Неполнота, Недоопределенность. Способы формализации отдельных видов НЕ-факторов.
9. Нечеткая логика и приближенные рассуждения. Основные понятия теории нечетких множеств. Нечеткие отношения и операции над ними. Понятие нечеткой и лингвистической переменных. Нечеткие числа и операции над ними. Нечеткие алгоритмы.
10. Темпоральные логики (основные понятия, определения, классификации). Логика Аллена. Модифицированная логика Аллена. Логика ветвящегося времени. Логика управления во времени. Логики пространства и времени.
11. Дескриптивная логика (элементы). Основные понятия. База знаний в дескриптивной логике. Рассуждения в дескриптивной логике. Общая характеристика семейства языков дескриптивных логик. Правила вывода в дескриптивной логике с конкретным доменом.
12. Достоверные и правдоподобные рассуждения. Общая характеристика основных процедур рассуждений: дедуктивное рассуждение, индуктивные рассуждения, рассуждения на основе прецедентов, рассуждения на основе аргументации.
13. Автоматизация дедуктивных рассуждений: поиск доказательств теорем методом резолюций. Индуктивные рассуждения: немонотонные рассуждения (немонотонные логики), ДСМ-метод индуктивного вывода. Аргументационные рассуждения.
14. Автоматизация рассуждений на основе прецедентов. Классификация метрик на множестве прецедентов. Согласование, предпочтения, глобальная релевантность, адаптация прецедентов. Темпоральные прецеденты.
15. Методы интеллектуального планирования. Общая постановка задачи. Особенности классических подходов к решению задачи планирования: планирование как поиск доказательства теорем (система QA3), планирование в пространстве состояний (STRIPS-планирование), поиск в пространстве планов (SNLP-алгоритм).
16. Планирование как задача удовлетворения ограничений: постановка задачи, синтез планов на основе техники прямого распространения ограничений. Планирование на основе прецедентов: общая схема метода планирования на основе прецедентов, методы адаптации прецедентов.
17. Мягкие вычисления (вычислительный интеллект). Общая характеристика составных частей мягких вычислений: нечеткая логика, нейрокомпьютинг, генетические вычисления, вероятностные вычисления. Сравнение с традиционными вычислениями.
18. Искусственные нейронные сети и их обучение: основные термины и понятия. Нейронные сети обратного распространения. Нейронные сети встречного распространения. Нейронные сети с обратными связями. Нейронные сети – трансформеры. Генеративные сети GAN (особенности и области применения).
19. Генетические алгоритмы. Основные определения, понятия, структура и особенности, инспирированные природными системами. Генетические операторы и их классификация. Теоретико-множественные операции над популяциями и хромосомами. Простой генетический алгоритм. Основные гипотезы генетических алгоритмов.
20. Семиотические аспекты понимания текстов на естественном языке (ЕЯ). Треугольник Фреге и знаковая система. Основы построения лингвистических моделей ЕЯ и отдельных подязыков. Формальные основы и классические методы обработки ЕЯ-текстов (анализ и интерпретация). Статистические и нейросетевые подходы к обработке ЕЯ.

## **II. Общие вопросы по научной специальности**

1. Искусственный интеллект (ИИ) как междисциплинарная область научных исследований: изначальное разделение ИИ на два независимых направления - символный ИИ или кибернетика «черного ящика» (классический подход на основе знаний) и нейрокибернетика (статистический подход на основе машинного обучения и больших данных). Анализ основных этапов развития парадигм ИИ. Объяснимый ИИ.

2. Особенности восприятия человеком окружающего мира: предметная и проблемная области, источники знаний. Моделирование понятийной структуры предметной области: простые и сложные понятия, способы рассуждения на понятиях. Моделирование процессов решения интеллектуальных задач. Системы, основанные на знаниях (СОЗ), или экспертные системы как базовый результат применения методов символического ИИ.
3. Модель проблемной области и база знаний. Сравнение знаний и данных. Особенности представления знаний в статических и динамических проблемных областях. Применение формальных языков и формальных систем при описании способов представления знаний в интеллектуальных системах. Уровни представления знаний.
4. Общая классификация моделей представления знаний. Логические модели: дедуктивные, индуктивные, псевдофизические логики. Системы, основанные на правилах, или продукционные системы (формальные основы СОЗ). Машина вывода. Стратегии управления. Разрешение конфликтного множества правил.
5. Сетевые модели: сценарии и семантические сети для представления знаний. Простые и расширенные семантические сети. Неоднородные семантические сети. Сетевые модели: фреймы для представления знаний. Системы фреймов. Объектно-ориентированные модели как упрощенные версии фреймов.
6. Гибридные модели. Графы знаний: основные понятия. Когнитивные карты: основные понятия. НЕ-факторы знаний и особенности моделирования НЕ-факторов в интеллектуальных системах (неопределенность, неточность, нечеткость, недоопределенность, неполнота).
7. Представление темпоральных знаний и особенности построения темпоральных баз знаний в динамических проблемных областях. Темпоральные логики и темпоральный вывод: построение интерпретации текущего развития событий в проблемной области, генерация списка управляющих воздействий.
8. Классификации знаний: по глубине, по жесткости, по функциональной направленности и др. критериям. Факторы, влияющие на состав, структуру и организацию знаний в интеллектуальных системах. Критерии выбора формализма для представления знаний.
9. Онтологии: основные определения и модели онтологий. Классификации онтологий по различным критериям. Онтологии верхнего уровня. Онтологии предметной области. Прикладные онтологии. Гибридизация онтологий и нейронных сетей.
10. Принципы когнитивного моделирования. Методы и стратегии поиска решений в СОЗ. Механизмы вывода в СОЗ. Стратегии как механизмы управления. Нечеткие схемы вывода в СОЗ, содержащих НЕ-факторы знаний.
11. Нейро-нечеткие модели: определение нечеткой нейронной сети, классификация архитектур гибридных систем. Алгоритмы обучения для нечеткой нейронной сети. Нечеткие эволюционные и генетические гибриды. Интеграция методов инженерии знаний и конструирования признаков машинного обучения.
12. Инженерия знаний и онтологический инжиниринг как ветвь инженерии знаний. Модели и методы получения и структурирования знаний из источников знаний различной типологии (эксперты, ЕЯ-тексты, БД, онтологии): классификации и основные характеристики. Комбинированные методы автоматизированного приобретения знаний.
13. Основные стратегии получения знаний: извлечение, приобретение, формирование. Классификация моделей и методов получения знаний. Коммуникативные методы приобретения знаний. Текстологические методы. Приобретение знаний на основе анализа данных из БД. Приобретение знаний из примеров (индуктивные методы).
14. Машинное обучение и науки о данных. Data-driven и model-based подходы. Общая схема решения задач машинного обучения. Типы задач машинного обучения. Примеры прикладных задач: основные понятия и определения. Основные парадигмы машинного обучения.

15. Методы обучения с учителем. Обучающийся алгоритм. Индуктивный порог. Проблема переобучения и понятие обобщающей способности. Функция потерь. Смещение и дисперсия ошибки обучаемой модели.
16. Задача обучения регрессионной модели. Риск модели с квадратичной функцией потерь. Оптимальность регрессионных моделей. Задачи, виды и этапы регрессионного анализа. МНК-оценки параметров простейшей линейной регрессии. Ошибки и остатки модели. Предположения регрессионного анализа. Цели и виды диагностики регрессионных моделей.
17. Бинарная классификация. Функция потерь и эмпирический риск классификатора. Виды функций потерь. Статистический взгляд на задачу обучения. Оценка точности бинарного классификатора. Матрица ошибок. Специфичность и чувствительность, точность и полнота.
18. Задача многоклассовой классификации. Подходы к многоклассовой классификации. Схемы кодирования. Методы декодирования. Оценка точности многоклассового классификатора. Матрица ошибок. Микро- и макро- показатели точности. Специфичность и чувствительность, точность и полнота. Микро- и макро- ROC-анализы и PR-анализы.
19. Понятие машинного обучения без учителя. Виды и задачи обучения без учителя. Примеры практических задач. Задача сокращения размерности данных. Подходы к сокращению размерности.
20. Подходы к кластеризации данных. Виды кластерного анализа. Общая схема решения задачи кластеризации. Метод К-средних. Сходимость метода К-средних. Модификации метода. Недостатки метода.
21. Агломеративные и дивизивные методы кластеризации. Агломеративная иерархическая кластеризация. Методы расчета расстояния между кластерами. Статистическое расстояние. Метод Уорда. Формула Ланса-Вильямса. Методы агломерации кластеров. Монотонность агломерации. Критерий останова агломерации. Выбор числа кластеров. Преимущества и недостатки агломеративной кластеризации. Плотностные алгоритмы. DBSCAN. Спектральная кластеризация.
22. Понятие машинного обучения с подкреплением. Альфа-системой подкрепления. Гамма-системой подкрепления. Понятие машинного обучения под присмотром.

### **III. Специализированные вопросы по научной специальности**

1. Интеллектуальные системы – основной программно-аппаратный продукт ИИ. Этапы развития интеллектуальных систем: цели и задачи разработчиков интеллектуальных систем на каждом этапе. Архитектуры интеллектуальных систем и их эволюция. Состав, структура и основные требования к компонентам интеллектуальной системы.
2. Типология базовых архитектур интеллектуальных систем: статические и динамические интеллектуальные системы (ДИС). Системы, основанные на знаниях (СОЗ) как основное ядро интеллектуальных систем. Классификации СОЗ. Особенности имитационного моделирования внешнего мира (среды) в ДИС, функционирующих в реальном времени.
3. Системный анализ проблемной области на применимость технологии СОЗ. Выбор формализма для представления знаний. Выбор «идеальных» экспертов и инженеров по знаниям (аналитиков знаний). Выбор инструментальных средств. Выбор технологии создания интеллектуальных систем с различной архитектурой.
4. Типология базовых архитектур интеллектуальных систем (общая характеристика): интегрированные, гибридные и синергетические интеллектуальные системы. Централизованные, децентрализованные и веб-ориентированные архитектуры интеллектуальных систем. Проблема «доверенности» в интеллектуальных системах.
5. Типология базовых архитектур интеллектуальных систем (общая характеристика): статические, динамические и веб-ориентированные экспертные системы (ЭС).

Интегрированные экспертные системы (ИЭС). Динамические ИЭС. Обучающие ИЭС. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИСППР).

6. Типология базовых архитектур интеллектуальных систем (общая характеристика): интеллектуальные системы управления (ИСУ) и интеллектуальные САПР. Интеллектуальные обучающие системы (ИОС). Интеллектуальные диалоговые системы (ИДС) и естественно-языковые системы (ЕЯ-системы).

7. Типология базовых архитектур интеллектуальных систем (общая характеристика): интеллектуальные агенты и многоагентные системы (МАС). Системы онтологического инжиниринга. Системы интеллектуального анализа данных (ИАД). Системы приобретения знаний на основе анализа ЕЯ-текстов (технологии Text Mining).

8. Основы построения традиционных ЭС (или СОЗ). Назначение, классификации и области применения ЭС. Наиболее востребованные типы неформализованных задач. Архитектуры статической и динамической ЭС. Особенности нечетких ЭС. Методологии и этапы разработки ЭС. Инструментальные средства для построения ЭС.

9. Основы построения ИЭС и веб-ИЭС. Классификация ИЭС. Модели и методы интеграции в ИЭС. Архитектуры динамических ИЭС. Задачно-ориентированная методология построения ИЭС для статических и динамических проблемных областей. Инструментальные средства и программные среды для построения ИЭС.

10. Основы построения ИОС. Классификация архитектур ИОС. Обучающие ИЭС как полнофункциональные ИОС. Классификации моделей обучаемых и моделей обучения, особенности методов и подходов к их реализации. Место и роль онтологий различного типа в ИОС. Инструментальные средства для построения ИОС.

11. Основы построения ИДС и ЕЯ-систем. Базовая архитектура ИДС. Общение в интеллектуальных системах: основные понятия и определения. Модель общения. Представление лингвистических знаний. Понимание текстов на ЕЯ. Методы анализа и интерпретации слов, предложений и текстов: классификации, основные характеристики.

12. Основы построения ДИС. Основные понятия и определения. Классификация ДИС. Методы моделирования внешнего мира. Особенности применения имитационного моделирования сложных дискретных систем. Области применения ДИС. Инструментальные средства для построения ДИС.

13. Основы построения МАС. Основные понятия и определения агентов. Базовые модели и архитектуры МАС. Классификации МАС. Особенности архитектур интеллектуальных (когнитивных) агентов. Взаимодействие (коммуникации) интеллектуальных агентов. Особенности проектирования и реализации агентов и МАС. Инструментальные средства для построения МАС: классификация и функциональные возможности.

14. Основы построения онтологических систем. Базовые методы, способы, сценарии и методологии. Применение онтологий в ИОС, МАС и системах управления знаниями (СУЗ). Онтологический инжиниринг, позиционируемый как направления (OBSE) и (ODSE) при создании семантических моделей проектирования программных систем. Языки, инструменты и платформы для построения онтологий.

15. Классификации инструментальных средств для построения прикладных интеллектуальных систем. Языки программирования для ИИ и языки представления знаний. Логическое и функциональное программирование. Инструментальные пакеты для ИИ. WorkBench-системы и облачные платформы. Методологии создания и модели жизненного цикла интеллектуальных систем.

## Список рекомендованной литературы

1. Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. Монография. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 296 с.

2. Рыбина Г.В. Теория и технология построения интегрированных экспертных систем. Монография. - М.: Научтехлитиздат, 2008. - 482с.
3. Рыбина Г.В. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в 3 кн. Книга 1. Системы основанные на знаниях. Интегрированные экспертные системы. - М.: Научтехлитиздат, 2014. - 224 с.
4. Рыбина Г.В. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в 3 книгах. Книга 2. Интеллектуальные диалоговые системы. Динамические интеллектуальные системы. - М.: Научтехлитиздат, 2015. - 160 с.
5. Рыбина Г.В. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в 3 книгах. Кн.3. Проблемно-специализированные интеллектуальные системы. Инструментальные средства построения интеллектуальных систем. - М.: Научтехлитиздат, 2015. - 180 с.
6. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие. – М.: «Финансы и статистика», 2010, 2014, 2021. – 432с.
7. Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Технология построения динамических интеллектуальных систем: учебное пособие. - М.: НИЯУ МИФИ. 2011. - 240 с.
8. Рыбина Г.В. Интеллектуальные обучающие системы на основе интегрированных экспертных систем. : учебное пособие. - М.: Директ-Медиа, 2023. - 132 с.
9. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М.: Эдиториал УРСС, 2004. - 360 с.
10. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах /под ред. В.Н.Вагина, Д.А.Поспелова. 2-е изд. испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 712 с.
11. Батыршин И.З., Недосекин А.О., Стецко А.А., Тарасов В.Б., Язенин А.В., Ярушкина Н.Г. Нечеткие гибридные системы. Теория и практика /под ред. Н.Г.Ярушкиной. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 208 с.
12. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: Эдиториал УРСС, 2002. - 352 с.
13. Финн В.К. Искусственный интеллект : Методология, применения, философия. М.: КРАСАНД, 2011. - 448 с.
14. Гаврилова Т.А. Инженерия знаний. Модели и методы: учебник .- СПб.: Издательство «Лань», 2016. -324 с.
15. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: учебник. / под ред. В.М.Курейчика. 2-е изд. испр. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 368 с.
16. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах /под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Наука. Физматлит, 1989.
17. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта /под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Наука, 1986. - 312 с.
18. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.- 1406 с.
19. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.- 864 с.
20. Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М.: Машинное обучение. - СПб: Издательский дом "Питер", 2017.
21. Плас Дж. Вандер. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. – СПб: Издательский дом "Питер", 2018.
22. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / пер. с англ. А. А. Слинкина. - М.: ДМК Пресс, 2015.