

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по научной работе
д.т.н. проф.

Драгунов В.К.

«10» ноября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
специальной дисциплины

1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение

Программа составлена на основе паспорта специальности научных работников и программы - минимум кандидатского экзамена по специальности «Искусственный интеллект и машинное обучение» в действующей редакции и в соответствии с Положением о подготовке научных и научно- педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021г. № 2122.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение современных методов, моделей и технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в плане ускорения на этой основе научно-технического прогресса и цифровизации экономики.

Задачами дисциплины являются:

- изучение методов и процессов получения, хранения, обработки и интеллектуального анализа данных (включая большие (big data), «сырые и зашумленные» (noisy and raw data) данные и знания, а также методов и процессов МО;
- получение представления о методах, моделях, технологиях ИИ и МО в плане создания инструментальных средств (математического и программного обеспечения) для разработки современных и перспективных систем ИИ и МО;
- создание информационных моделей, моделей данных и знаний, методов работы со знаниями, методов машинного обучения и обнаружения новых знаний (data mining and knowledge discovery) с целью создания инструментальных средств (математического и программного обеспечения) для разработки современных и перспективных систем ИИ и МО для различных приложений и предметных областей.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Специальная дисциплина в структуре программы аспирантуры входит в Блок 2 «Образовательный компонент. Общая трудоемкость составляет 7 зачетных единиц (з.е.).

Формула специальности

Искусственный интеллект (artificial intelligence): Комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение, поиск решений без заранее заданного алгоритма и достижение инсайта) и получать при выполнении конкретных практически значимых задач обработки данных результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельностью человека.

Примечание – Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе, в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных, анализу и синтезу решений. **(ГОСТ Р 59277-2020 Системы искусственного интеллекта. Классификация СИИ).**

Искусственный интеллект и машинное обучение – специальность, включающая исследования процессов создания, накопления, обработки и интеллектуального анализа данных и знаний, методов и моделей МО, методов и технологий ИИ и МО в плане создания инструментальных средств (математического и программного обеспечения) для разработки современных и перспективных систем ИИ и МО для различных приложений и предметных областей.

Научное и народнохозяйственное значение решения проблем указанной специальности состоит в создании научных основ современных методов и технологий ИИ и МО и в ускорении на этой основе научно-технического прогресса.

Области исследований

1. Естественно-научные основы и методы ИИ.
2. Исследования в области оценки качества и эффективности алгоритмических и программных решений для систем ИИ и МО. Методики сравнения и выбора алгоритмических и программных решений при многих критериях.
3. Методы и алгоритмы моделирования мыслительных процессов: рассуждений, аргументации, распознавания и классификации, формирования понятий. Исследования в области нейроморфных методов анализа данных, имитационное моделирование строения и функций мозга, в том числе – и с использованием методов машинного обучения. Нейроинформатика и методы моделирования биологических нервных систем.
4. Разработка методов, алгоритмов и создание систем искусственного интеллекта и машинного обучения для обработки и анализа текстов на естественном языке, для изображений, речи, биомедицины и других специальных видов данных.
5. Методы и технологии поиска, приобретения и использования знаний и закономерностей, в том числе – эмпирических, в системах искусственного интеллекта (СИИ). Исследования в области совместного применения методов машинного обучения и классического математического моделирования. Методы и средства использования экспертных знаний.
6. Формализация и постановка задач управления и (поддержки) принятия решений на основе систем искусственного интеллекта и машинного

- обучения. Разработка систем управления с использованием систем искусственного интеллекта и методов машинного обучения в том числе — управления роботами, автомобилями, БПЛА и т.п.
7. Разработка специализированного математического, алгоритмического и программного обеспечения систем искусственного интеллекта и машинного обучения. Методы и средства взаимодействия систем искусственного интеллекта с другими системами и человеком-оператором.
 8. Многоагентные системы и распределенный ИИ.
 9. Методы и средства использования для решения задач искусственного интеллекта и машинного обучения параллельных, квантовых вычислений и т.д.
 10. Исследования в области этических проблем, связанных с созданием и внедрением ИИ-систем, включая моделирование ожидаемых социальных и экономических последствий.
 11. Исследования в области «сильного ИИ», включая формирование понятийной базы и элементов математического формализма, необходимых для построения алгоритмического аппарата.
 12. Исследования в области «доверенных» систем класса ИИ, включая проблемы формирования тестовых выборок прецедентов, надежности, устойчивости, переобучения и т.д.
 13. Методы и средства формирования массивов данных и прецедентов, включая «большие данные», необходимых для решения задач искусственного интеллекта и машинного обучения. Проблемно-ориентированные коллекции данных для важных прикладных областей.
 14. Методы и средства формирования массивов условно-реальных данных и прецедентов, необходимых для решения задач искусственного интеллекта и машинного обучения.
 15. Математические исследования в области статистики, логики, алгебры, топологии, анализа функции и других областях, ориентированные на решение задач искусственного интеллекта и машинного обучения.
 16. Исследования в области специальных методов оптимизации, проблем сложности и элиминации перебора, снижения размерности.
 17. Исследования в области многослойных алгоритмических конструкций, в том числе — многослойных нейросетей.

Отрасль науки

– технические науки

Понятие искусственного интеллекта, системы искусственного интеллекта (интеллектуальной системы), машинного обучения

Определение искусственного интеллекта (ИИ) как одного из направлений информатики и основные задачи ИИ.

Основные направления и этапы развития ИИ. Системы ИИ (СИИ) (интеллектуальные системы) как системы, основанные на знаниях. Понятие

экспертной системы (ЭС) и интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР). Языки и системы представления знаний.

Понятия «большие данные» (Big Data), «сырые/зашумленные данные» (Raw/Noisy Data) и интеллектуального анализа данных (Data mining & Knowledge discovery).

Машинное обучение (МО) как одно из основных направлений ИИ. Роль МО в СИИ. Методы обучения с учителем и без учителя. МО на основе нейросетевых технологий.

Понятия «сильного» ИИ и «доверенных» СИИ.

Этические проблемы, связанные с созданием и внедрением методов и систем ИИ, включая моделирование ожидаемых социальных и экономических последствий.

Концептуальные модели ИИ и МО

Общие принципы моделирования окружающей среды, процессов мышления человека и человеко-машинного общения. Машинное представление знаний и данных. Методы хранения, поиска и обработки данных, методы естественно-языкового человеко-машинного общения.

Предметная область и ее модели. Понятия «план-содержание», «план-выражение». Объекты, характеристики и их значения. Единицы информации и информационные отношения. Машинное понимание.

Когнитивные (интеллектуальные) системы. Декларативное и процедурное представление внешнего мира. Знание и компетенция, восприятие, мышление и двигательное возбуждение. База знаний и база данных.

Знаковые системы. Семиотический треугольник и его элементы. Понятия «экстенционал» и «интенционал».

Представление знаний

Классификационные системы: иерархические классификации, фасетные классификации, алфавитно-предметные классификации. Тезаурусные методы представления знаний.

Системы, основанные на знаниях.

Объектно-характеристические таблицы.

Семантические сети. Понятие сущности. Семантические отношения и их виды. Лингвистические, логические, теоретико-множественные, квантификационные отношения. Абстрактные и конкретные семантические сети.

Онтологии – назначение и организация.

Фреймы — системно-структурное описание предметной области. Принципы фрейм-представлений. Понятие «СЛОТА».

Продукционные системы представления знаний. Канонические системы Поста. Представление неформальных знаний.

Редукционные системы. Синтез плана решения задач с автоматическим построением редукционной модели.

Обработка данных и знаний

Обработка данных. Структуры данных. Уровни представления данных. Языки описания и манипулирования данными.

Система управления базами данных. Архитектура СУБД. Основные конструкции структур данных. Функции СУБД. Категории пользователей.

Классы структур данных. Иерархическая структура. Сетевые структуры. Реляционные структуры.

Базы знаний. Организация баз знаний. Применение нереляционных (NoSQL) баз данных и соответствующих СУБД (Neo4j, MongoDB и др.).

Методы и средства машинного обучения.

Обучение с учителем и без учителя. Методы обучения с подкреплением. Применение нейросетевых технологий. Типы нейронных сетей (простые, сверточные и рекуррентные). Методы глубокого обучения.

Теоретические основы ИИ и МО

Математические дисциплины. Алгебра и геометрия: алгебраические структуры, векторные пространства, линейные отображения; аналитическая геометрия, многомерная геометрия кривых и поверхностей. Математический анализ: дифференциальное и интегральное исчисления; экстремумы функций; аналитическая геометрия и линейная алгебра; последовательности и ряды; векторный анализ и элементы теории поля; дифференциальные уравнения; численные методы. Математическая логика: исчисление высказываний; исчисление предикатов; логические модели; формальные системы; формальные грамматики; теория алгоритмов. Дискретная математика: логические исчисления, графы, комбинаторика. Элементы теории нечетких множеств. Нечеткие алгоритмы. Теория неопределенности. Теория вероятностей и математическая статистика: вероятности, случайные процессы, статистическое оценивание и проверка гипотез, статистические методы обработки экспериментальных данных. Многомерный статистический анализ. Множественный корреляционно-регрессионный анализ. Компонентный анализ. Факторный анализ. Кластер-анализ. Классификация без обучения. Дискриминантный анализ. Классификация с обучением. Канонические корреляции. Множественный ковариационный анализ. Неклассические логики: нечеткие, индуктивные, абдуктивные, темпоральные, логики аргументации.

Прикладная математика. Математические методы принятия решений; исследование операций как научный подход к решению задач принятия решений; методы исследования операций; построение экономических, математических и статистических моделей для задач принятия решения и управления в сложных ситуациях или в условиях неопределенности; границы применимости количественного анализа. Модели линейного программирования; транспортная задача; задача распределения ресурсов; аксиомы линейности; динамическое планирование; распределение потоков товарных поставок на транспортной сети; эквивалентные сети; транспортная задача Хичкока-Купманса; выбор оптимального транспортного маршрута;

использование линейного программирования для решения оптимизационных задач.

Теоретическая информатика. Модели описания информационных процессов и технологий. Теоретико-множественное описание сообщений, запросов, массивов документов. Универсальный информационный поток. Линейная модель. Матрица информационного потока. Ассоциативные матрицы информационного потока. Критерии оценки информационных технологий и систем. Оценки качества поиска (полнота, точность и др.). Смешанные критерии (полезная работа, корреляционный критерий, свертки и пр.). Основные характеристики информационно-поисковых систем (ИПС) в различных координатах. Оптимизация режима ИПС. Линейное представление документов, запросов, тезауруса, индексирования, поиска. Понятие лексической совместимости и тезаурусной согласованности. Модели динамической корректировки запроса. Теоретико-множественные макромоделли информационных технологий и систем. Теоретико-множественные представления операций над информационными ресурсами. Операторы формирования информационных потоков. Операции над операторами.

Использование методов параллельного программирования при разработке распределённых СИИ

Архитектурные особенности и организация функционирования вычислительных машин различных классов: многомашинные и многопроцессорные вычислительные системы, типовые вычислительные структуры и программное обеспечение, режимы работы

Классификация вычислительных систем (ВС) по способу организации параллельной обработки. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные ВС, систолические структуры, нейросети.

Распределенное программирование. Процессы и их синхронизация. Семафоры, мониторы Хоара. Объектно-ориентированное распределенное программирование. CORBA. Параллельное программирование над общей памятью. Нити. Стандартный интерфейс OpenMP. Распараллеливание последовательных программ. Параллельное программирование в модели распределенной памяти. Парадигмы SPMD и MIMD. Стандартный интерфейс MPI. Гибридные модели, средства графических процессоров (NVIDIA CUDA, OpenACC).

Эффективность функционирования вычислительных машин, систем и сетей телекоммуникаций, пути ее повышения. Перспективы развития вычислительных средств. Технические средства человеко-машинного интерфейса.

Методы ИИ и МО

Поиск решения в условиях неопределенности на основе теоретико-вероятностных методов: метод Байеса, метод на основе субъективных

вероятностей (коэффициентов уверенности), байесовские сети доверия. Поиск решения в условиях неопределенности: теория свидетельств Демпстера-Шейфера. Использование нечетких множеств и нечеткой логики при поиске решения.

Методы и технологии поиска, приобретения и использования знаний и закономерностей, в том числе – эмпирических, в СИИ. Возможности совместного применения методов машинного обучения и классического математического моделирования. Методы и средства использования экспертных знаний.

Методы и подходы формирования массивов данных и прецедентов, включая «большие данные», необходимых для решения задач ИИ и машинного обучения. Проблемно-ориентированные коллекции данных для важных прикладных областей.

Общая схема процесса принятия решений. Задача принятия решений. Специфика принятия решений в условиях определенности, риска, неопределенности. Классификация методов теории принятия решений. Строгие и эвристические методы. Поиск решения в пространстве состояний. Задачи эвристического поиска. Метод уменьшения различий и универсальный решатель задач GPS (General Problem Solver). Поиск решения на деревьях: максиминный метод и метод α - β отсечения.

Поиск решения с применением теоретико-игровых моделей. Методы решения антагонистических и биматричных игр.

Основы теории статистических решений («игры с природой»). Методы поиска решения при известных и неизвестных вероятностях состояний природы. Основы теории ожидаемой полезности. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения. Функция ожидаемой полезности. Теория субъективной ожидаемой полезности.

Методы поиска решения при наличии множества критериев, понятие оптимальных по Парето решений. Методы поиска решений на основе прецедентов (Case-based reasoning) и аналогий. Поиск решения на основе гибких (anytime) алгоритмов в СИИ (ИСППР) реального времени.

Оценка сложности алгоритмов поиска решения. Методы оптимизации и сокращения размерности пространства поиска решения.

Формирование знаний, МО и формирование понятий. Интеллектуальный анализ данных.

Методы и алгоритмы «мягких вычислений» (soft computing). Нечеткие множества, нечеткие логики и алгоритмы поиска решений. Эволюционное моделирование. Понятие генетического алгоритма, основные этапы. Искусственные нейронные сети, математическая модель нейрона, персептрон. Однослойные и многослойные сети, сверточные и рекуррентные сети. Алгоритмы обучения нейронной сети, включая глубокое обучение. Методы МО на основе обучения с подкреплением (Reinforcement learning).

Методы и алгоритмы моделирования мыслительных процессов: рассуждений, распознавания и классификации, формирования понятий.

Методы и алгоритмы машинного обучения для обработки и анализа текстов на естественном языке, для изображений, речи, биомедицины и других специальных видов данных. Основные концепции Semantic Web.

Применение методов и средств когнитивной графики для образного представления данных (ситуаций и состояний).

Постановка задач управления и (поддержки) принятия решений на основе СИИ и машинного обучения. Разработка систем управления с использованием методов и систем ИИ и машинного обучения, в том числе – управления роботами, автомобилями, БПЛА и т.п.

Исследования в области нейроморфных методов анализа данных, имитационное моделирование строения и функций мозга, в том числе – и с использованием методов машинного обучения. Нейроинформатика и методы моделирования биологических нервных систем.

Многоагентные системы и распределенный ИИ. «Облачные» системы и вычисления. Применение для решения задач ИИ и МО параллельных, квантовых вычислений и т.д.

Информационное и лингвистическое искусственного интеллекта и машинного обучения

Предметная область и ее модели. Объекты, свойства отношения. Основные компоненты информационного обеспечения. Базы данных и базы знаний.

Базы данных (БД). Основные понятия. Независимость программ и данных. Интегрированное использование данных. Непротиворечивость данных. Целостность и защита данных. Структуры БД. Администрирование банков данных. Типы пользователей. Администратор БД. Понятие концептуальной, логической, физической структуры БД. Понятие о словарях данных, языках описания и манипулирования данными. БД и файловые системы. Документальные и фактографические базы данных, базы знаний. Полнотекстовые БД. Физическая и логическая структура. Файл полного текста. Частотный словарь, инверсный файл. Положительный и отрицательный словари. Стандартные строки и словосочетания, включаемые в частотный словарь. Описание БД. Обработка текстов при загрузке БД. Понятие экспорта-импорта документов-данных.

Понятие модели данных. Иерархическая, сетевая модели данных, сравнительный анализ, противоречия и парадоксы. Реляционная модель данных. Экземпляры отношений, домены, атрибуты. Операции над отношениями: селекция, проекция, естественное соединение. Понятие реляционной полноты языка манипулирования данными. Модель данных «сущность—связь».

Языковые средства информационных технологий. Входные и внутренние языки. Структура входных языков. Языковые средства для ввода и обновления информации, для поиска, обобщения и выдачи информации. Языковые средства общения с БД. Анкетный язык. Языковые средства документальных

(в том числе полнотекстовых) ИПС: грамматики информационно-поисковых языков (теоретико-множественный, линейный, сетевой). Информационно-поисковый язык: информационно-логический; процедурно ориентированный; непроцедурный язык концептуального уровня. Язык диалога. Естественный язык. Словарный комплекс АИС. Классификаторы. Кодификаторы. Тезаурусы: состав и структура. Языки описания данных и словарь данных. Языки запросов SQL и QBE.

Информационный поиск. Основные понятия и виды. Модели поиска. Стратегии поиска. Понятие об ассоциативном поиске. Подготовка запросов и отчетов. Оперативный и регламентный режим поиска. Формирование отчетов.

Искусственный интеллект и системы искусственного интеллекта (интеллектуальные системы)

Понятие искусственного интеллекта (ИИ), задачи ИИ. Основные направления и этапы развития ИИ. Системы искусственного интеллекта (интеллектуальные системы, ИС) как системы, основанные на знаниях. Понятие экспертной системы (ЭС) и системы поддержки принятия решений (СППР) как ИС. Языки и системы представления знаний: LISP, PROLOG, CLIPS и др.

Поиск решения в условиях неопределенности: теоретико-вероятностные методы (метод Байеса, метод на основе субъективных вероятностей (коэффициентов уверенности), байесовские сети доверия). Поиск решения в условиях неопределенности: теория свидетельств Демпстера-Шейфера. Использование методов нечеткой логики и правдоподобных рассуждений (правдоподобного вывода на основе неклассических логик) при поиске решения.

Приобретение знаний в ИС (ЭС). Формирование знаний в ИС, машинное обучение и формирование понятий. Интеллектуальный анализ данных. Эволюционное моделирование (ЭМ). Понятие генетического алгоритма (ГА), основные этапы. Введение в искусственные нейронные сети (ИНС). Математическая модель нейрона, персептрон. Однослойные и многослойные сети. Алгоритмы обучения нейронной сети.

Понятие агента и многоагентной (мультиагентной) системы ИИ.

Инструментальные средства конструирования ИС: системы-оболочки, инструментальные среды и языки, в том числе для конструирования динамических ИС и ИС реального времени.

Правовое обеспечение информатики и информационных технологий

Государственная политика в сфере обеспечения информационной безопасности. Понятие информационной безопасности. Жизненно важные интересы в информационной сфере. Угрозы жизненно важным интересам в информационной сфере. Принципы обеспечения информационной безопасности. Функции государственной системы по обеспечению информационной безопасности. Место законодательства в сфере обеспечения

информационной безопасности в системе российского права. Законодательные и нормативные акты (государственные и международные), направленные против хищения информационных ресурсов и продуктов. Законодательные акты по легализации и защите компьютерной информации.

Защита права на доступ к информации. Основные информационные права и свободы и их ограничения. Правовая охрана права на доступ к информации. Защита права на доступ к информации. Персональные данные как особый институт охраны прав на неприкосновенность частной жизни.

Защита информационных технологий, систем и прав на них. Информационное оружие в информационной войне. Особенности правовой охраны и защиты прав на информационные системы и ресурсы. Виды противников или «нарушителей». Три вида возможных нарушений информационной системы. Основные положения теории информационной безопасности информационных систем. Модели безопасности и их применение. Таксономия нарушений информационной безопасности вычислительной системы и причины, обуславливающие их существование. Анализ способов нарушений информационной безопасности. Использование защищенных компьютерных систем. Методы криптографии. Основные технологии построения защищенных информационных систем.

Защита интеллектуальной собственности (добавил) и прав на объекты интеллектуальной собственности. Понятие и структура интеллектуальной собственности. Международное сотрудничество в области защиты интеллектуальной и промышленной собственности. Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС). Другие международные и зарубежные организации и другие документы по защите информационных ресурсов общества.

Национальная стратегия развития искусственного интеллекта в России.

Вопросы для самоконтроля:

1. Понятия энтропии и информации.
2. Понятие «больших» данных (big data), «зашумленных и сырых» данных (noisy and raw data) и интеллектуального анализа данных (data mining and knowledge analysis).
3. Понятие множества. Счетные и несчетные множества, мощность множества.
4. Операции и отношения на множествах. Упорядоченные множества.
5. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки. Свойства решеток. Булевы решетки.
6. Понятие графа, основные характеристики. Эквивалентность и изоморфизм графов.
7. Мультиграфы и гиперграфы.
8. Предмет математической логики. Формальные системы (ФС). Разрешимость ФС.

9. Исчисление высказываний как ФС. Свойства системы аксиом исчисления высказываний (полнота, непротиворечивость, независимость).
10. Исчисление предикатов первого порядка. Теорема о дедукции для исчисления предикатов. Свойства системы аксиом: полнота и непротиворечивость. Теорема Геделя о полноте.
11. Автоматическое доказательство теорем. Нормальные формы: дизъюнктивная, конъюнктивная, пренексная. Логические следствия.
12. Сколемовская нормальная форма. Универсум Эрбрана и эрбрановская база. Семантические деревья.
13. Принцип резолюции для логики предикатов первого порядка. Модификации принципа резолюции: семантическая резолюция, линейная резолюция.
14. Метод аналитических таблиц в логике предикатов первого порядка. Множество Хинтики для логики предикатов первого порядка.
15. Методы дедуктивного вывода в системах искусственного интеллекта.
16. Логика и модифицируемые рассуждения. Формализация модифицируемых рассуждений.
17. Модальные логики знания и веры. Немонотонные логики Мак-Дермотта. Автоэпистемические логики.
18. Неклассические логики: индуктивные, абдуктивные, нечеткие, темпоральные, логики аргументации и др.
19. Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях.
20. Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Отношения частичного порядка.
21. Модели баз данных. Реляционные базы данных (БД), языки запросов.
22. CASE-средства и их использование при проектировании БД.
23. Стандарты языков SQL.
24. Современные системы управления БД (СУБД), их сравнительные характеристики.
25. Модели представления знаний. Организация баз знаний (БЗ).
26. Методы приобретения знаний, индуктивные методы обучения по примерам, методы на основе деревьев решений.
27. Системы управления БЗ (СУБЗ).
28. Организация реляционных (на основе концепции SQL) и нереляционных (на основе концепции NoSQL) БД/БЗ. Примеры нереляционных СУБД: графовая нереляционная СУБД Neo4j; документ-ориентированная СУБД MongoDB и др.
29. Защита информации в компьютерах, вычислительных системах и сетях.
30. Основные концепции Semantic Web.
31. Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры.
32. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные вычислительные системы (ВС), систолические структуры, нейросети.

33. Классификация ВС по способу организации параллельной обработки. Типы параллельных вычислительных систем.
34. Операционные средства для управления параллельной и распределенной обработкой (.NET, MPI, CORBA и др.).
35. Задачи условной оптимизации. Выпуклые функции. Задачи оптимизации с ограничениями в форме равенств и неравенств.
36. Методы штрафных и барьерных функций, комбинированный метод штрафов, методы проекции градиента.
37. Задачи векторной оптимизации. Основные понятия и определения. Определение Парето-оптимальных решений многокритериальной задачи.
38. Методы решения задач многокритериальной оптимизации: свертки, последовательных уступок.
39. Задача принятия решений. Специфика принятия решений в условиях определенности, риска, неопределенности. Классификация методов теории принятия решений.
40. Поиск решения в пространстве состояний. Задачи эвристического поиска. Метод уменьшения различий. Поиск решения на дереве игры: максимальный метод и метод α - β отсечения.
41. Основы теории статистических решений («игры с природой»). Методы поиска решения при известных и неизвестных вероятностях состояний природы.
42. Основы теории ожидаемой полезности. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения. Функция ожидаемой полезности.
43. Понятие искусственного интеллекта (ИИ), задачи ИИ. Основные направления и этапы развития ИИ.
44. Интеллектуальные системы (ИС) как системы, основанные на знаниях. Понятие экспертной системы (ЭС) и системы поддержки принятия решений (СППР).
45. Языки и системы представления знаний: LISP, PROLOG, CLIPS и др.
46. Поиск решения в условиях неопределенности: теоретико-вероятностные методы (метод Байеса, метод на основе субъективных вероятностей, байесовские сети доверия).
47. Поиск решения в условиях неопределенности: теория свидетельств Демпстера-Шейфера.
48. Использование нечеткой логики при поиске решения.
49. Методы поиска решений на основе прецедентов (Case-based reasoning) и аналогий.
50. Формирование знаний в ИС, машинное обучение и формирование понятий. Интеллектуальный анализ данных.
51. Введение в искусственные нейронные сети (ИНС). Математическая модель нейрона, персептрон. Однослойные и многослойные сети.
52. Применение методов и средств когнитивной графики для представления данных.

Вопросы, включенные в билеты для проведения экзамена:

1. Понятия энтропии и информации.
2. Понятие множества. Счетные и несчетные множества, мощность множества. Операции и отношения на множествах. Упорядоченные множества.
3. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки. Свойства решеток. Булевы решетки.
4. Понятие графа, основные характеристики. Эквивалентность и изоморфизм графов.
5. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Плоские графы и их основные свойства.
6. Взвешенные графы, задачи о кратчайших маршрутах.
7. Гиперграфы и мультиграфы.
8. Предмет математической логики. Формальные системы (ФС). Разрешимость и неразрешимость (ФС).
9. Исчисление высказываний как ФС. Свойства системы аксиом исчисления высказываний (полнота, непротиворечивость и независимость).
10. Исчисление предикатов первого порядка. Теорема о дедукции для исчисления предикатов. Свойства системы аксиом: полнота и непротиворечивость. Теорема Геделя о полноте.
11. Автоматическое доказательство теорем. Нормальные формы: дизъюнктивная, конъюнктивная, пренексная. Логические следствия.
12. Сколемовская нормальная форма. Универсум Эрбрана и эрбрановская база. Семантические деревья.
13. Принцип резолюции для логики предикатов первого порядка. Модификации принципа резолюции: семантическая резолюция, линейная резолюция.
14. Метод аналитических таблиц в логике предикатов первого порядка. Множество Хинтики для логики предикатов первого порядка.
15. Методы дедуктивного вывода в системах искусственного интеллекта.
16. Использование принципа резолюции в дедуктивных вопросно-ответных системах.
17. Логика и модифицируемые рассуждения. Формализация модифицируемых рассуждений.
18. Неклассические логики: индуктивные, абдуктивные, нечеткие, темпоральные, логики аргументации и др. (на примере какой-либо)
19. λ -исчисление. Функциональные языки, основанные на λ -исчислении на примере LISP.
20. Модели взаимодействующих и параллельных процессов: сети Петри, модель Хоара.
21. Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Отношения частичного порядка.
22. Модели и системы человеко-машинных интерфейсов.
23. Машинная графика.
24. Модели баз данных. Реляционные базы данных (БД), языки запросов.
25. CASE-средства и их использование при проектировании БД.

26. Модели представления знаний. Организация баз знаний (БЗ) и системы управления БЗ (СУБЗ).
27. Организация реляционных (на основе концепции SQL) и нереляционных (на основе концепции NoSQL) БД/БЗ.
28. Примеры нереляционных СУБД: графовая нереляционная СУБД Neo4j; документ-ориентированная СУБД MongoDB и др.
29. Методы приобретения знаний, индуктивные методы обучения по примерам, методы на основе деревьев решений.
30. Информационно-поисковые системы. Классификация. Методы реализации и ускорения поиска.
31. Защита информации в компьютерах, вычислительных системах и сетях.
32. Основные концепции Semantic Web.
33. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные вычислительные системы (ВС), систолические структуры, нейросети.
34. ВС, обеспечивающие выполнение вычислений, управляемых потоком данных.
35. Классификация ВС по способу организации параллельной обработки. Типы параллельных вычислительных систем.
36. Концепция GRID.
37. Операционные средства для управления параллельной и распределенной обработкой (.NET, MPI, CORBA, CUDA, OpenAcc и др.).
38. Управление параллельными процессами в ВС.
39. Задачи условной оптимизации. Выпуклые функции. Задачи оптимизации с ограничениями в форме равенств и неравенств.
40. Методы штрафных и барьерных функций, комбинированный метод штрафов, методы проекции градиента.
41. Задачи векторной оптимизации. Основные понятия и определения. Определение Парето-оптимальных решений многокритериальной задачи.
42. Методы решения задач многокритериальной оптимизации: свертки, последовательных уступок.
43. Задача принятия решений. Специфика принятия решений в условиях определенности, риска, неопределенности. Классификация методов теории принятия решений.
44. Поиск решения в пространстве состояний. Задачи эвристического поиска. Метод уменьшения различий. Поиск решения на дереве игры: максимальный метод и метод α - β отсечения.
45. Основы теории статистических решений («игры с природой»). Методы поиска решения при известных и неизвестных вероятностях состояний природы.
46. Основы теории ожидаемой полезности. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения. Функция ожидаемой полезности.
47. Понятие искусственного интеллекта (ИИ), задачи ИИ. Основные направления и этапы развития ИИ.

48. Интеллектуальные системы (ИС) как системы, основанные на знаниях. Понятие экспертной системы (ЭС) и системы поддержки принятия решений (СППР).
49. Языки и системы представления знаний: LISP, PROLOG, CLIPS и др.
50. Поиск решения в условиях неопределенности: теоретико-вероятностные методы (метод Байеса, метод на основе субъективных вероятностей, байесовские сети доверия).
51. Поиск решения в условиях неопределенности: теория свидетельств Демпстера-Шейфера.
52. Использование нечеткой логики при поиске решения.
53. Формирование знаний в ИС, машинное обучение и формирование понятий. Интеллектуальный анализ данных.
54. Эволюционное моделирование (ЭМ). Понятие генетического алгоритма (ГА), основные этапы.
55. Введение в искусственные нейронные сети (ИНС). Математическая модель нейрона, персептрон. Однослойные и многослойные сети.
56. Инструментальные средства конструирования ИС: языки ИИ, системы-оболочки, инструментальные среды, включая средства конструирования ИС реального времени (ИС РВ).

ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Требования и критерии оценивания ответов экзамена

В процессе экзамена оценивается уровень научно-исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос по существу.

Критерии выставления оценки на экзамене:

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется аспиранту, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка «ХОРОШО» выставляется аспиранту, в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам

Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется аспиранту, который:

- а) не ответил на вопросы экзаменационного билета
- б) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

Данные критерии указаны Инструктивным письмом И-23 от 14 мая 2012 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001.
2. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. 2-е издание // Под редакцией В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
3. Вагин В.Н. Знания и убеждения в интеллектуальном анализе данных. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019.
4. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2018.
5. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
6. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. Изд. БХВ, Санкт-Петербург, 2011.
7. Дейт К. Введение в системы баз данных. – М.: Вильямс, 2005.
8. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007.
9. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Применение темпоральных моделей в интеллектуальных системах / Интеллектуальные системы. Колл. монография. Выпуск третий. / Под. Ред. В.М. Курейчика. – М.: Физматлит. 2009. – С. 124-139.
10. Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Вузовская книга, 2004.
11. Искусственный интеллект: В 3 кн. Справочник / Под. ред. Э.В. Попова, Д.А. Поспелова, В.Н. Захарова, В.Ф. Хорошевского. – М.: Радио и связь. – 1990.
12. 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. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.

13. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
14. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 1-3. М., СПб., Киев: ИД "Вильямс", 2000.
15. Кудрявцев В.Б., Андреев А.Е., Гасанов Э.Э. Теория тестового распознавания. – М.: Физматлит, 2007.
16. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженеров. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004.
17. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. – М.: Наука, 2000.
18. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах: Учебник. Изд. второе, перераб. и доп. – М.: Логос, 2002.
19. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных: Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998.
20. Лопатин В.Н. Правовые основы информационной безопасности: Курс лекций. - М.: Изд-во МИФИ, 2000.
21. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
22. Макленнен Д. Microsoft SQL Server 2008: Data Mining – интеллектуальный анализ данных. - ВHV-СПб, 2009.
23. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. - М.: Мир, 2000.
24. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. – М.: ЭДИТОРИАЛ УРСС, 2011.
25. Назаров С.В., Широков А.И., Современные операционные системы. - М.: Изд-во Бинوم, 2011.
26. Новак В., Перфильева И, Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики. – М.: Физматлит, 2006.
27. Новейшие методы обработки изображений. / Под ред. А.А. Потапова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
28. Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.
29. Петровский А. Б. Теория принятия решений. — М.: Академия. 2009.
30. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. - М.: Радио и связь, 1989.
31. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
32. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. – М.: УРСС, 2011.
33. Рыбина Г.В. Основы построения интеллектуальных систем: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010.

34. Статические и динамические экспертные системы: Учеб. пособие / Э.В. Попов, И.Б. Фоминых, Е.Б. Кисель, М.Д. Шапот. - М.: Финансы и статистика, 1996.
35. Тидвелл Дж. Разработка пользовательских интерфейсов. - Питер, 2008.
36. Финн В.К. Искусственный интеллект: Методология, применения, философия. – М.: КРАСАНД, 2011.
37. Финн В.К. Автоматическое порождение гипотез в интеллектуальных системах / Сост. Е.С. Панкратова, В.К. Финн; Под. общ. ред. В.К. Финна. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
38. Фролов А.Б. Классификация и распознавание топологических форм. – М.: Изд-во МЭИ, 2010.
39. Хоар Ч. Взаимодействующие последовательные процессы. – М.: Изд. «Мир», 1989.
40. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. – М.: Вильямс, 2002.
41. Чень К., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М.: Наука, 1983.
42. Эндрюс В.Г. Основы многопоточного и параллельного программирования. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2003.
43. Тарасов, В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: Философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. – М.: Эдиториал УРСС, 2002 . (Науки об искусственном) . - ISBN 5-8360-0330-0 .;
44. Макшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. Н.- "Системы поддержки принятия решений", Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020. <https://e.lanbook.com/book/147135>.
45. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения : учебное пособие / Б. В. Добров, и др. – М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 . (Основы информационных технологий) . - ISBN 978-5-9963000-7-5 .;
46. Антониоу Г., Грос П., Хармелен в. Ф., Хоекстра Р.- "Семантический веб", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69963;
47. Гаврилова Т. А., Кудрявцев Д. В., Муромцев Д. И.- "Инженерия знаний. Модели и методы", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2020. <https://e.lanbook.com/book/147337>.
48. Шапиро, Л. Компьютерное зрение = Computer vision : учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная информатика (в областях)" : пер. с англ. / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; ред. С. М. Соколов . – 3-е изд. (электронное) . – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 . (Лучший зарубежный учебник) . - ISBN 978-5-9963-3003-4 .;
49. 2. Аверкин, А. Н. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы: учебное пособие по курсу "Нетрадиционные модели вычислений" по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Н. Аверкин, Е.

В. Деньщикова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . ISBN 978-5-7046-1547-7 .;

50. 3. Калитин Д. В.- "Artificial neural networks", Издательство: "МИСИС", Москва, 2018. <https://e.lanbook.com/book/108048>;

51. 4. Глория Б. Г., Оскар Д. С., Хосе Л. Э., Исмаэль С. Г.- "Обработка изображений с помощью OpenCV", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2016.

<https://e.lanbook.com/book/90116>.

52. Флах П.- "Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2015. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69955;

53. 2. Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А.- "Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python", Издательство: "ДМК Пресс", Москва, 2018. <https://e.lanbook.com/book/105836>;

54. 3. Ростовцев В. С.- "Искусственные нейронные сети", (2-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021. <https://e.lanbook.com/book/160142>;

55. Борисов В.В., Авраменко Д.Ю., Синявский Ю.В. Нечеткое ситуационное управление сложными системами на основе композиционных гибридных моделей. – Смоленск: Универсум, 2022. – 176 с.: ил. ISBN 978-5-91412-497-4.

Дополнительная литература:

1. И.Л. Бачило, В.Н. Лопатин, М.А. Федотов; Ред. Б. Н. Топорнин. Информационное право: учебник для вузов. – 2-е изд., с изм. и доп. – СПб.: Р. Асланов "Юридический центр Пресс", 2005. – 725 с.
2. Базы знаний интеллектуальных систем: Учебное пособие для вузов / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000.
3. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
4. Дейт К.Д. Основы будущих систем баз данных: Третий манифест: пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Янус-К, 2004. – 656 с.
5. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование, 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007. – 1152 с.
6. Зыков А.А. Основы теории графов. –М.: Вузовская книга, 2004. – 664 с.
7. Кудрявцев В.Б., Андреев А.Е., Гасанов Э.Э. Теория тестового распознавания. – М.: Физматлит. 2007. – 320 с.
8. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
9. А.А. Барсегян, и др. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining: учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.

10. Новак В., Перфильева И.Г., Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики. М.: Физматлит, 2006. – 352 с.
11. Петровский А.Б. Теория принятия решений. – М.: Академия. 2009. – 400 с.
12. Курейчик В.М. Генетические алгоритмы и их применение. – Таганрог: изд-во ТРТУ, 2-ое изд., 2007.
13. Теория принятия управленческих решений: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань» 2015.

Рекомендуются также статьи в журналах «Российская академия наук. Искусственный интеллект и принятие решений», «РАН. Теория и системы управления», «Программные продукты и системы. Международный научно-практический журнал» и материалы конференций по ИИ, например, Национальных конференциях по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ). Информацию о конференциях и семинарах по ИИ, конструированию СИИ и их применению можно получить на сайте Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ) <https://raai.org>.

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: Языки программирования C/C++, CLIPS, СУБД MariaDB/Postgres, компилятор Python и др.

Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ»
<https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ
<https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
<https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ
<http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ
<http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование»
<https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ"
<https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛИ:

Профессор кафедры Прикладной математики и искусственного интеллекта
доктор техн. наук, профессор



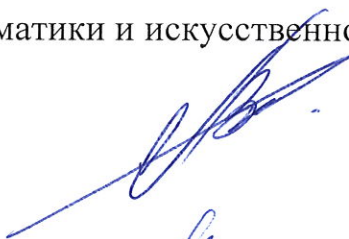
А.П. Еремеев

Профессор кафедры Прикладной математики и искусственного интеллекта
доктор техн. наук, профессор



И.Б. Фоминых

Зав. кафедрой Прикладной математики и искусственного интеллекта
канд. техн. наук, доцент



П.Р. Варшавский

ДИРЕКТОР ИВТИ

канд. техн. наук, доцент



С.В. Вишняков