Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина

|  |
| --- |
|  |

ПРОГРАММА

вступительного испытания по научной специальности программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение**

Елец – 2023

**I. ВВЕДЕНИЕ**

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями и включает основные разделы теории искусственного интеллекта, машинного обучения, программирования, необходимые для последующего освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по данной специальности.

Проведение экзамена позволяет выявить уровень подготовленности абитуриентов к научно-исследовательской деятельности, способность к анализу и оценке современных научных достижений, умение применять методы решения исследовательских и практических задач, навыки системного и критического мышления, необходимые для обучения в аспирантуре. Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию.

Вступительные испытания предполагают ответ абитуриента на вопросы билета. В программе приведен примерный перечень вопросов.

**II. СОДЕРЖАНИЕ**

**Раздел 1. Алгебра множеств, теория графов и математическая логика. Нечеткие множества и нечеткая логика.**

Алгебра множеств. Алгебра отношений. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности, отношение порядка. Графы: виды, способы представления, маршруты в графах, операции над графами, изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Понятие формальной системы, исчисление, формальный вывод. Полнота, непротиворечивость, разрешимость формальной системы. Исчисление высказываний, исчисление предикатов. Булева алгебра. Логика предикатов: свободные и связанные переменные, эквивалентные преобразования. Методы оптимального кодирования информации. Формальные алгоритмические модели. Нечеткие множества. Основные характеристики нечетких множеств. Функции принадлежности. Операции над нечеткими множествами. Нечеткая и лингвистическая переменные. Операции над нечеткими числами. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями.

**Раздел 2. Интеллектуальный анализ данных.**

Большие данные (Big Data). Извлечение знаний из данных. Интеллектуальный анализ данных (Data Mining). Базы знаний и системы поддержки принятия решения. Современные базы данных и знаний. Современные методы организации хранения данных и доступа к ним. Реляционная модель данных. Применение реляционных СУБД в машинном обучении и анализе данных. Применение знаний в обучении. Формирование набора данных для обучения, включая планирование эксперимента. Обучение на основе анализа данных. Индуктивное обучение. Деревья решений. Статистические методы обучения. Линейные модели. Наивные байесовские модели. Обучение с помощью метода максимального правдоподобия: дискретные и непрерывные модели.

**Раздел 3. Модели и алгоритмы искусственного интеллекта.**

Нейронные сети. Основные элементы структуры. Алгоритмы обучения. Машинное обучение. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Обучение с подкреплением. Задача классификации в машинном обучении. Регрессионный анализ. Задача кластеризации данных. Линейные классификаторы. Метод главных компонент. Алгоритм k-средних, алгоритм c-средних. Понижение размерности данных. Нечеткие и нейронечеткие алгоритмы машинного обучения. Задача распознавания образов. Выделение признаков. Операции свертки и развертки на изображениях. Сверточные нейронные сети. Морфологические операции над изображениями. Обработка изображений с помощью искусственных нейронных сетей. Генеративно-состязательное обучение. Задача NLP. Токенизация в машинном обучении. Анализ временных рядов. Метод скользящего среднего.

**Раздел 4. Оптимизация в задачах машинного обучения.**

Задача оптимизации параметризованных систем. Непрерывная и дискретная оптимизация. Условная и безусловная оптимизация. Комбинаторная оптимизация. Понятие линейного программирования. Понятие нелинейного программирования. Задача поиска кратчайшего пути на графе. Алгоритм Дейкстры. Понятие эвристического алгоритма. Глобальная параметрическая оптимизация. Алгоритм имитации отжига. Генетические алгоритмы. Гармонический поиск. Метод роя частиц. Муравьиный алгоритм. Алгоритм стаи птиц, алгоритм серых волков. Жадный поиск.

**Раздел 5. Технологии разработка программного обеспечения.**

Принципы технологии разработки программного обеспечения. Жизненный цикл программного обеспечения, планирование и управление разработкой программных проектов, управление коллективами программистов. Пакеты вычислительного назначения. Пакеты для автоматизированного проектирования. Пакеты прикладных программ и программные системы, применяемые в вычислительном эксперименте. Высокоуровневые языки программирования. Операторы, конструкции, модули, основные принципы составления программ на языке программирования высокого уровня. Программное обеспечение для тензорных вычислений. Векторизация программного кода, использование потоков и процессов. Технологии GPGPU и TPU. Критерии эффективности разработанного программного обеспечения.

**III. ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Алгебра множеств. Алгебра отношений.
2. Бинарные отношения и их свойства. Отношения эквивалентности, отношение порядка.
3. Графы: виды, способы представления, маршруты в графах, операции над графами, изоморфизм графов.
4. Деревья и их свойства.
5. Понятие формальной системы, исчисление, формальный вывод. Полнота, непротиворечивость, разрешимость формальной системы.
6. Исчисление высказываний, исчисление предикатов.
7. Булева алгебра.
8. Логика предикатов: свободные и связанные переменные, эквивалентные преобразования.
9. Методы оптимального кодирования информации.
10. Формальные алгоритмические модели.
11. Нечеткие множества. Основные характеристики нечетких множеств. Функции принадлежности.
12. Операции над нечеткими множествами.
13. Нечеткая и лингвистическая переменные. Операции над нечеткими числами.
14. Нечеткие отношения. Операции над нечеткими отношениями.
15. Большие данные (Big Data). Извлечение знаний из данных.
16. Интеллектуальный анализ данных (Data Mining).
17. Базы знаний и системы поддержки принятия решения.
18. Современные базы данных и знаний. Современные методы организации хранения данных и доступа к ним.
19. Реляционная модель данных.
20. Применение реляционных СУБД в машинном обучении и анализе данных.
21. Применение знаний в обучении.
22. Формирование набора данных для обучения, включая планирование эксперимента.
23. Обучение на основе анализа данных.
24. Индуктивное обучение. Деревья решений.
25. Статистические методы обучения.
26. Линейные модели.
27. Наивные байесовские модели.
28. Обучение с помощью метода максимального правдоподобия: дискретные и непрерывные модели.
29. Нейронные сети. Основные элементы структуры.
30. Алгоритмы обучения в ИИ. Машинное обучение.
31. Обучение с учителем.
32. Обучение без учителя.
33. Обучение с подкреплением.
34. Задача классификации в машинном обучении.
35. Регрессионный анализ. Задача кластеризации данных.
36. Линейные классификаторы.
37. Метод главных компонент.
38. Алгоритм k-средних, алгоритм c-средних.
39. Понижение размерности данных.
40. Нечеткие и нейронечеткие алгоритмы машинного обучения.
41. Задача распознавания образов.
42. Выделение признаков. Операции свертки и развертки на изображениях.
43. Сверточные нейронные сети.
44. Морфологические операции над изображениями.
45. Обработка изображений с помощью искусственных нейронных сетей.
46. Генеративно-состязательное обучение.
47. Задача NLP.
48. Токенизация в машинном обучении.
49. Анализ временных рядов. Метод скользящего среднего.
50. Задача оптимизации параметризованных систем.
51. Непрерывная и дискретная оптимизация.
52. Условная и безусловная оптимизация.
53. Комбинаторная оптимизация.
54. Понятие линейного программирования.
55. Понятие нелинейного программирования.
56. Задача поиска кратчайшего пути на графе. Алгоритм Дейкстры.
57. Понятие эвристического алгоритма.
58. Глобальная параметрическая оптимизация.
59. Алгоритм имитации отжига. Генетические алгоритмы. Гармонический поиск.
60. Метод роя частиц. Муравьиный алгоритм.
61. Алгоритм стаи птиц, алгоритм серых волков. Жадный поиск.
62. Принципы технологии разработки программного обеспечения.
63. Жизненный цикл программного обеспечения, планирование и управление разработкой программных проектов, управление коллективами программистов.
64. Пакеты вычислительного назначения. Пакеты прикладных программ и программные системы, применяемые в вычислительном эксперименте.
65. Высокоуровневые языки программирования.
66. Операторы, конструкции, модули, основные принципы составления программ на языке программирования высокого уровня.
67. Программное обеспечение для тензорных вычислений.
68. Векторизация программного кода, использование потоков и процессов.
69. Технологии GPGPU и TPU. Критерии эффективности разработанного программного обеспечения.

**IV. ОРГАНИЗАЦИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

**Форма проведения вступительного испытания**: устная с фиксацией ответа в листе опроса.

Максимально возможное количество баллов за ответ: 5 баллов.

**Пороговое значение** – 3 баллов.

**V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

**Основная литература**

1. *Платонов, А. В.* Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15561-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520544> (дата обращения: 22.01.2024).
2. *Новиков, Ф. А.* Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512382> (дата обращения: 22.01.2024).
3. *Сурова Н. Ю.* Искусственный интеллект / Н. Ю. Сурова, М. Е. Косов. – Москва : Юнити-Дана, 2021. – 408 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=690578>  – Библиогр.: с. 383-385. – ISBN 978-5-238-03513-0. – Текст : электронный.
4. Машинное обучение : учебник : [16+] / Е. Ю. Бутырский, В. В. Цехановский, Н. А. Жукова [и др.]. – Москва : Директ-Медиа, 2023. – 368 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=701807>  – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-3778-0. – DOI 10.23681/701807. – Текст : электронный.
5. *Федоров, Д. Ю.* Программирование на языке высокого уровня Python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17323-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/532868> (дата обращения: 22.01.2024).
6. *Илюшечкин, В. М.* Основы использования и проектирования баз данных : учебник для вузов / В. М. Илюшечкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 213 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03617-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510473> (дата обращения: 22.01.2024).

**Дополнительная литература**

1. Белозерова Г. И. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие : [16+] / Г. И. Белозерова, Д. М. Скуднев, З. А. Кононова ; Липецкий государственный педагогический университет им. П. П. Семенова-Тян-Шанского. – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – Часть 1. – 65 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576909> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-88526-875-2. – Текст : электронный.
2. Влацкая И. В. Проектирование и реализация прикладного программного обеспечения : учебное пособие / И. В. Влацкая, Н. А. Заельская, Н. С. Надточий ; Оренбургский государственный университет, Кафедра компьютерной безопасности и математического обеспечения информационных систем. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 119 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439107>  – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1238-3. – Текст : электронный.
3. Масина О.Н., Дружинина О.В., Рапопорт Л.Б. Элементы теории устойчивости математических моделей управляемых систем. Учебное пособие. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. <https://elsu.ru/uploads/files/2020-04/1586241874_maket_masina_druzhinina_rapoport.pdf>
4. Масина О.Н., Петров А.А., Дружинина О.В. Использование высокоуровневых языков программирования для решения задач моделирования. Учебное пособие. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2023. 98 с. <https://elsu.ru/uploads/files/2024-01/1704830132_masina_posobie_2023.pdf>