

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Красноярский государственный медицинский
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого"
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра медицинской кибернетики и информатики

Системы искусственного интеллекта

**Сборник методических указаний для обучающихся к внеаудиторной (самостоятельной) работе по
направлению подготовки 34.03.01 Сестринское дело (очная форма обучения)**

Красноярск

2022

Системы искусственного интеллекта : сборник методических указаний для обучающихся к внеаудиторной (самостоятельной) работе по направлению подготовки 34.03.01 Сестринское дело (очная форма обучения) / сост. М.С. Апанович, Е.Н. Галушина. - Красноярск : тип. КрасГМУ, 2022.

Составители:

к.ф.-м.н. М.С. Апанович

к.ф.-м.н. Е.Н. Галушина

Сборник методических указаний предназначен для внеаудиторной работы обучающихся. Составлен в соответствии с ФГОС ВО 2017 по направлению подготовки 34.03.01 Сестринское дело (очная форма обучения), рабочей программой дисциплины (2022 г.) и СТО СМК 8.3.12-21. Выпуск 5.

Рекомендован к изданию по решению ЦКМС (Протокол № 10 от 26 мая 2022 г.)

© ФГБОУ ВО КрасГМУ
им.проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого
Минздрава России, 2022

1. Тема № 1. История развития искусственного интеллекта

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** понятие и принципы работы искусственного интеллекта., **уметь** конструировать определения интеллектуальных систем, адекватные решаемым задачам., **владеть** методами формализации и интерпретации интеллектуальных систем и их компонентов.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Искусственный интеллект — свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека; наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.

Искусственный интеллект связан со сходной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но не обязательно ограничивается биологически правдоподобными методами.

Существующие на сегодня интеллектуальные системы имеют достаточно узкие области применения. Например, программы, способные обыграть человека в шахматы, не могут отвечать на вопросы и т. д.

Интеллектуальная система (ИС, англ. intelligent system) — это техническая или программная система, способная решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы.

Предпосылки развития науки искусственного интеллекта

История искусственного интеллекта как нового научного направления начинается в середине XX века. К этому времени уже было сформировано множество предпосылок его зарождения: среди философов давно шли споры о природе человека и процессе познания мира, нейрофизиологи и психологи разработали ряд теорий относительно работы человеческого мозга и мышления, экономисты и математики задавались вопросами оптимальных расчётов и представления знаний о мире в формализованном виде; наконец, зародился фундамент математической теории вычислений — теории алгоритмов — и были созданы первые компьютеры.

Возможности новых машин в плане скорости вычислений оказались больше человеческих, поэтому в учёном сообществе зародился вопрос: каковы границы возможностей компьютеров и достигнут ли машины уровня развития человека? В 1950 году один из пионеров в области вычислительной техники, английский учёный Алан Тьюринг, пишет статью под названием «Может ли машина мыслить?», в которой описывает процедуру, с помощью которой можно будет определить момент, когда машина сравняется в плане разумности с человеком, получившую название теста Тьюринга.

История развития искусственного интеллекта в СССР и России

Коллежский советник Семён Николаевич Корсаков (1787—1853) ставил задачу усиления возможностей разума посредством разработки научных методов и устройств, перекликающуюся с современной концепцией искусственного интеллекта, как усилителя естественного. В 1832 году С. Н. Корсаков опубликовал описание пяти изобретённых им механических устройств, так называемых «интеллектуальных машин», для частичной механизации умственной деятельности в задачах поиска, сравнения и классификации. В конструкции своих машин Корсаков впервые в истории информатики применил перфорированные карты, игравшие у него своего рода роль баз знаний, а сами машины по существу являлись предтечами экспертных систем.

В СССР работы в области искусственного интеллекта начались в 1960-х годах. В Московском университете и Академии наук был выполнен ряд пионерских исследований, возглавленных Вениамином Пушкиным и Д. А. Поспеловым. С начала 1960-х М. Л. Цетлин с коллегами разрабатывали вопросы, связанные с обучением конечных автоматов.

В 1964 году была опубликована работа ленинградского логика Сергея Маслова «Обратный метод установления выводимости в классическом исчислении предикатов», в которой впервые предлагался метод автоматического поиска доказательства теорем в исчислении предикатов.

В 1966 году В. Ф. Турчиным был разработан язык рекурсивных функций Рефал.

Большой вклад в развитие искусственного интеллекта в СССР внес академик Г. С. Поспелов. Им были разработаны принципы создания комплекса взаимосвязанных человеко-машинных систем планирования разного уровня, построенных на основе специализированных систем экономико-математических моделей и принципов искусственного интеллекта, предложено обоснование необходимости создания систем коллективного диалогового пользования в задачах планирования, управления и проектирования, основанных на принципах искусственного интеллекта. Под его руководством были внедрены диалоговые и интеллектуальные системы перспективного планирования развития отраслей и комплексов отраслей промышленности (в частности, совместные разработки ВЦ АН СССР и институтов Минобороны, Минрадиопрома СССР и институтов Минмаша СССР).

До 1970-х годов в СССР все исследования ИИ велись в рамках кибернетики. По предложению академика А. И. Берга в Совете по кибернетике АН СССР была создана комиссия «Методы математической логики в проблемах ИИ», первым председателем которой был С. Ю. Маслов. По мнению Д. А. Поспелова, науки «информатика» и «кибернетика» были в это время смешаны, по причине ряда академических споров. Только в конце 1970-х в СССР начинают говорить о научном направлении «искусственный интеллект» как разделе информатики. При этом родилась и сама информатика, подчинив себе прародительницу «кибернетику». В конце 1970-х создаётся толковый словарь по искусственному интеллекту, трёхтомный справочник по искусственному интеллекту и энциклопедический словарь по информатике, в котором разделы «Кибернетика» и «Искусственный интеллект» входят наряду с другими разделами в состав информатики. Термин «информатика» в 1980-е годы получает широкое распространение, а термин «кибернетика» постепенно исчезает из обращения, сохранившись лишь в названиях тех институтов, которые возникли в эпоху «кибернетического бума» конца 1950-х — начала 1960-х годов. Такой взгляд на искусственный интеллект, кибернетику и информатику разделяется не всеми. Это связано с тем, что на Западе границы данных наук несколько отличаются.

По инициативе Г. С. Поспелова 10 сентября 1986 года при Президиуме АН СССР был создан Научный совет по проблеме «Искусственный интеллект» (председателем совета стал Г. С. Поспелов, его заместителями — Д. А. Поспелов и Э. В. Попов). Позже этот совет сыграл важную роль в развитии исследований по искусственному интеллекту в России и в целом в СССР.

В России 30 мая 2019 года на совещании по развитию цифровой экономики под председательством В. В. Путина было принято решение о подготовке национальной стратегии по искусственному интеллекту. В её рамках готовится федеральная программа с выделением 90 млрд рублей.

10 октября 2019 года В. В. Путин своим указом утвердил национальную стратегию развития искусственного интеллекта в России до 2030 года.

27 августа 2020 года был утверждён национальный проект «Искусственный интеллект», руководителем которого была назначена заместитель министра экономического развития Оксана Тарасенко.

В декабре 2020 года вторая конференция по искусственному интеллекту Artificial Intelligence Journey (AI Journey) вошла в топ-3 аналогичных форумов в мире. В ней участвовало (онлайн) более 20000 человек из 80 стран, в работе конференции принял участие Владимир Путин.

Весной 2021 года Председатель Правительства Михаил Мишустин утвердил правила выделения финансовой поддержки компаний, занятых в сфере ИИ, в размере 1,4 млрд.руб (на 2021 год).

Современный искусственный интеллект

Можно выделить два направления развития ИИ:

- решение проблем, связанных с приближением специализированных систем ИИ к возможностям человека, и их интеграции, которая реализована природой человека;
- создание искусственного разума, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную решать проблемы человечества.

Но в настоящий момент в области искусственного интеллекта наблюдается вовлечение многих предметных областей, имеющих скорее практическое отношение к ИИ, а не фундаментальное. Многие подходы были опробованы, но к возникновению искусственного разума ни одна исследовательская группа пока так и не подошла. Ниже представлены лишь некоторые наиболее известные разработки в области ИИ.

Известные ИИ-системы

Некоторые из самых известных ИИ-систем:

- Deep Blue — разработанный IBM, победил чемпиона мира по шахматам. Матч Каспаров против супер ЭВМ не принёс удовлетворения ни компьютерщикам, ни шахматистам, и система не была признана Каспаровым.

Затем линия суперкомпьютеров IBM проявилась в проектах brute force BluGene (молекулярное моделирование) и моделирование системы пирамидальных клеток в швейцарском центре Blue Brain.

- AlphaGo — разработанной Google DeepMind, выиграл матч в го у корейского профессионала 9 дана Ли Седоля.
- Watson — перспективная разработка IBM, способная воспринимать человеческую речь и производить вероятностный поиск, с применением большого количества алгоритмов. Для демонстрации работы Watson принял участие в американской игре «Jeopardy!», аналога «Своей игры» в России, где системе удалось выиграть в обеих играх.
- MYCIN — одна из ранних экспертных систем, которая могла диагностировать небольшой набор заболеваний, причем часто так же точно, как и доктора.
- 20Q — проект, основанный на идеях ИИ, по мотивам классической игры «20 вопросов». Стал очень популярен после появления в Интернете на сайте 20q.net.
- Распознавание речи. Системы такие как ViaVoice способны обслуживать потребителей.
- Роботы в ежегодном турнире RoboCup соревнуются в упрощённой форме футбола.

Разработчики компьютерных игр применяют ИИ в той или иной степени проработанности. Это образует понятие «Игровой искусственный интеллект». Стандартными задачами ИИ в играх являются нахождение пути в двумерном или трёхмерном пространстве, имитация поведения боевой единицы, расчёт верной экономической стратегии и так далее.

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое искусственный интеллект?
2. Что такое интеллектуальная система?
3. Перечислите направления развития искусственного интеллекта.
4. Каковы предпосылки развития науки искусственного интеллекта?
5. Перечислите основные этапы истории развития искусственного интеллекта в СССР и России.

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. СВОЙСТВО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВЫПОЛНЯТЬ ТВОРЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ, КОТОРЫЕ ТРАДИЦИОННО СЧИТАЮТСЯ ПРЕРОГАТИВОЙ ЧЕЛОВЕКА; НАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАШИН, ОСОБЕННО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ:

- 1) искусственный интеллект;
- 2) машинный интеллект;
- 3) биоинтеллект;
- 4) нейронная сеть;
- 5) искусственный геном;

2. ТЕХНИЧЕСКАЯ ИЛИ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА, СПОСОБНАЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ, ТРАДИЦИОННО СЧИТАЮЩИЕСЯ ТВОРЧЕСКИМИ, ПРИНАДЛЕЖАЩИЕ КОНКРЕТНОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ, ЗНАНИЯ О КОТОРОЙ ХРАНЯТСЯ В ПАМЯТИ ТАКОЙ СИСТЕМЫ:

- 1) интеллектуальная система;
- 2) информационная система;
- 3) нейронная система;
- 4) автоматизированная система;
- 5) медицинская система;

3. АВТОРОМ СТАТЬИ «МОЖЕТ ЛИ МАШИНА МЫСЛИТЬ» ЯВЛЯЕТСЯ:

- 1) Уильям Эшби;
- 2) Алан Тьюринг;
- 3) Артуро Розенблют;
- 4) Андрей Колмогоров;
- 5) Виктор Глушков;

4. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОМ ПОИСКЕ, АНАЛИЗЕ И СИНТЕЗЕ ТЕКУЩЕЙ ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ О НЕЙ НОВЫХ ЗНАНИЙ И РЕШЕНИЯ НА ЭТОЙ ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ЖИЗНЕННО ВАЖНЫХ ЗАДАЧ - ЭТО:

- 1) биоинтеллект;
- 2) машинный разум;
- 3) система искусственного интеллекта;
- 4) искусственный разум;
- 5) система машинного интеллекта;

5. ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ БЫЛА ОПУБЛИКОВАНА В:

- 1) 1950 году;
- 2) 1956 году;
- 3) 1964 году;
- 4) 1966 году;

5) 1962 году;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Система искусственного интеллекта (СИИ) – это компьютерная модель интеллектуальных возможностей человека в целенаправленном поиске, анализе и синтезе текущей информации об окружающей действительности для получения о ней новых знаний и решения на этой основе различных жизненно важных задач.

Вопрос 1: Чего хотят достичь исследователи работающие в этой области?;

Вопрос 2: Какие можно выделить направления развития искусственного интеллекта?;

1) Исследователи, работающие в этом направлении, надеются достичь такого понимания механизмов интеллекта, при котором можно будет составлять компьютерные программы с человеческим или более высоким уровнем интеллекта.;

2) Можно выделить два направления развития ИИ: решение проблем, связанных с приближением специализированных систем ИИ к возможностям человека, и их интеграции, которая реализована природой человека; создание искусственного разума, представляющего интеграцию уже созданных систем ИИ в единую систему, способную решать проблемы человечества.;

2. Общий подход к составлению компьютерных программ с человеческим или более высоким уровнем интеллекта состоит в разработке методов решения задач, для которых отсутствуют формальные алгоритмы: понимание естественного языка, обучение, доказательство теорем, распознавание сложных образов и т.д.

Вопрос 1: На что направлены теоретические исследования в данной области?;

Вопрос 2: На что направлены экспериментальные исследования в данной области?;

1) Теоретические исследования направлены на изучение интеллектуальных процессов и создание соответствующих математических моделей.;

2) Экспериментальные работы ведутся путем составления компьютерных программ и создания машин, решающих частные интеллектуальные задачи или разумно ведущих себя в заданной ситуации.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 2. Классификация интеллектуальных систем

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** основные виды интеллектуальных систем., **уметь** конструировать определения интеллектуальных систем, адекватные решаемым задачам., **владеть** терминологией в предметной области интеллектуальных систем.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Классификация систем искусственного интеллекта

Для интеллектуальных информационных систем характерны следующие признаки:

- развитые коммуникативные способности;
- умение решать сложные плохо формализуемые задачи;
- способность к самообучению;
- адаптивность.

Коммуникативные способности СИИ характеризуют способ взаимодействия (интерфейса) конечного пользователя с системой, в частности возможность формулирования произвольного запроса в диалоге с ИИС на языке, максимально приближенном к естественному.

Сложные плохо формализуемые задачи – это задачи, которые требуют построения оригинального алгоритма решения в зависимости от конкретной ситуации, для которой могут быть характерны неопределенность и динамичность исходных данных и знаний.

Способность к самообучению – это возможность автоматического извлечения знаний для решения задач из накопленного опыта конкретных ситуаций.

Адаптивность – способность к развитию системы в соответствии с объективными изменениями модели проблемной области.

В соответствии с перечисленными признаками ИИС делятся на (данная классификация – одна из возможных):

- системы с коммуникативными способностями (с интеллектуальным интерфейсом)

- интеллектуальные базы данных
- естественно-языковые интерфейсы
- гипертекстовые системы
- контекстные справочные системы
- когнитивная графика

- экспертные системы (системы для решения сложных задач)

- классифицирующие системы
- доопределяющие системы
- трансформирующие системы
- многоагентные системы

- самообучающиеся системы (системы, способные к самообучению)

- индуктивные системы
- нейронные сети
- системы на прецедентах
- информационные хранилища

- адаптивные системы (адаптивные информационные системы)

- CASE-технологии
- компонентная технология

Интеллектуальные базы данных отличаются от обычных баз данных возможностью выборки по запросу необходимой информации, которая может явно не храниться, а выводиться из имеющейся в базе данных.

Естественно-языковой интерфейс предполагает трансляцию естественно-языковых конструкций на внутримашинный уровень представления знаний. Для этого необходимо решать задачи морфологического, синтаксического и семантического анализа и синтеза высказываний на естественном языке. Так, морфологический анализ предполагает распознавание и проверку правильности написания слов по словарям, синтаксический контроль – разложение входных сообщений на отдельные компоненты (определение структуры) с проверкой соответствия грамматическим правилам внутреннего представления знаний и выявления недостающих частей и, наконец, семантический анализ – установление смысловой правильности синтаксических конструкций. Синтез высказываний решает обратную задачу преобразования внутреннего представления информации в естественно-языковое.

Естественно-языковой интерфейс используется для:

- доступа к интеллектуальным базам данных;
- контекстного поиска документальной текстовой информации;
- голосового ввода команд в системах управления;
- машинного перевода с иностранных языков.

Гипертекстовые системы предназначены для реализации поиска по ключевым словам в базах текстовой информации. Интеллектуальные гипертекстовые системы отличаются возможностью более сложной семантической организации ключевых слов, которая отражает различные смысловые отношения терминов. Таким образом, механизм поиска работает прежде всего с базой знаний ключевых слов, а уже затем непосредственно с текстом. В более широком плане сказанное распространяется и на поиск мультимедийной информации, включающей, помимо текстовой, и цифровую информацию.

Системы контекстной помощи можно рассматривать как частный случай интеллектуальных гипертекстовых и естественно-языковых систем. В отличие от обычных систем помощи, навязывающих пользователю схему поиска требуемой информации, в системах контекстной помощи пользователь описывает проблему (ситуацию), а система с помощью дополнительного диалога ее конкретизирует, и сама выполняет поиск относящихся к ситуации рекомендаций. Такие системы относятся к классу систем распространения знаний (Knowledge Publishing) и создаются как приложение к системам документации (например, технической документации по эксплуатации товаров).

Системы когнитивной графики позволяют осуществлять интерфейс пользователя с ИИС с помощью графических образов, которые генерируются в соответствии с происходящими событиями. Такие системы используются в мониторинге и управлении оперативными процессами. Графические образы в наглядном и интегрированном виде описывают множество параметров изучаемой ситуации. Например, состояние сложного управляемого объекта отображается в виде человеческого лица, на котором каждая черта отвечает за какой-либо параметр, а общее выражение лица дает интегрированную характеристику ситуации. Системы когнитивной графики широко используются также в обучающих и тренажерных системах на основе использования принципов виртуальной реальности, когда графические образы моделируют ситуации, в которых обучаемому необходимо принимать решения и выполнять определенные действия.

Экспертные системы предназначены для решения задач на основе накапливаемой базы знаний, отражающей опыт работы экспертов в рассматриваемой проблемной области.

Многоагентные системы – это динамические системы, для которых характерна интеграция в базе знаний нескольких разнородных источников знаний, обменивающихся между собой получаемыми результатами на динамической основе.

Для многоагентных систем характерны следующие особенности:

- проведение альтернативных рассуждений на основе использования различных источников знаний с механизмом устранения противоречий;
- распределенное решение проблем, которые разбиваются на параллельно решаемые подпроблемы, соответствующие самостоятельным источникам знаний;

- применение множества стратегий работы механизма вывода заключений в зависимости от типа решаемой проблемы;
- обработка больших массивов данных, содержащихся в базе данных;
- использование различных математических моделей и внешних процедур, хранимых в базе моделей;
- способность прерывания решения задач в связи с необходимостью получения дополнительных данных и знаний от пользователей, моделей, параллельно решаемых подпроблем.

В основе **самообучающихся систем** лежат методы автоматической классификации примеров ситуаций реальной практики.

Характерными признаками самообучающихся систем являются:

- самообучающиеся системы «с учителем», когда для каждого примера задается в явном виде значение признака его принадлежности некоторому классу ситуаций (классообразующего признака);
- самообучающиеся системы «без учителя», когда по степени близости значений признаков классификации система сама выделяет классы ситуаций.

Индуктивные системы используют обобщение примеров по принципу от частного к общему. Процесс классификации примеров осуществляется следующим образом:

1. Выбирается признак классификации из множества заданных (либо последовательно, либо по какому-либо правилу, например, в соответствии с максимальным числом получаемых подмножеств примеров).
2. По значению выбранного признака множество примеров разбивается на подмножества.
3. Выполняется проверка, принадлежит ли каждое образовавшееся подмножество примеров одному подклассу.
4. Если какое-то подмножество примеров принадлежит одному подклассу, то есть у всех примеров подмножества совпадает значение классообразующего признака, то процесс классификации заканчивается (при этом остальные признаки классификации не рассматриваются).
5. Для подмножеств примеров с несовпадающим значением классообразующего признака процесс классификации продолжается, начиная с пункта 1 (каждое подмножество примеров становится классифицируемым множеством).

Нейронные сети представляют собой устройства параллельных вычислений, состоящие из множества взаимодействующих простых процессоров. Каждый процессор такой сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам.

В экспертных системах, **основанных на прецедентах** (аналогиях), база знаний содержит описания не обобщенных ситуаций, а собственно сами ситуации или прецеденты.

Поиск решения проблемы в экспертных системах, основанных на прецедентах, сводится к поиску по аналогии (то есть абдуктивный вывод от частного к частному).

В отличие от интеллектуальной базы данных, **информационное хранилище** представляет собой хранилище извлеченной значимой информации из оперативной базы данных, которое предназначено для оперативного ситуационного анализа данных (реализации OLAP-технологии).

Типичными задачами оперативного ситуационного анализа являются:

- определение профиля потребителей конкретных объектов хранения;
- предсказание изменений объектов хранения во времени;
- анализ зависимостей признаков ситуаций (корреляционный анализ).

Адаптивная информационная система – это информационная система, которая изменяет свою структуру в соответствии с изменением модели проблемной области.

При этом:

- адаптивная информационная система должна в каждый момент времени адекватно поддерживать организацию бизнес-процессов;
- адаптивная информационная система должна проводить адаптацию всякий раз, как возникает потребность в

реорганизации бизнес-процессов;

- реконструкция информационной системы должна проводиться быстро и с минимальными затратами.

Ядром адаптивной информационной системы является постоянно развиваемая модель проблемной области (предприятия), поддерживаемая в специальной базе знаний - репозитории. На основе ядра осуществляется генерация или конфигурация программного обеспечения. Таким образом, проектирование и адаптация ИС сводится, прежде всего, к построению модели проблемной области и ее своевременной корректировке. Так как нет общепринятого определения, четкую единую классификацию интеллектуальных информационных систем дать затруднительно.

Если рассматривать интеллектуальные информационные системы с точки зрения решаемой задачи, то можно выделить

- системы управления и справочные системы
 - системы поддержки принятия решений
 - экспертные системы
 - вопросно-ответные системы
 - автоматизированные системы управления
 - обучающие системы (тестеры, имитаторы)
- системы компьютерной лингвистики
 - системы машинного перевода
 - системы распознавания речи (управляющие, диктовка)
 - системы синтеза речи
 - системы реферирования текстов
 - естественно-языковые интерфейсы
- системы распознавания
 - системы распознавания текста (печатного, рукописного)
 - системы идентификации (по голосу, походке, сетчатке и т.д.)
 - системы поиска (изображений, людей и т.д.)
- игровые системы
 - компьютерные игры (боты, разработки игр)
 - системы генерации (музыки, текстов, изображений)
- системы создания интеллектуальных информационных систем
 - среды разработки интеллектуальных систем
 - языки искусственного интеллекта
 - аппаратно-программные платформы (архитектуры компьютера)

При этом системы могут решать не одну, а несколько задач или в процессе решения одной задачи решать и ряд других. Например, при обучении иностранному языку система может решать задачи распознавания речи обучаемого, тестировать, отвечать на вопросы, переводить тексты с одного языка на другой и поддерживать естественноязыковой интерфейс работы.

Если классифицировать интеллектуальные информационные системы по критерию «используемые методы», то они делятся на

- жесткие
 - методы лабиринтного поиска
 - эвристическое программирование
 - модели представления знаний (сетевая, продукционная, логическая, фреймовая)
 - другие
- мягкие
 - нейронные сети
 - эволюционные методы
 - нечеткая логика и нечеткие множества
- гибридные

Мягкие вычисления (Soft Computing) - это сложная компьютерная методология, основанная на нечеткой логике, генетических вычислениях, нейрокомпьютинге и вероятностных вычислениях.

Жесткие вычисления - традиционные компьютерные вычисления (не мягкие).

Гибридные системы - системы, использующие более чем одну компьютерную технологию (в случае интеллектуальных систем - технологии искусственного интеллекта).

Возможны и другие классификации. Отсутствие четкой классификации также объясняется многообразием интеллектуальных задач и интеллектуальных методов, кроме того, искусственный интеллект – активно развивающаяся наука, в которой новые прикладные области осваиваются ежедневно.

Значение систем искусственного интеллекта

ИИ позволяет автоматизировать повторяющиеся процессы обучения и поиска за счет использования данных. Однако ИИ отличается от роботизации, в основе которой лежит применение аппаратных средств. Цель ИИ – не автоматизация ручного труда, а надежное и непрерывное выполнение многочисленных крупномасштабных компьютеризированных задач. Такая автоматизация требует участия человека для первоначальной настройки системы и правильной постановки вопросов.

ИИ делает существующие продукты интеллектуальными. Как правило, технология ИИ не реализуется как отдельное приложение. Функционал ИИ интегрируется в имеющиеся продукты, позволяя усовершенствовать их, точно так же, как технология Siri была добавлена в устройства Apple нового поколения. Автоматизация, платформы для общения, боты и «умные» компьютеры в сочетании с большими объемами данных могут улучшить различные технологии, которые используются дома и в офисах: от систем анализа данных о безопасности до инструментов инвестиционного анализа.

ИИ адаптируется благодаря алгоритмам прогрессивного обучения, чтобы дальнейшее программирование осуществлялось на основе данных. ИИ обнаруживает в данных структуры и закономерности, которые позволяют алгоритму освоить определенный навык: алгоритм становится классификатором или предикатором. Таким образом, по тому же принципу, по которому алгоритм осваивает игру в шахматы, он может научиться предлагать подходящие продукты онлайн. При этом модели адаптируются по мере поступления новых данных. Обратное распространение – это метод, который обеспечивает корректировку модели посредством обучения на базе новых данных, если первоначальный ответ оказывается неверным.

ИИ осуществляет более глубокий анализ больших объемов данных с помощью нейросетей со множеством скрытых уровней. Несколько лет назад создание системы обнаружения мошенничества с пятью скрытыми уровнями было практически невозможным. Все изменилось с колоссальным ростом вычислительных мощностей и появлением «больших данных». Для моделей глубокого обучения необходимо огромное количество данных, так как именно на их основе они и обучаются. Поэтому чем больше данных, тем точнее модели.

Глубинные нейросети позволяют ИИ достичь беспрецедентного уровня точности. К примеру, работа с Alexa, поисковой системой Google Search и сервисом Google Photos осуществляется на базе глубокого обучения, и чем чаще мы используем эти инструменты, тем эффективнее они становятся. В области здравоохранения диагностика раковых опухолей на снимках МРТ с помощью технологий ИИ (глубокое обучение, классификация изображений, распознавание объектов) по точности не уступает заключениям высококвалифицированных рентгенологов.

ИИ позволяет извлечь максимальную пользу из данных. С появлением самообучающихся алгоритмов сами данные становятся объектом интеллектуальной собственности. Данные содержат в себе нужные ответы – нужно лишь найти их при помощи технологий ИИ. Поскольку сейчас данные играют гораздо более важную роль, чем когда-либо ранее, они могут обеспечить конкурентное преимущество. При использовании одинаковых технологий в конкурентной среде выиграет тот, у кого наиболее точные данные.

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

5. Вопросы по теме занятия

1. Чем интеллектуальные базы данных отличаются от обычных баз данных?
2. Классификация интеллектуальных информационных систем по типам систем.
3. Классификация интеллектуальных информационных систем по решаемым задачам.
4. Классификация интеллектуальных информационных систем по методам.
5. Каково значение систем искусственного интеллекта?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. ВОЗМОЖНОСТЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИЗ НАКОПЛЕННОГО ОПЫТА КОНКРЕТНЫХ СИТУАЦИЙ – ЭТО СПОСОБНОСТЬ К:

- 1) самообучению;
- 2) самопознанию;
- 3) саморазвитию;
- 4) самоанализу;
- 5) самосовершенствованию;

2. СПОСОБНОСТЬ К РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ В СООТВЕТСТВИИ С ОБЪЕКТИВНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ МОДЕЛИ

ПРОБЛЕМНОЙ ОБЛАСТИ - ЭТО:

- 1) изменчивость;
- 2) адаптивность;
- 3) приспособляемость;
- 4) масштабируемость;
- 5) гибкость;

3. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ, ГИПЕРТЕКСТОВЫЕ СИСТЕМЫ, КОНТЕКСТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА - ЭТО:

- 1) системы с коммутативными способностями;
- 2) экспертные системы;
- 3) самообучающиеся системы;
- 4) адаптивные системы;
- 5) системы для решения сложных задач;

4. КЛАССИФИЦИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ, ДООПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ, ТРАНСФОРМИРУЮЩИЕ СИСТЕМЫ, МНОГОАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ - ЭТО:

- 1) системы с коммутативными способностями;
- 2) экспертные системы;
- 3) самообучающиеся системы;
- 4) адаптивные системы;
- 5) системы с интеллектуальным интерфейсом;

5. ИНДУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, СИСТЕМЫ НА ПРЕЦЕДЕНТАХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ХРАНИЛИЩА - ЭТО:

- 1) системы с коммутативными способностями;
- 2) экспертные системы;
- 3) самообучающиеся системы;
- 4) адаптивные системы;
- 5) системы с интеллектуальным интерфейсом;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Вы занимаетесь изучением интеллектуальных информационных систем.

Вопрос 1: Какие признаки характерны для интеллектуальных информационных систем?;

Вопрос 2: Какова классификация интеллектуальных систем на основе этих признаков?;

1) Для интеллектуальных информационных систем характерны следующие признаки: развитые коммуникативные способности; умение решать сложные плохо формализуемые задачи; способность к самообучению; адаптивность.;

2) В соответствии с перечисленными признаками ИИС делятся на: системы с коммутативными способностями (с интеллектуальным интерфейсом); экспертные системы (системы для решения сложных задач); самообучающиеся системы (системы, способные к самообучению); адаптивные системы (адаптивные информационные системы).;

2. Вам нужно реализовать поиск по ключевым словам в базах текстовой информации.

Вопрос 1: Какой интеллектуальной информационной системой Вы воспользуетесь?;

Вопрос 2: Каким образом работает механизм поиска при использовании данного вида интеллектуальной системы?;

1) Гипертекстовой системой.;

2) Механизм поиска работает прежде всего с базой знаний ключевых слов, а уже затем непосредственно с текстом. В более широком плане сказанное распространяется и на поиск мультимедийной информации, включающей, помимо текстовой, и цифровую информацию.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

Омельченко, В. П. [Медицинская информатика. Руководство к практическим занятиям](#) : учебное пособие / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 384 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 3. Теоретические аспекты инженерии знаний и архитектура интеллектуальных информационных систем
2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** способы представления знаний в интеллектуальных системах., **уметь** описывать базу знаний по требуемой предметной области., **владеть** терминологией в предметной области интеллектуальных систем.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Данные и знания

Данные - это информация, полученная в результате наблюдений или измерений отдельных свойств (атрибутов), характеризующих объекты, процессы и явления предметной области.

Знание - форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека. Знание помогает людям рационально организовывать свою деятельность и решать различные проблемы, возникающие в ее процессе; субъективный образ объективной реальности, то есть адекватное отражение внешнего и внутреннего мира в сознании человека в форме представлений, понятий, суждений, теорий.

Знание (в широком смысле) - совокупность понятий, теоретических построений и представлений.

Знание (в узком смысле) - признак определенного объема информации, определяющий ее статус и отделяющий от всей прочей информации по критерию способности к решению поставленной задачи.

Знание (с точки зрения представления знаний в интеллектуальных системах) - это связи и закономерности предметной области (принципы, модели, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющего специалистам ставить и решать задачи в данной области.

Свойства знаний

Знания от данных отличаются рядом свойств:

- внутренняя интерпретируемость;
- структурированность;
- связность;
- семантическая метрика;
- активность.

Внутренняя интерпретируемость. Данные, хранящиеся в памяти или на внешних носителях, лишены имен, таким образом, отсутствует возможность их однозначной идентификации системой. Данные может идентифицировать лишь программа, извлекающая их по определенному алгоритму. При переходе к знаниям в память вводится дополнительная информация (атрибуты: фамилия, год рождения, специальность, стаж). Атрибуты могут играть роль имен. По ним можно осуществлять поиск нужной информации.

Структурированность. Информационные единицы должны обладать гибкой структурой. Иначе говоря, должна существовать возможность произвольного установления между отдельными информационными единицами отношений типа «часть - целое», «род - вид» или «элемент - класс».

Связность. Между информационными единицами должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа. Семантика отношений может носить декларативный или процедурный характер. Например, две и более информационные единицы могут быть связаны отношением «одновременно», две информационные единицы - отношением «причина - следствие» или «быть рядом».

Семантическая метрика. На множестве информационных единиц в некоторых случаях полезно задавать отношение, характеризующее их ситуационную близость, то есть силу ассоциативной связи. Его можно было бы назвать отношением релевантности для информационных единиц. Оно дает возможность выделять в информационной базе некоторые типовые ситуации (например, «покупка», «регулирование движения на перекрестке»). Отношение релевантности при работе с информационными единицами позволяет находить знания, близкие к уже найденным.

Активность. Все вычислительные процессы инициируются командами, а данные используются этими командами лишь в случае необходимости. Иначе говоря, данные пассивны, а команды активны. Знания позволяют адаптироваться и действовать в реальной действительности. Существует огромное множество различных знаний, начиная от рецепта приготовления омлета до квантовой физики.

Классификация знаний

Знания можно классифицировать по нескольким критериям:

- по природе
 - семантические
 - синтаксические
 - прагматические
 - декларативные
 - процедурные
 - экстенциональные
 - интенциональные
 - функциональные
 - технологические
 - методологические
 - классификационные
- по источникам
 - интуитивные
 - здравый смысл
 - научные
 - теоретические
 - эмпирические
 - вненаучные
- по местонахождению
 - личностные
 - формализованные
- по глубине
 - поверхностные
 - глубинные

Знание синтаксического типа характеризует синтаксическую структуру потока информации, которая не зависит от смысла и содержания используемых при этом понятий, то есть интеллектуальную систему не образует.

Семантическое знание рассматривается как структура, образующая текущий контекст. Оно содержит информацию, непосредственно связанную с текущими значениями и смыслом описываемых понятий, и предопределяет состояние связей данных в информационной базе.

Прагматическое знание предопределяет наиболее вероятные связи, описывающие данные с точки зрения решаемой задачи (обобщенный или «объективный» контекст), например, с учетом действующих в данной задаче специфических критериев и соглашений.

Декларативные знания содержат в себе представление о структуре понятий. Эти знания приближены к данным, фактам. Например, высшее учебное заведение есть совокупность факультетов, а каждый факультет в свою очередь есть совокупность кафедр.

Процедурные знания имеют активную природу. Они определяют представления о средствах и путях получения новых знаний, проверке знаний. Это алгоритмы разного рода. С развитием информатики все большая часть знаний сосредотачивалась в структурах данных (таблицы, списки, абстрактные типы данных), то есть увеличивалась роль декларативных.

Существенными для понимания природы знаний являются способы определения понятий. Один из широко применяемых способов основан на идее интенционала и экстенционала.

Интенционал понятия – это определение его через соотнесение с понятием более высокого уровня абстракции с указанием специфических свойств.

Экстенционал понятия – это определение понятия через перечисление его конкретных примеров, то есть понятий более низкого уровня абстракции. Интенционалы формируют знания об объектах, в то время как экстенционалы объединяют данные.

Отсюда интенциональные знания – это знания о предметной области, которые отражают факты, закономерности, свойства и характеристики, справедливые для любых ситуаций, которые могут возникнуть в этой предметной области.

Экстенциональные знания – это знания о предметной области, отражающие факты, закономерности, свойства и характеристики, типичные для конкретных ситуаций или классов однотипных ситуаций, которые могут возникнуть в этой области.

Функциональные знания – это знания о выполняемых функциях отдельных предметов и о применении их в реальной действительности.

Технологические знания – специализированные знания, обеспечивающие поддержание технологических параметров производства; производственный опыт и навыки, используемые при решении повседневных производственных вопросов. Это может быть знание последовательности операций или знание технологической цепочки, позволяющие достигать поставленные цели в соответствии с принятой технологией.

Методологические знания – знания о методах преобразования действительности, научные знания о построении эффективной деятельности. К методологическим знаниям относят знание целей, форм и направлений развития теории, методов и способов эффективного преобразования практики.

Классификационные знания применяются главным образом в науке, являются обобщенными, системными знаниями. Пример – система элементов Д. И. Менделеева.

Интуиция – это вид знания, специфика которого обусловлена способом его приобретения. Это знание, не нуждающееся в доказательстве и воспринимаемое как достоверное. По способу получения интуиция – это прямое усмотрение объективной связи вещей, не опирающееся на доказательство (интуиция есть усмотрение внутренним зрением; от лат. *intueri* – созерцать).

Под здравым смыслом понимают знания, позволяющие принимать правильные решения и делать правильные предположения, основываясь на логическом мышлении и накопленном опыте. В этом значении термин зачастую акцентирует внимание на способности человеческого разума противостоять предрассудкам, заблуждениям, мистификациям.

Научные знания в любом случае должны быть основанными на эмпирической или теоретической доказательной основе.

Теоретические знания – абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и природу процессов, протекающих в предметной области. Эти знания объясняют явления и могут использоваться для прогнозирования поведения объектов. Теоретический уровень научного знания предполагает установление законов, дающих возможность идеализированного восприятия, описания и объяснения эмпирических ситуаций, то есть познания сущности явлений. Теоретические законы имеют более строгий, формальный характер по сравнению с эмпирическими. Термины описания теоретического знания относятся к идеализированным, абстрактным объектам. Подобные объекты невозможно подвергнуть непосредственной экспериментальной проверке.

Эмпирические знания получают в результате применения эмпирических методов познания: наблюдения, измерения, эксперимента. Это знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области. Эмпирические знания, как правило, констатируют качественные и количественные характеристики объектов и явлений. Эмпирические законы часто носят вероятностный характер и не являются строгими.

Вненаучные знания могут быть различными. Паранормальные знания – знания, несовместимые с имеющимся гносеологическим стандартом. Широкий класс паранаучного (пара от греч. около, при) знания включает в себя учения или размышления о феноменах, объяснение которых не является убедительным с точки зрения критериев научности. Лженаучные знания – сознательно эксплуатирующие домыслы и предрассудки. В качестве симптомов лженауки выделяют малограмотный пафос, принципиальную нетерпимость к опровергающим доводам, а также претенциозность. Лженаучные знания сосуществуют с научными знаниями.

Личностные (неявные, скрытые) знания – это знания людей, полученные из практики и опыта.

Формализованные (явные) знания – знания, содержащиеся в документах, на компакт-дисках, в персональных компьютерах, в Интернете, в базах знаний, в экспертных системах. Формализованные знания объективизируются знаковыми средствами языка, охватывают те знания, о которых мы знаем, их можно записать, сообщить другим.

Базы знаний

Перечисленные ниже пять особенностей информационных единиц определяют ту грань, за которой данные превращаются в знания, а базы данных перерастают в базы знаний.

База знаний (БЗ) - основа любой интеллектуальной системы, где знания описаны на некотором языке представления знаний, приближенном к естественному. Сегодня знания приобрели чисто декларативную форму, то есть знаниями считаются предложения, записанные на языках представления знаний, приближенных к естественному языку и понятных неспециалистам.

Внутренняя интерпретируемость. Каждая информационная единица должна иметь уникальное имя, по которому ИС находит ее, а также отвечает на запросы, в которых это имя упомянуто. Когда данные, хранящиеся в памяти, были лишены имен, то отсутствовала возможность их идентификации системой. Данные могла идентифицировать лишь программа, извлекающая их из памяти по указанию программиста, написавшего программу. Что скрывается за тем или иным двоичным кодом машинного слова, системе было неизвестно.

При переходе к знаниям в память компьютера вводится информация о некоторой протоструктуре информационных единиц. В рассматриваемом примере она представляет собой специальное машинное слово, в котором указано, в каких разрядах хранятся сведения о фамилиях, годах рождения, специальностях и стажах. При этом должны быть заданы специальные словари, в которых перечислены имеющиеся в памяти системы фамилии, года рождения, специальности и продолжительности стажа. Все эти атрибуты могут играть роль имен для тех машинных слов, которые соответствуют строкам таблицы. По ним можно осуществлять поиск нужной информации. Каждая строка таблицы будет экземпляром протоструктуры. В настоящее время СУБД обеспечивают реализацию внутренней интерпретируемости всех информационных единиц, хранящихся в базе данных.

Структурированность. Информационные единицы должны обладать гибкой структурой. Для них должен выполняться "принцип матрешки", т.е. рекурсивная вложимость одних информационных единиц в другие. Каждая информационная единица может быть включена в состав любой другой, и из каждой информационной единицы можно выделить некоторые составляющие ее информационные единицы. Другими словами, должна существовать возможность произвольного установления между отдельными информационными единицами отношений типа "часть - целое", "род - вид" или "элемент - класс".

Связность. В информационной базе между информационными единицами должна быть предусмотрена возможность установления связей различного типа. Прежде всего эти связи могут характеризовать отношения между информационными единицами. Семантика отношений может носить декларативный или процедурный характер. Например, две или более информационные единицы могут быть связаны отношением "одновременно", две информационные единицы - отношением "причина - следствие" или отношением "быть рядом". Приведенные отношения характеризуют декларативные знания. Если между двумя информационными единицами установлено отношение "аргумент - функция", то оно характеризует процедурное знание, связанное с вычислением определенных функций. Далее будем различать отношения структуризации, функциональные отношения, каузальные отношения и семантические отношения. С помощью первых задаются иерархии информационных единиц, вторые несут процедурную информацию, позволяющую находить (вычислять) одни информационные единицы через другие, третьи задают причинно-следственные связи, четвертые соответствуют всем остальным отношениям.

Между информационными единицами могут устанавливаться и иные связи, например, определяющие порядок выбора информационных единиц из памяти или указывающие на то, что две информационные единицы несовместимы друг с другом в одном описании.

Перечисленные три особенности знаний позволяют ввести общую модель представления знаний, которую можно назвать семантической сетью, представляющей собой иерархическую сеть, в вершинах которой находятся информационные единицы. Эти единицы снабжены индивидуальными именами. Дуги семантической сети соответствуют различным связям между информационными единицами.

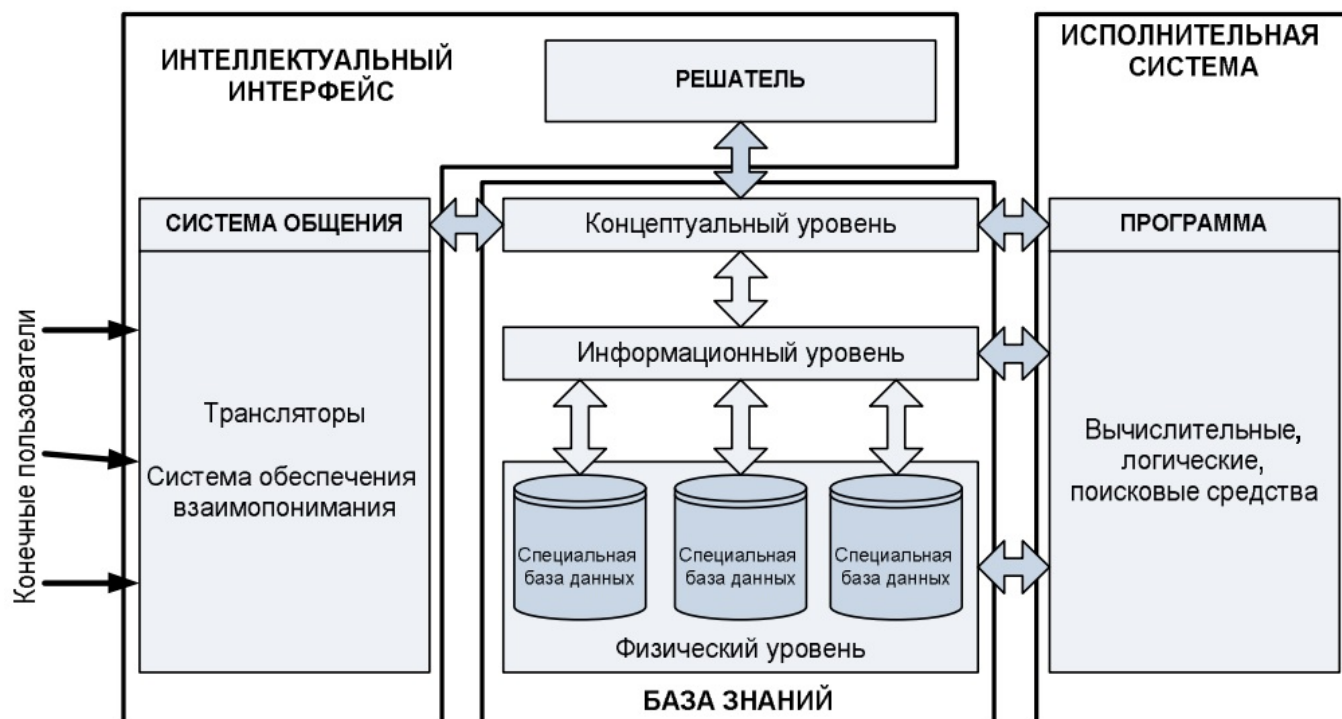
Семантическая метрика. На множестве информационных единиц в некоторых случаях полезно задавать отношение, характеризующее ситуационную близость информационных единиц, т.е. силу ассоциативной связи между информационными единицами. Его можно было бы назвать отношением релевантности для информационных единиц. Такое отношение дает возможность выделять в информационной базе некоторые типовые ситуации. Отношение релевантности при работе с информационными единицами позволяет находить знания, близкие к уже найденным.

Активность. Все процессы, протекающие в ЭВМ, инициируются командами, а данные используются этими командами лишь в случае необходимости. Для ИС эта ситуация не приемлема. Как и у человека, в ИС актуализации тех или иных действий способствуют знания, имеющиеся в системе. Таким образом, выполнение программ в ИС должно инициироваться текущим состоянием информационной базы. Появление в базе фактов или описаний событий, установление связей может стать источником активности системы.

Совокупность средств, обеспечивающих работу с знаниями, образует **Систему Управления Базой Знаний (СУБЗ)**. В настоящее время не существует баз знаний, в которых в полной мере были бы реализованы внутренняя интерпретируемость, структуризация, связность, введена семантическая мера и обеспечена активность знаний.

Архитектура систем искусственного интеллекта

Архитектура систем искусственного интеллекта включает три комплекса вычислительных средств.



Первый комплекс представляет собой совокупность средств, выполняющих программы (исполнительную систему), спроектированных с позиций эффективного решения задач, имеет в ряде случаев проблемную ориентацию.

Второй комплекс представляет собой совокупность средств интеллектуального интерфейса, имеющих гибкую структуру, которая обеспечивает возможность адаптации в широком спектре интересов конечных пользователей.

Третьим комплексом средств, с помощью которых организуется взаимодействие первых двух, является база знаний, обеспечивающая использование вычислительными средствами первых двух комплексов целостной и независимой от обрабатываемых программ системы знаний о проблемной среде. Исполнительная система объединяет всю совокупность средств, обеспечивающих выполнение сформированной программы.

Интеллектуальный интерфейс – система программных и аппаратных средств, обеспечивающих для конечного пользователя использование компьютера для решения задач, которые возникают в среде его профессиональной деятельности либо без посредников, либо с незначительной их помощью.

БЗ занимает центральное положение по отношению к остальным компонентам вычислительной системы. В целом, через БЗ осуществляется интеграция средств вычислительной системы, участвующих в решении задач.

Источник: Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое данные?

1) Данные – это информация, полученная в результате наблюдений или измерений отдельных свойств (атрибутов), характеризующих объекты, процессы и явления предметной области.;

2. Что такое знание?

1) Знание – форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека. Знание помогает людям рационально организовывать свою деятельность и решать различные проблемы, возникающие в ее процессе; субъективный образ объективной реальности, то есть адекватное отражение внешнего и внутреннего мира в сознании человека в форме представлений, понятий, суждений, теорий.;

3. Каковы свойства знания?

4. Классификация знаний.

5. Что такое база знаний?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. ЗНАНИЯ О ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ, КОТОРЫЕ ОТРАЖАЮТ ФАКТЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ, СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ, СПРАВЕДЛИВЫЕ ДЛЯ ЛЮБЫХ СИТУАЦИЙ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ В ЭТОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ - ЭТО:

- 1) интенциональные знания;
- 2) экстенциональные знания;
- 3) функциональные знания;
- 4) технологические знания;
- 5) методологические знания;

2. ЗНАНИЯ О ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ, ОТРАЖАЮЩИЕ ФАКТЫ, ЗАКОНОМЕРНОСТИ, СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ, ТИПИЧНЫЕ ДЛЯ КОНКРЕТНЫХ СИТУАЦИЙ ИЛИ КЛАССОВ ОДНОТИПНЫХ СИТУАЦИЙ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ, - ЭТО:

- 1) интенциональные знания;
- 2) экстенциональные знания;
- 3) функциональные знания;
- 4) технологические знания;
- 5) методологические знания;

3. ЗНАНИЯ О ВЫПОЛНЯЕМЫХ ФУНКЦИЯХ ОТДЕЛЬНЫХ ПРЕДМЕТОВ И О ПРИМЕНЕНИИ ИХ В РЕАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ - ЭТО:

- 1) интенциональные знания;
- 2) экстенциональные знания;
- 3) функциональные знания;
- 4) технологические знания;
- 5) методологические знания;

4. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ЗНАНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА; ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ОПЫТ И НАВЫКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ПОВСЕДНЕВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОПРОСОВ - ЭТО:

- 1) интенциональные знания;
- 2) экстенциональные знания;
- 3) функциональные знания;
- 4) технологические знания;
- 5) методологические знания;

5. ЗНАНИЯ О МЕТОДАХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, НАУЧНЫЕ ЗНАНИЯ О ПОСТРОЕНИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ - ЭТО:

- 1) интенциональные знания;
- 2) экстенциональные знания;
- 3) функциональные знания;
- 4) технологические знания;
- 5) методологические знания;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Ваш коллега поведал Вам историю о том, что у него в квартире вещи могут перемещаться самостоятельно. Он решил, что у него поселилось приведение.

Вопрос 1: Можно ли данное знание считать научным?;

Вопрос 2: Как можно классифицировать данное знание?;

- 1) Нет.;
- 2) Вненаучное знание, а именно, паранормальное знание.;

2. На медосмотре у Вас измерили вес и рост.

Вопрос 1: Какой был применен метод познания?;

Вопрос 2: Какие знания были получены в результате использования данного метода?;

- 1) Измерение.;
- 2) Эмпирические знания.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 4. Модели и методы представления знаний (в интерактивной форме)

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** способы представления знаний в интеллектуальных системах., **уметь** трансформировать описание ситуации в задачу, адекватную постановщику задачи., выбрать средства представления знаний, адекватные решаемой задаче., **владеть** моделями и средствами представления знаний.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Классификация моделей представления знаний

Совокупность знаний, нужных для принятия решений, принято называть предметной областью или **знаниями о предметной области**. В любой предметной области есть свои понятия и связи между ними, своя терминология, свои законы, связывающие между собой объекты данных предметной области, свои процессы и события. Кроме того, каждая предметная область имеет свои методы решения задач. Решая задачи такого вида на компьютере, используют информационные системы, ядром которых является база знаний, содержащая основные характеристики предметных областей.

Базы знаний базируются на моделях представления знаний, подобно базам данных, которые основаны на моделях представления данных (иерархической, сетевой, реляционной, постреляционной и т.д.).

Существуют два типа моделей представления знаний (ПЗ):

- формальные модели ПЗ;
- неформальные (семантические, реляционные) модели ПЗ.

Очевидно, все методы представления знаний, которые рассмотрены выше, включая продукции (это система правил, на которых основана продукционная модель представления знаний), относятся к неформальным моделям. В отличие от формальных моделей, в основе которых лежит строгая математическая теория, неформальные модели такой теории не придерживаются. Каждая неформальная модель годится только для конкретной предметной области и поэтому не обладает универсальностью, которая присуща моделям формальным. Логический вывод - основная операция в СИИ - в формальных системах строг и корректен, поскольку подчинен жестким аксиоматическим правилам. Вывод в неформальных системах во многом определяется самим исследователем, который и отвечает за его корректность.

При представлении знаний в памяти интеллектуальной системы традиционные языки, основанные на численном представлении данных, являются неэффективными. Для этого используются специальные языки представления знаний, основанные на символьном представлении данных. Они делятся на типы по формальным моделям представления знаний. Наиболее часто используется на практике классификация моделей представления знаний, где модели представления знания делятся на

- детерминированные (жесткие)

- фреймы
- логико-алгебраические
- сетевые
- продукционные

- мягкие

- нечеткие системы
- нейронные сети
- эволюционные модели
- гибридные системы

С моделированием знаний непосредственно связана проблема выбора языка представления. В целях классификации моделей представления знаний выделяется девять ключевых требований к моделям знаний:

- общность (универсальность);

- наглядность представления знаний;
- однородность;
- реализация в модели свойства активности знаний;
- открытость;
- возможность отражения структурных отношений объектов предметной области;
- наличие механизма «проецирования» знаний на систему семантических шкал;
- возможность оперирования нечеткими знаниями;
- использование многоуровневых представлений (данные, модели, метамодели, метаметамодели и т.д.).

Модели представления знаний не удовлетворяют полностью этим требованиям, чем и объясняется их многообразие и активное развитие данного направления.

Неформальные (семантические) модели

Каждому из методов ПЗ соответствует свой способ описания знаний.

Логические модели. В основе моделей такого типа лежит формальная система, задаваемая четверкой вида: $M = \langle T, P, A, B \rangle$. Множество T есть множество базовых элементов различной природы, например, слов из некоторого ограниченного словаря, деталей детского конструктора, входящих в состав некоторого набора и т.п. Важно, что для множества T существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к этому множеству. Процедура такой проверки может быть любой, но за конечное число шагов она должна давать положительный или отрицательный ответ на вопрос, является ли x элементом множества T . Обозначим эту процедуру $P(T)$.

Множество P есть множество синтаксических правил. С их помощью из элементов T образуют синтаксически правильные совокупности. Например, из слов ограниченного словаря строятся синтаксически правильные фразы, из деталей детского конструктора с помощью гаек и болтов собираются новые конструкции. Декларируется существование процедуры $P(P)$, с помощью которой за конечное число шагов можно получить ответ на вопрос, является ли совокупность X синтаксически правильной.

В множестве синтаксически правильных совокупностей выделяется некоторое подмножество A . Элементы A называются аксиомами. Как и для других составляющих формальной системы, должна существовать процедура $P(A)$, с помощью которой для любой синтаксически правильной совокупности можно получить ответ на вопрос о принадлежности ее к множеству A .

Множество B есть множество правил вывода. Применяя их к элементам A , можно получать новые синтаксически правильные совокупности, к которым снова можно применять правила из B . Так формируется множество выводимых в данной формальной системе совокупностей. Если имеется процедура $P(B)$, с помощью которой можно определить для любой синтаксически правильной совокупности, является ли она выводимой, то соответствующая формальная система называется разрешимой. Это показывает, что именно правило вывода является наиболее сложной составляющей формальной системы.

Для знаний, входящих в базу знаний, можно считать, что множество A образуют все информационные единицы, которые введены в базу знаний извне, а с помощью правил вывода из них выводятся новые производные знания. Другими словами, формальная система представляет собой генератор порождения новых знаний, образующих множество выводимых в данной системе знаний. Это свойство логических моделей делает их притягательными для использования в базах знаний. Оно позволяет хранить в базе лишь те знания, которые образуют множество A , а все остальные знания получать из них по правилам вывода.

Сетевые модели. В основе моделей этого типа лежит конструкция, названная ранее семантической сетью. Сетевые модели формально можно задать в виде $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, \Gamma \rangle$ $\langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, \Gamma \rangle$. Здесь I есть множество информационных единиц; C_1, C_2, \dots, C_n - множество типов связей между информационными единицами. Отображение Γ задает между информационными единицами, входящими в I , связи из заданного набора типов связей.

В зависимости от типов связей, используемых в модели, различают классифицирующие сети, функциональные сети и сценарии. В классифицирующих сетях используются отношения структуризации. Такие сети позволяют в базах знаний вводить разные иерархические отношения между информационными единицами. Функциональные сети

характеризуются наличием функциональных отношений. Их часто называют вычислительными моделями, т.к. они позволяют описывать процедуры "вычислений" одних информационных единиц через другие. В сценариях используются каузальные отношения, а также отношения типов "средство - результат", "орудие - действие" и т.п. Если в сетевой модели допускаются связи различного типа, то ее обычно называют семантической сетью.

Продукционные модели. В моделях этого типа используются некоторые элементы логических и сетевых моделей. Из логических моделей заимствована идея правил вывода, которые здесь называются продукциями, а из сетевых моделей - описание знаний в виде семантической сети. В результате применения правил вывода к фрагментам сетевого описания происходит трансформация семантической сети за счет смены ее фрагментов, наращивания сети и исключения из нее ненужных фрагментов. Таким образом, в продукционных моделях процедурная информация явно выделена и описывается иными средствами, чем декларативная информация. Вместо логического вывода, характерного для логических моделей, в продукционных моделях появляется вывод на знаниях.

Фреймовые модели. В отличие от моделей других типов во фреймовых моделях фиксируется жесткая структура информационных единиц, которая называется протофреймом. В общем виде она выглядит следующим образом:

(Имя фрейма:

Имя слота 1(значение слота 1)

Имя слота 2(значение слота 2)

.....

Имя слота К (значение слота К)).

Значением слота может быть практически что угодно (числа или математические соотношения, тексты на естественном языке или программы, правила вывода или ссылки на другие слоты данного фрейма или других фреймов). В качестве значения слота может выступать набор слотов более низкого уровня, что позволяет во фреймовых представлениях реализовать "принцип матрешки".

При конкретизации фрейма ему и слотам присваиваются конкретные имена и происходит заполнение слотов. Таким образом, из протофреймов получают фреймы - экземпляры. Переход от исходного протофрейма к фрейму - экземпляру может быть многошаговым, за счет постепенного уточнения значений слотов.

Связи между фреймами задаются значениями специального слота с именем "Связь". Часть специалистов по ИС считает, что нет необходимости специально выделять фреймовые модели в представлении знаний, т.к. в них объединены все основные особенности моделей остальных типов.

Формальные модели представления знаний

Интеллектуальная система в определенном смысле моделирует интеллектуальную деятельность человека и, в частности, - логику его рассуждений. В грубо упрощенной форме наши логические построения при этом сводятся к следующей схеме: из одной или нескольких посылок (которые считаются истинными) следует сделать "логически верное" заключение (вывод, следствие). Очевидно, для этого необходимо, чтобы и посылки, и заключение были представлены на понятном языке, адекватно отражающем предметную область, в которой проводится вывод. В обычной жизни это наш естественный язык общения, в математике, например, это язык определенных формул и т.п. Наличие же языка предполагает, во-первых, наличие алфавита (словаря), отображающего в символической форме весь набор базовых понятий (элементов), с которыми придется иметь дело и, во - вторых, набор синтаксических правил, на основе которых, пользуясь алфавитом, можно построить определенные выражения.

Логические выражения, построенные в данном языке, могут быть истинными или ложными. Некоторые из этих выражений, являющиеся всегда истинными. Объявляются аксиомами (или постулатами). Они составляют ту базовую систему посылок, исходя из которой и пользуясь определенными правилами вывода, можно получить заключения в виде новых выражений, также являющихся истинными.

Если перечисленные условия выполняются, то говорят, что система удовлетворяет требованиям формальной теории. Ее так и называют формальной системой (ФС). Система, построенная на основе формальной теории, называется также аксиоматической системой.

Формальная теория должна, таким образом, удовлетворять следующему определению:

всякая формальная теория $F = (A, V, W, R)$, определяющая некоторую аксиоматическую систему, характеризуется:

- наличием алфавита (словаря), A ;

- множеством синтаксических правил, V ;
- множеством аксиом, лежащих в основе теории, W ;
- множеством правил вывода, R .

Исчисление высказываний (ИВ) и исчисление предикатов (ИП) являются классическими примерами аксиоматических систем. Эти ФС хорошо исследованы и имеют прекрасно разработанные модели логического вывода - главной метапроцедуры в интеллектуальных системах. Поэтому все, что может и гарантирует каждая из этих систем, гарантируется и для прикладных ФС как моделей конкретных предметных областей. В частности, это гарантии непротиворечивости вывода, алгоритмической разрешимости (для исчисления высказываний) и полурешимости (для исчислений предикатов первого порядка).

ФС имеют и недостатки, которые заставляют искать иные формы представления. Главный недостаток - это "закрытость" ФС, их негибкость. Модификация и расширение здесь всегда связаны с перестройкой всей ФС, что для практических систем сложно и трудоемко. В них очень сложно учитывать происходящие изменения. Поэтому ФС как модели представления знаний используются в тех предметных областях, которые хорошо локализируются и мало зависят от внешних факторов.

Источник: Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

5. Вопросы по теме занятия

1. Какие требования предъявляются к моделям знаний?
2. Что лежит в основе логической модели?
 - 1) В основе логических моделей лежит формальная система, задаваемая четверкой вида: $M = \langle T, P, A, B \rangle$. Множество T есть множество базовых элементов различной природы, например, слов из некоторого ограниченного словаря, деталей детского конструктора, входящих в состав некоторого набора и т.п. Важно, что для множества T существует некоторый способ определения принадлежности или непринадлежности произвольного элемента к этому множеству. Процедура такой проверки может быть любой, но за конечное число шагов она должна давать положительный или отрицательный ответ на вопрос, является ли x элементом множества T . Обозначим эту процедуру $\Pi(T)$.
3. Что лежит в основе сетевой модели?
4. Что лежит в основе продукционных моделей?
5. Что лежит в основе фреймовых моделей?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. БАЗЫ ЗНАНИЙ БАЗИРУЮТСЯ НА:
 - 1) моделях представления знаний;
 - 2) моделях представления данных;
 - 3) знаниях;
 - 4) данных;
 - 5) информации;
2. МОДЕЛЬ, В ОСНОВЕ КОТОРОЙ ЛЕЖИТ ФОРМАЛЬНАЯ СИСТЕМА, ЗАДАВАЕМАЯ ЧЕТВЕРКОЙ ВИДА: $M = \langle T; P, A, B \rangle$, НАЗЫВАЕТСЯ:
 - 1) логической моделью;
 - 2) сетевой моделью;
 - 3) продукционной моделью;
 - 4) фреймовой моделью;
 - 5) нейронной моделью;
3. МОДЕЛЬ, В ОСНОВЕ КОТОРОЙ ЛЕЖИТ СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕТЬ, НАЗЫВАЕТСЯ:
 - 1) логической моделью;
 - 2) сетевой моделью;
 - 3) продукционной моделью;
 - 4) фреймовой моделью;
 - 5) нейронной моделью;
4. МОДЕЛЬ, В КОТОРОЙ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛОГИЧЕСКОЙ И СЕТЕВОЙ МОДЕЛЕЙ, НАЗЫВАЕТСЯ:
 - 1) логической моделью;
 - 2) сетевой моделью;
 - 3) продукционной моделью;
 - 4) фреймовой моделью;
 - 5) нейронной моделью;
5. МОДЕЛЬ, В КОТОРОЙ ФИКСИРУЕТСЯ ЖЕСТКАЯ СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ ЕДИНИЦ, НАЗЫВАЕТСЯ:

- 1) логической моделью;
- 2) сетевой моделью;
- 3) продукционной моделью;
- 4) фреймовой моделью;
- 5) нейронной моделью;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Сетевые модели формально можно задать в виде $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, \Gamma \rangle$. Здесь I есть множество информационных единиц; C_1, C_2, \dots, C_n - множество типов связей между информационными единицами. Отображение Γ задает между информационными единицами, входящими в I , связи из заданного набора типов связей.

Вопрос 1: Какие бывают сетевые модели в зависимости от типов связей?;

Вопрос 2: Как называется сетевая модель, если в ней допускаются связи различного типа?;

- 1) В зависимости от типов связей, используемых в модели, различают классифицирующие сети, функциональные сети и сценарии.;
 - 2) Если в сетевой модели допускаются связи различного типа, то ее обычно называют семантической сетью.;
2. В продукционных моделях используются некоторые элементы логических и сетевых моделей. Из логических моделей заимствована идея правил вывода, которые здесь называются продукциями, а из сетевых моделей - описание знаний в виде семантической сети.

Вопрос 1: Что заимствовано из логических моделей?;

Вопрос 2: Что заимствовано из сетевых моделей?;

- 1) Из логических моделей заимствована идея правил вывода, которые здесь называются продукциями.;
- 2) Из сетевых моделей заимствовано описание знаний в виде семантической сети.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 5. Исчисление высказываний (в интерактивной форме)

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** способы представления знаний в интеллектуальных системах., классы задач, решаемых с помощью интеллектуальных систем., **уметь** трансформировать описание ситуации в задачу, адекватную постановщику задачи., выбрать средства представления знаний, адекватные решаемой задаче., **владеть** моделями и средствами представления знаний.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Высказывание есть утвердительное предложение, которое либо истинно, либо ложно, но не то и другое вместе.

Примеры высказываний: «Снег белый», «Николаев – декан».

«Истина» или «ложь», приписанная некоторому высказыванию, называется истинностным значением этого высказывания.

Рассмотрим три истинных предложения:

- За день до своей смерти он был еще жив;

- Если верно, что когда идет дождь, то дорога мокрая, то справедливо также и следующее утверждение: если дорога сухая, то дождя нет;

- Земля вертится.

Чтобы убедиться в правильности первого предложения, достаточно понимать смысл слов: это предложение является истиной языка. Чтобы принять второе утверждение, достаточно понимать смысл некоторых слов (если...то, нет), а также знать, что части фразы «идет дождь» и «дорога мокрая» являются высказываниями, которые могут быть истинными или ложными, однако все предложение останется истинным, если заменить эти два высказывания другими. Такие истины называются логическими истинами. Третье предложение выражает некоторый факт из физики и астрономии и является фактической истиной.

Исчисление высказываний – формальная логическая система. Множество ее базовых элементов составляют логический словарь (алфавит) T из бесконечного счетного множества высказываний, обозначаемых строчными латинскими буквами (иногда с индексами) и называемых атомами и пяти элементарных логических функций (связок):

- «отрицание» - \neg , \sim , $-$, not, не;
- «конъюнкция» - \wedge , $\&$, and, и;
- «дизъюнкция» - \vee , $|$, or, или;
- «импликация» - \rightarrow , \supset , \Rightarrow ;
- «эквивалентность» - \leftrightarrow , \equiv , \Leftrightarrow .

Словарь исчисления высказываний дает возможность строить составные высказывания из простых, соединяя их логическими связками. Правила построения S описывают выражения, являющиеся объектами языка. Такие высказывания называются формулами.

Совокупность правил построения формул выглядит так:

- Всякий атом (высказывание) является формулой;

- Если X и Y - формулы, то $\neg X$, $(X \wedge Y)$, $(X \vee Y)$, $(X \rightarrow Y)$ и $(X \leftrightarrow Y)$ - формулы;

- Никаких формул, кроме порожденных применением указанных выше правил, нет.

Круглые скобки позволяют указать порядок, в котором применялись правила. Если в примере 2 утверждений, приведенных выше, обозначим высказывание «идет дождь» буквой P , а высказывание «дорога мокрая» буквой Q , то используя правила построения все утверждение записывается следующим образом:

$$(P \rightarrow Q) \rightarrow (\neg Q \rightarrow \neg P).$$

Объектами изучения естественных и формальных языков являются, в частности, синтаксис, который позволяет распознавать фразы среди наборов слов, и семантика, которая придает определенное значение фразам. Это относится и к исчислению высказываний. Любое высказывание может быть либо истинно, либо ложно. Введем семантическую область $\{И, Л\}$. Интерпретировать формулу это значит приписать ей одно из двух значений истинности: И или Л. Значение истинности формулы зависит только от структуры этой формулы и от значений истинности составляющих ее высказываний. Таблица истинности логических связок исчисления высказываний приведена ниже.

P	Q	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \rightarrow Q$	$P \leftrightarrow Q$
И	И	Л	И	И	И	И
И	Л	Л	Л	И	Л	Л
Л	И	И	Л	И	И	Л
Л	Л	И	Л	Л	И	И

Если формула состоит из нескольких атомов, то истинность формулы определяется при всех возможных комбинациях истинностных значениях атомов, встречающихся в формуле.

Рассмотрим формулу: $(P \wedge Q) \rightarrow (\neg R)$. Таблица истинности для нее будет выглядеть следующим образом:

P	Q	R	$\neg R$	$P \wedge Q$	$(P \wedge Q) \rightarrow (\neg R)$
И	И	И	Л	И	Л
И	И	Л	И	И	И
И	Л	И	Л	Л	И
И	Л	Л	И	Л	И
Л	И	И	Л	Л	И
Л	И	Л	И	Л	И
Л	Л	И	Л	Л	И
Л	Л	Л	И	Л	И

Определение 1: интерпретацией формулы исчисления высказываний называется такое приписывание истинностных значений атомам формулы, при котором каждому из атомов приписано либо И, либо Л.

Определение 2: Формула истинна при некоторой интерпретации тогда и только тогда, когда она получает значение И в этой интерпретации, в противном случае формула ложна.

Определение 3: Формула является общезначимой (тавтологией) тогда и только тогда, когда она истинна при всех возможных интерпретациях. Формула является необщезначимой тогда и только тогда, когда она не является общезначимой.

Определение 4: Формула является противоречивой (невыполнимой) тогда и только тогда, когда она ложна при всех возможных интерпретациях. Формула является непротиворечивой (выполнимой) тогда и только тогда, когда она не является противоречивой.

Если Q - тавтология, то ее обозначают как $\models Q$. Если E - множество формул, то запись $E \models Q$ означает, что при всех интерпретациях, при которых истинны все формулы из E, истинна также формула Q. Формула Q называется логическим следствием из E. Таким образом, тавтология - логическое следствие из пустого множества. Если E содержит единственный элемент P, то $P \models Q$. Тогда Q является логическим следствием P тогда и только тогда, когда импликация $P \rightarrow Q$ есть тавтология, или $P \models Q \leftrightarrow \models (P \rightarrow Q)$. В более общем виде можно написать: $\{ F1, F2, \dots, Fn \} \models Q \leftrightarrow \models (F1 \wedge F2 \wedge \dots \wedge Fn) \models Q$.

Определение 5: Пусть даны формулы $F1, F2, \dots, Fn$ и формула Q. Говорят, что Q есть логическое следствие формул $F1, F2, \dots, Fn$ тогда и только тогда, когда для всякой интерпретации I, в которой $F1 \wedge F2 \wedge \dots \wedge Fn$ истинна, Q также истинна. $F1, F2, \dots, Fn$ называются аксиомами (или постулатами, или посылками, или гипотезами).

Если формулы P и Q - логические следствия друг друга, то они называются логически эквивалентными. Такая ситуация имеет место тогда и только тогда, когда формула $(P \leftrightarrow Q)$ является тавтологией. Понятие тавтологии совпадает с понятием теоремы в аксиоматической системе. Аксиоматическая система обладает свойством адекватности, то есть она состоит из множества аксиом, считающихся общезначимыми. Кроме аксиом в аксиоматическую систему входит множество правил вывода, позволяющих строить новые общезначимые выражения из аксиом и уже полученных общезначимых выражений. Выводимая формула обозначается $\vdash P$.

Древнейшая из аксиоматических теорий - это Евклидова геометрия.

Исчисление высказываний тоже является аксиоматической системой. Любая аксиоматическая система должна удовлетворять следующим требованиям:

- Непротиворечивость: невозможность вывода отрицания уже доказанного выражения (которое считается общезначимым);
- Независимость (минимальность): система не должна содержать бесполезных аксиом и правил вывода. Некоторое выражение независимо от аксиоматической системы, если его нельзя вывести с помощью этой системы. В минимальной системе каждая аксиома независима от остальной системы, то есть не выводима из других аксиом.
- Полнота (взаимность адекватности): любая тавтология выводима из системы аксиом. В адекватной системе аксиом любая выводимая формула есть тавтология, то есть верно, что $\vdash P \rightarrow \vdash P$. Соответственно в полной систем верно: $\vdash P \rightarrow \vdash P$.

Некоторое множество тавтологий составляет систему аксиом А. Приведем две наиболее известные системы аксиом, обладающие всеми вышеперечисленными свойствами.

Классическая система аксиом:

$$P \rightarrow (Q \rightarrow P);$$

$$(P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R));$$

$$(P \rightarrow \neg Q) \rightarrow ((\neg P \rightarrow Q) \rightarrow P).$$

Система аксиом Новикова:

$$P \rightarrow (Q \rightarrow P);$$

$$(P \rightarrow (Q \rightarrow R)) \rightarrow ((P \rightarrow Q) \rightarrow (P \rightarrow R));$$

$$P \wedge Q \rightarrow P;$$

$$P \wedge Q \rightarrow Q;$$

$$(P \rightarrow Q) \rightarrow ((P \rightarrow R) \rightarrow (P \rightarrow Q \wedge R));$$

$$P \rightarrow P \vee Q;$$

$$Q \rightarrow P \vee Q;$$

$$(P \rightarrow R) \rightarrow ((Q \rightarrow R) \rightarrow (P \vee Q \rightarrow R));$$

$$(P \rightarrow Q) \rightarrow (\neg Q \rightarrow \neg P);$$

$$P \rightarrow \neg \neg P;$$

$$\neg \neg P \rightarrow P.$$

Существует три обязательных правила вывода, входящих в В в исчислении высказываний:

- Все аксиомы выводимы.

- Правило одновременной подстановки: если некоторая тавтология U содержит атом P, то одновременная замена всех вхождений атома P в U на любую формулу Q приводит к порождению тавтологии.

- Modus Ponens (заключение): если P - тавтология, и $P \rightarrow Q$, то Q - тавтология.

Можно доказать следующие дополнительные правила вывода:

Если P - тавтология, то $Q \rightarrow P$ - тавтология (доказательство следует из аксиомы 1.1 и правила вывода 3).

Свойство транзитивности отношения следования: если $P \rightarrow Q$, $Q \rightarrow R$ - тавтологии, то $P \rightarrow R$ - тавтология.

Обобщением правила 4 является теорема дедукции: необходимым и достаточным условием выводимости Q из гипотез R, P является выводимость $P \rightarrow Q$ из R. Данную теорему можно записать следующим образом: $R, P \vdash Q \leftrightarrow R \vdash (P \rightarrow Q)$.

Определение 6. Выводом формулы P из формул U_1, U_2, \dots, U_n называется последовательность формул F_1, F_2, \dots, F_n такая, что F_n есть P , а любая F_i либо аксиома, либо одна из формул U_i , либо формула, непосредственно выводимая из предшествующих ей формул.

Часто необходимо преобразовывать формулы из одной формы в другую. Поэтому, кроме аксиом и правил вывода необходимо иметь набор эквивалентных формул (законов), которые позволяют производить преобразования формул:

$$P \leftrightarrow Q = P \rightarrow Q \wedge Q \rightarrow P;$$

$$P \rightarrow Q = \neg P \vee Q;$$

Коммуникативные законы:

$$P \vee Q = Q \vee P;$$

$$P \wedge Q = Q \wedge P;$$

Ассоциативные законы:

$$(P \vee Q) \vee R = Q \vee (P \vee R);$$

$$(P \wedge Q) \wedge R = Q \wedge (P \wedge R);$$

Дистрибутивные законы:

$$P \vee (Q \wedge R) = (P \vee Q) \wedge (P \vee R);$$

$$P \wedge (Q \vee R) = (P \wedge Q) \vee (P \wedge R);$$

Законы идемпотентности:

$$P \vee P = P; P \wedge P = P;$$

$$P \vee \perp = P; P \wedge \top = P;$$

$$P \vee \top = \top; P \wedge \perp = \perp;$$

$$P \vee \neg P = \top; P \wedge \neg P = \perp;$$

$$\neg(\neg P) = P;$$

Законы де Моргана:

$$\neg(P \vee Q) = \neg P \wedge \neg Q;$$

$$\neg(P \wedge Q) = \neg P \vee \neg Q;$$

Вследствие законов ассоциативности скобки в выражениях, связанных отношениями дизъюнкции и конъюнкции могут быть опущены, при этом выражение $F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee F_n$ называется дизъюнкцией формул F_1, F_2, \dots, F_n , а выражение $F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n$ называется конъюнкцией формул F_1, F_2, \dots, F_n .

Определение 7. Литерал (литера) есть атом или отрицание атома.

Определение 8. Формула F находится в конъюнктивной нормальной форме тогда и только тогда, когда F имеет вид: $F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n$, $n \geq 1$, где каждая из F_1, F_2, \dots, F_n есть дизъюнкция литералов.

Определение 9. Формула F находится в дизъюнктивной нормальной форме тогда и только тогда, когда F имеет вид: $F_1 \vee F_2 \vee \dots \vee F_n$, $n \geq 1$, где каждая из F_1, F_2, \dots, F_n есть конъюнкция литералов.

Теорема 1. Пусть даны формулы F_1, F_2, \dots, F_n и формула P . Тогда P есть логическое следствие F_1, F_2, \dots, F_n тогда и только тогда, когда формула $((F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n) \rightarrow P)$ общезначима.

Теорема 2. Пусть даны формулы F_1, F_2, \dots, F_n и формула P . Тогда P есть логическое следствие F_1, F_2, \dots, F_n тогда и только тогда, когда формула $(F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n \wedge \neg P)$ противоречива.

Теоремы 1 и 2 очень важны. Из них следует, что доказательство логического следствия одной формулы из конечного множества формул эквивалентно доказательству того факта, что некоторая связанная с конечным

множеством формула общезначима или противоречива.

Источник: Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое высказывание?
2. Когда формула является истинной?
3. Когда формула является тавтологией?
4. Когда формула является противоречивой?
5. Каким требованиям должна удовлетворять аксиоматическая система?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ «ОТРИЦАНИЕ» ОБОЗНАЧАЕТСЯ СИМВОЛОМ:

- 1) ;
- 2) \wedge ;
- 3) \vee ;
- 4) \rightarrow ;
- 5) \leftrightarrow ;

2. ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ «КОНЪЮНКЦИЯ» ОБОЗНАЧАЕТСЯ СИМВОЛОМ:

- 1) ;
- 2) \wedge ;
- 3) \vee ;
- 4) \rightarrow ;
- 5) \leftrightarrow ;

3. ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ «ДИЗЪЮНКЦИЯ» ОБОЗНАЧАЕТСЯ СИМВОЛОМ:

- 1) ;
- 2) \wedge ;
- 3) \vee ;
- 4) \rightarrow ;
- 5) \leftrightarrow ;

4. ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ «ИМПЛИКАЦИЯ» ОБОЗНАЧАЕТСЯ СИМВОЛОМ:

- 1) ;
- 2) \wedge ;
- 3) \vee ;
- 4) \rightarrow ;
- 5) \leftrightarrow ;

5. ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ «ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ» ОБОЗНАЧАЕТСЯ СИМВОЛОМ:

- 1) ;
- 2) \wedge ;
- 3) \vee ;
- 4) \rightarrow ;
- 5) \leftrightarrow ;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Каждое из логических выражений F и G содержит 5 переменных. В таблицах истинности выражений F и G есть ровно 5 одинаковых строк, причём ровно в 4 из них в столбце значений стоит 1.

Вопрос 1: Сколько строк содержит таблица истинности для выражения $F \vee G$?

Вопрос 2: Сколько строк таблицы истинности для выражения $F \vee G$ содержит 1 в столбце значений?;

1) $2^5=32$.;

2) На 4 наборах входных переменных оба выражения равны 1, на 1 наборе оба равны 0, а на всех остальных одно из них равно 0, а другое 1. Поэтому если взять логическое или от этих двух выражений, то на том наборе, на котором они оба были равны 0, полученное выражение будет равно 0, на всех же остальных наборах хотя бы одно из них будет равно 1, поэтому и итоговое выражение будет равно 1. Всего различных наборов 32, из них на одном 0, то есть на 31 оставшихся наборах будет 1.;

2. Каждое из логических выражений F и G содержит 7 переменных. В таблицах истинности выражений F и G есть ровно 7 одинаковых строк, причём ровно в 6 из них в столбце значений стоит 0.

Вопрос 1: Сколько строк содержит таблица истинности для выражения $F \wedge G$?

Вопрос 2: Сколько строк таблицы истинности для выражения $F \wedge G$ содержит 0 в столбце значений?;

1) $2^7=128$.;

2) На 6 наборах входных переменных оба выражения равны 0, на 1 наборе оба равны 1, а на всех остальных одно из них равно 0, а другое 1. Поэтому если взять логическое и от этих двух выражений, то на том наборе, на котором они оба были равны 1, полученное выражение будет равно 1, на всех же остальных наборах хотя бы одно из них будет равно 0, поэтому и итоговое выражение будет равно 0. Всего различных наборов 128, из них на одном 1, то есть на 127 оставшихся наборах будет 0.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- дополнительная:

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- электронные ресурсы:

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 6. Исчисление предикатов (в интерактивной форме)

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** способы представления знаний в интеллектуальных системах., классы задач, решаемых с помощью интеллектуальных систем., основные виды интеллектуальных систем., **уметь** трансформировать описание ситуации в задачу, адекватную постановщику задачи., выбрать средства представления знаний, адекватные решаемой задаче., **владеть** моделями и средствами представления знаний.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Исчисление предикатов первого порядка

В логике высказываний атом рассматривается как единое целое, его структура и состав не анализируется. Однако, есть много умозаключений, которые не могут быть представлены таким простым способом. Например, рассмотрим следующее умозаключение:

Каждый человек смертен.

Так как Конфуций человек, то он смертен.

Приведенное рассуждение интуитивно корректно, однако, если мы введем обозначения:

P: Каждый человек смертен,

Q: Конфуций - человек,

R: Конфуций смертен,

то R не есть логическое следствие P и Q в рамках логики высказываний.

В логике предикатов первого порядка по сравнению с логикой высказываний имеет еще три логических понятия: термы, предикаты и кванторы.

Множество T базовых элементов исчисления предикатов включает в себя следующие символы:

1. Константы - это обычно строчные буквы a, b, c... или осмысленные имена объектов;
2. Переменные - это обычно строчные буквы x, y, z, ..., возможно с индексами;
3. Функции - это обычно строчные буквы f, g, h,... или осмысленные слова из строчных букв;
4. Предикаты - это обычно прописные буквы P, Q, R ... или осмысленные слова из прописных букв;
5. Логические связки: отрицание, дизъюнкция, конъюнкция, импликация, эквивалентность;
6. Кванторы всеобщности и существования - \forall , \exists ;
7. Открывающая и закрывающая скобка.

Всякая функция или предикатный символ имеет определенное число аргументов. Если функция f имеет n аргументов, то f называется n- местной функцией. Аналогично, если предикат P имеет n аргументов, то P называется n- местным предикатом.

Определение 10. Термы определяются рекурсивно следующим образом:

- Константа есть терм;

- Переменная есть терм;

- Если f есть n- местная функция и t_1, t_2, \dots, t_n - термы, то $f(t_1, t_2, \dots, t_n)$ - терм;

- Никаких термов, кроме порожденных применением указанных выше правил, нет.

Определение 11. Предикат $P(t_1, t_2, \dots, t_n)$ есть логическая функция, определенная на множестве термов t_1, t_2, \dots, t_n , при фиксированных значениях которых она превращается в высказывания со значением истина (И) или ложь(Л).

Определение 12. Если P - n- местный предикат и t_1, t_2, \dots, t_n - термы, то $P(t_1, t_2, \dots, t_n)$ - атом.

Для построения формул в исчислении предикатов используются пять логических связок и два квантора: \forall - всеобщности и \exists - существования. Если x - переменная, то $(\forall x)$ читается как «для всех x », «для каждого x », «для любого x », тогда как $(\exists x)$ читается как «существует x », «для некоторых x », «по крайней мере для одного x ».

Пример 1: запишем следующие утверждения:

Каждое рациональное число есть вещественное число.

Существует число, которое является простым.

Для каждого числа x существует такое число y , что $x < y$.

Обозначим « x есть простое число» через $P(x)$, « x есть рациональное число» через $Q(x)$, « x есть вещественное число» через $R(x)$ и « x меньше y » через МЕНЬШЕ (x, y).

Тогда указанные выше утверждения могут быть записаны соответственно выражениями:

1. $(\forall x) (Q(x) \rightarrow R(x))$,
2. $(\exists x) P(x)$,
3. $(\forall x) (\exists y) \text{МЕНЬШЕ}(x, y)$.

Каждое из выражений 1, 2, 3 называется формулой. Прежде чем дать формальное определение формулы в логике предикатов, следует установить различие между связанными переменными и свободными переменными и определить область действия квантора, входящего в формулу, как ту формулу, к которой этот квантор применяется. Так, область действия квантора существования в выражении 3 есть МЕНЬШЕ (x, y), а область действия квантора всеобщности в выражении 3 есть $(\exists y) \text{МЕНЬШЕ}(x, y)$.

Определение 13. Вхождение переменной x в формулу называется связанным тогда и только тогда, когда оно совпадает с вхождением в квантор $(\forall x)$ или $(\exists y)$ или (и?) находится в области действия квантора. Вхождение переменной в формулу свободно тогда и только тогда, когда оно не является связанным.

Определение 14. Переменная свободна в формуле, если хотя бы одно ее вхождение в эту формулу свободно. Отметим, что переменная в формуле может быть свободной и связанной одновременно.

В формуле $(\forall x) P(x, y)$ переменная x связана, так как оба вхождения x связаны, однако переменная y - свободна, так единственное вхождение y свободно.

Определение 15. Правильно построенные формулы логики первого порядка рекурсивно определяются следующим образом:

Атом есть формула.

Если F и G - формулы, то $\neg(F)$, $(F \vee G)$, $(F \wedge G)$, $(F \rightarrow G)$, $(F \leftrightarrow G)$ - формулы.

Если F - формула, а x - свободная переменная в F , то $(\forall x) F$ и $(\exists x) F$ - формулы.

Формулы порождаются только конечным числом применений правил 1-3.

Определение 16. Терм t называется свободным для переменной x в формуле f , если ни x , ни другая произвольная переменная из t не находится в области действия никакого квантора $\forall x$ или $\exists x$ в f .

Пример 2: переведем в формулу утверждение «Каждый человек смертен. Конфуций - человек, следовательно, Конфуций смертен».

Обозначим « x есть человек» через $P(x)$, а « x смертен» через $Q(x)$. Тогда утверждение «Каждый человек смертен» может быть представлено формулой $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x))$, утверждение «Конфуций - человек» формулой $P(\text{Конфуций})$ и «Конфуций смертен» формулой $Q(\text{Конфуций})$.

Утверждение в целом может быть представлено формулой $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)) \wedge P(\text{Конфуций}) \rightarrow Q(\text{Конфуций})$.

Интерпретация формул в логике предикатов первого порядка

Чтобы определить интерпретацию для формулы логики первого порядка, мы должны указать предметную область, значения констант, функций и предикатов, встречающихся в формуле.

Определение 17. Интерпретация формулы F логики первого порядка состоит из непустой (предметной) области D и

указания значения всех констант, функций и предикатов, встречающихся в F .

1. Каждой константе мы ставим в соответствие некоторый элемент из D .
2. Каждой n - местной функции мы ставим в соответствие отображение из D^n в D (заметим, что $D^n = \{(x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_1 \in D, x_2 \in D, \dots, x_n \in D\}$).
3. Каждому n - местному предикату мы ставим в соответствие отображение D^n в $\{И, Л\}$.

Для каждой интерпретации формулы из области D формула может получить значение И или Л согласно следующим правилам:

1. Если заданы значения формул F и G , то истинностные значения формул $\neg(F)$, $(F \vee G)$, $(F \wedge G)$, $(F \rightarrow G)$, $(F \leftrightarrow G)$ получаются с помощью таблиц истинности соответствующих логических связок.
2. $(\forall x) F$ получает значение И, если F получает значение И для каждого x из D , в противном случае она получает значение Л.
3. $(\exists x) F$ получает значение И, если F получает значение И хотя бы для одного x из D , в противном случае она получает значение Л.

Отметим, что формула, содержащая свободные переменные, не может получить истинностное значение. Поэтому, в дальнейшем, будем считать, что формула либо не содержит свободных переменных, либо свободные переменные рассматриваются как константы.

Пример 3. Рассмотрим формулы $(\forall x) P(x)$ и $(\exists x) \neg P(x)$.

Пусть интерпретации такова: область - $D = \{1, 2\}$;

Оценка для P : $P(1) = И$, $P(2) = Л$.

В таком случае $(\forall x) P(x)$ есть Л, а $(\exists x) \neg P(x)$ есть И в данной интерпретации.

Пример 4. Рассмотрим формулы $(\forall x) (\exists y) P(x, y)$.

Пусть интерпретации такова: область - $D = \{1, 2\}$;

Оценка для P : $P(1, 1) = И$, $P(1, 2) = Л$, $P(2, 1) = Л$, $P(2, 2) = И$.

При $x=1$ существует $y=1$, что $P(x, y) = И$.

При $x=2$ существует $y=2$, что $P(x, y) = И$.

Следовательно, в указанной интерпретации, для каждого x из D существует такой y , что $P(x, y) = И$, то есть $(\forall x) (\exists y) P(x, y)$ есть И в данной интерпретации.

Определение 18: Формула является непротиворечивой (выполнимой) тогда и только тогда, когда существует такая интерпретация I , что G имеет значение И в I . В этом случае говорят, что I удовлетворяет G .

Определение 19: Формула является противоречивой (невыполнимой) тогда и только тогда, когда не существует интерпретации, которая удовлетворяет G .

Определение 20: Формула G является общезначимой тогда и только тогда, когда не существует никакой интерпретации, которая не удовлетворяет формуле G .

Определение 21: Формула G есть логическое следствие формул F_1, F_2, \dots, F_n тогда и только тогда, когда для каждой интерпретации I , если $F_1 \wedge F_2 \wedge \dots \wedge F_n$ истинна в I , то G также истинна в I .

Теоремы 1 и 2 верны также и для логики предикатов первого порядка.

Пример 5. Рассмотрим формулы:

$F_1: (\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x))$,

$F_2: P(a)$.

Докажем, что $Q(a)$ есть логическое следствие формул F_1 и F_2 .

Рассмотрим любую интерпретацию I , которая удовлетворяет $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)) \wedge P(a)$. Конечно, в этой интерпретации $P(a)$ есть И. Пусть $Q(a)$ есть Л в данной интерпретации, тогда $P(a) \rightarrow Q(a)$ есть Л в данной интерпретации по

определению операции импликации. Это значит, что $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x))$ есть Л в I, что невозможно. Следовательно, Q(a) должна быть И в каждой интерпретации, которая удовлетворяет $(\forall x) (P(x) \rightarrow Q(x)) \wedge P(a)$. Это означает, что Q(a) есть логическое следствие из F1 и F2.

Так как в логике первого порядка имеется бесконечное число областей, то имеется бесконечное число интерпретаций формулы. Следовательно, в отличие от логики высказываний, невозможно доказать общезначимость или противоречивость формулы оценкой формулы при всех возможных интерпретациях.

Системы аксиом логики предикатов

Системы аксиом исчисления высказываний остаются верными и в исчислении предикатов первого порядка, только к ним следует добавить еще две аксиомы, которые дают возможность оперировать с кванторами:

1. $(\forall x) P(x) \rightarrow P(y)$;
2. $P(y) \rightarrow \exists x P(x)$.

Эти 2 аксиомы, добавленные в классическую систему аксиом или в систему аксиом Новикова, образуют системы аксиом, обладающие свойствами полноты, независимости и непротиворечивости.

Правила вывода в исчислении предикатов

Из правил вывода исчисления высказываний в исчислении предикатов действует только правило Modus Ponens. Правило одновременной подстановки модифицировано, а остальные правила вывода касаются выводимости формул, содержащих кванторы.

1. Modus Ponens: Если выводима формула P и выводима формула $P \rightarrow Q$, то выводима и формула Q. Часто это правило записывают следующим образом:

P, P → Q;

Q

2. Правило одновременной подстановки: если терм t свободен для переменной x в формуле F, то можно подставить терм t вместо переменной x во всех вхождениях x в F.

3. Правило обобщения: если P не содержит свободных вхождений переменной x, то

P → Q(x);

P → $\forall x Q(x)$

4. Правило конкретизации: если P не содержит свободных вхождений переменной x, то

Q(x) → P;

$\exists x Q(x) \rightarrow P$

5. Правило переименования. Из выводимости формулы F(x), содержащей свободное вхождение x, ни одно из которых не содержится в области действия кванторов $\forall y$ и $\exists y$ следует выводимость F(y).

Пример 6. Докажем правило переименования:

1. $\vdash F(x)$;
2. Из аксиомы 2 классической системы следует, что $F(x) \rightarrow (G \rightarrow F(x))$, где G - тавтология, не содержащая свободных вхождений x;
3. По правилу Modus Ponens следует, что $(F(x), F(x) \rightarrow (G \rightarrow F(x)))/(G \rightarrow F(x))$;
4. Используя правило обобщения, получаем: $G \rightarrow \forall x F(x)$;
5. По правилу Modus Ponens следует, что $(G, G \rightarrow \forall x F(x))/(\forall x F(x))$;
6. Из аксиомы 2 логики предикатов и правила Modus Ponens следует, что $(\forall x F(x), \forall x F(x) \rightarrow F(y))/F(y)$.

Источник: Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 250 с. (<http://nkras.ru/arihiv/2020/ostroukh1.pdf>)

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое термы?
2. Что такое предикаты?

3. Что такое кванторы?

4. Какие символы включает в себя множество Т базовых элементов исчисления предикатов?

5. Как определяются термы?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. СТРОЧНЫЕ БУКВЫ А, В, С ИЛИ ОСМЫСЛЕННЫЕ ИМЕНА ОБЪЕКТОВ - ЭТО ОБЫЧНО:

- 1) константы;
- 2) переменные;
- 3) функции;
- 4) предикаты;
- 5) логические связи;

2. СТРОЧНЫЕ БУКВЫ X, Y, Z, , ВОЗМОЖНО С ИНДЕКСАМИ - ЭТО ОБЫЧНО:

- 1) константы;
- 2) переменные;
- 3) функции;
- 4) предикаты;
- 5) логические связи;

3. СТРОЧНЫЕ БУКВЫ F, G, H, ИЛИ ОСМЫСЛЕННЫЕ СЛОВА ИЗ СТРОЧНЫХ БУКВ - ЭТО ОБЫЧНО:

- 1) константы;
- 2) переменные;
- 3) функции;
- 4) предикаты;
- 5) логические связи;

4. ПРОПИСНЫЕ БУКВЫ P, Q, R ИЛИ ОСМЫСЛЕННЫЕ СЛОВА ИЗ ПРОПИСНЫХ БУКВ - ЭТО ОБЫЧНО:

- 1) константы;
- 2) переменные;
- 3) функции;
- 4) предикаты;
- 5) логические связи;

5. ОТРИЦАНИЕ, ДИЗЪЮНКЦИЯ, КОНЪЮНКЦИЯ, ИМПЛИКАЦИЯ, ЭКВИВАЛЕНТНОСТЬ - ЭТО:

- 1) константы;
- 2) переменные;
- 3) функции;
- 4) предикаты;
- 5) логические связи;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Пусть x - предметная переменная, a - предметная константа, \sin , \cos - функциональные буквы.

Вопрос 1: Чем являются $\sin x$, $\cos ax$;

Вопрос 2: Какой смысл имеют символы \sin и \cos ?

- 1) $\sin x$, $\cos ax$ - термы.;
- 2) Здесь символы \sin , \cos имеют только формальный смысл и не интерпретируются как обозначения тригонометрических функций.;

2. F и G - формулы, x - свободная переменная в F.

Вопрос 1: Являются ли (F) , $(F \vee G)$, $(F \wedge G)$, $(F \rightarrow G)$, $(F \leftrightarrow G)$ формулами?;

Вопрос 2: Являются ли $(\exists x) F$ и $(\forall x) F$ формулами?;

- 1) Да.;
- 2) Да.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 7. Назначение, классификация и принципы построения экспертных систем

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** понятие и структуру экспертных систем., **уметь** описывать базу знаний по требуемой предметной области., описывать экспертную и интеллектуальную диагностическую систему., **владеть** терминологией в предметной области интеллектуальных систем.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Экспертная система (ЭС, англ. expert system) — компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации.

Современные экспертные системы начали разрабатываться исследователями искусственного интеллекта в 1970-х годах, а в 1980-х годах получили коммерческое подкрепление. Предшественники экспертных систем были предложены в 1832 году С. Н. Корсаковым, создавшим механические устройства, так называемые «интеллектуальные машины», позволявшие находить решения по заданным условиям, например, определять наиболее подходящие лекарства по наблюдаемым у пациента симптомам заболевания.

Важность экспертных систем состоит в следующем:

- технология экспертных систем существенно расширяет круг практически значимых задач, решаемых на компьютерах, решение которых приносит значительный экономический эффект;
- технология ЭС является важнейшим средством в решении глобальных проблем традиционного программирования: длительность и, следовательно, высокая стоимость разработки сложных приложений;
- высокая стоимость сопровождения сложных систем, которая часто в несколько раз превосходит стоимость их разработки; низкий уровень повторной используемости программ и т.п.;
- объединение технологии ЭС с технологией традиционного программирования добавляет новые качества к программным продуктам. Это достигается за счет: обеспечения динамичной модификации приложений пользователем, а не программистом; большей "прозрачности" приложения (например, знания хранятся на ограниченном ЕЯ, что не требует комментариев к знаниям, упрощает обучение и сопровождение); лучшей графики; интерфейса и взаимодействия.

Классификация экспертных систем

- Классификация ЭС по решаемой задаче
 - Интерпретация данных
 - Диагностирование
 - Мониторинг
 - Проектирование
 - Прогнозирование
 - Сводное планирование
 - Оптимизация
 - Обучение
 - Управление
 - Ремонт
 - Отладка
- Классификация ЭС по связи с реальным временем
 - Статические — решающие задачи в условиях не изменяющихся во времени исходных данных и знаний.
 - Квазидинамические — интерпретируют ситуацию, которая меняется с некоторым фиксированным интервалом времени.
 - Динамические — решающие задачи в условиях изменяющихся во времени исходных данных и знаний.

Структура ЭС интеллектуальных систем

- Интерфейс пользователя
- Пользователь
- Интеллектуальный редактор базы знаний
- Эксперт
- Инженер по знаниям
- Рабочая (оперативная) память

- База знаний
- Решатель (механизм логического вывода (МЛВ))
- Подсистема объяснений

База знаний состоит из правил анализа информации от пользователя по конкретной проблеме. ЭС анализирует ситуацию и, в зависимости от направленности ЭС, даёт рекомендации по разрешению проблемы.

Как правило, база знаний экспертной системы содержит факты (статические сведения о предметной области) и правила — набор инструкций, применяя которые к известным фактам можно получать новые факты.

В рамках логической модели базы знаний могут основываться, например, на языке программирования Пролог с помощью языка предикатов для описания фактов и правил логического вывода, выражающих правила определения понятий, для описания обобщённых и конкретных сведений, а также конкретных и обобщённых запросов к базам данных и базам знаний.

Конкретные и обобщённые запросы к базам знаний на языке Пролог записываются с помощью языка предикатов, выражающих правила логического вывода и определения понятий над процедурами логического вывода, имеющихся в базе знаний, выражающих обобщённые и конкретные сведения и знания в выбранной предметной области деятельности и сфере знаний.

Обычно факты в базе знаний описывают те явления, которые являются постоянными для данной предметной области. Характеристики, значения которых зависят от условий конкретной задачи, ЭС получает от пользователя в процессе работы, и сохраняет их в рабочей памяти. Например, в медицинской ЭС факт «У здорового человека 2 ноги» хранится в базе знаний, а факт «У пациента одна нога» — в рабочей памяти.

База знаний ЭС создаётся при помощи трёх групп людей:

- эксперты той проблемной области, к которой относятся задачи, решаемые ЭС;
- инженеры по знаниям, являющиеся специалистами по разработке ИИС;
- программисты, осуществляющие реализацию ЭС.

База данных (рабочая память) предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

Решатель, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из БЗ, формирует такую последовательность правил, которые, будучи применёнными к исходным данным, приводят к решению задачи.

Эксперт определяет знания (данные и правила), характеризующие проблемную область, обеспечивает полноту и правильность введенных в ЭС знаний.

Инженер по знаниям помогает эксперту выявить и структурировать знания, необходимые для работы ЭС.

Программист разрабатывает ИС (если ИС разрабатывается заново), содержащее в пределе все основные компоненты ЭС, и осуществляет его сопряжение с той средой, в которой оно будет использовано.

Интерфейс пользователя ориентирован на организацию дружественного общения с пользователем, как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

Интеллектуальный редактор базы знаний - программа, предоставляющая инженеру по знаниям возможность создавать **базу знаний** в интерактивном режиме.

Объяснительный компонент объясняет, как система получила решение задачи (или почему она не получила решение) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату

Режимы функционирования

ЭС может функционировать в 2-х режимах.

- *Режим ввода знаний* — в этом режиме эксперт с помощью инженера по знаниям посредством редактора базы знаний вводит известные ему сведения о предметной области в базу знаний ЭС.
- *Режим консультации* — пользователь ведёт диалог с ЭС, сообщая ей сведения о текущей задаче и получая рекомендации ЭС. Например, на основе сведений о физическом состоянии больного ЭС ставит диагноз в виде перечня заболеваний, наиболее вероятных при данных симптомах.

Этапы разработки ЭС

- Этап идентификации проблем — определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей.
- Этап извлечения знаний — проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.
- Этап структурирования знаний — выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями.
- Этап формализации — осуществляется наполнение экспертом базы знаний. В связи с тем, что основой ЭС являются знания, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоёмким этапом разработки ЭС. Процесс приобретения знаний разделяют на извлечение знаний из эксперта, организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу системы, и представление знаний в виде, понятном ЭС. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе анализа деятельности эксперта по решению реальных задач.
- Реализация ЭС — создаётся один или несколько прототипов ЭС, решающие требуемые задачи.
- Этап тестирования — производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом.

Наиболее известные ЭС

- CLIPS — весьма популярная оболочка для построения ЭС (public domain)
- OpenCus — мощная динамическая ЭС с глобальной онтологической моделью и поддержкой независимых контекстов
- Wolfram|Alpha — база знаний и набор вычислительных алгоритмов, интеллектуальный «вычислительный движок знаний»
- MYCIN — наиболее известная диагностическая система, которая предназначена для диагностики и наблюдения за состоянием больного при менингите и бактериальных инфекциях.
- NASP/SIAP — интерпретирующая система, которая определяет местоположение и типы судов в Тихом океане по данным акустических систем слежения.
- Акинатор — интернет-игра. Игрок должен загадать любого персонажа, а Акинатор должен его отгадать, задавая вопросы. База знаний автоматически пополняется, поэтому программа может отгадать практически любого известного персонажа.
- IBM Watson — суперкомпьютер фирмы IBM, способный понимать вопросы, сформулированные на естественном языке, и находить на них ответы в базе данных.

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое экспертная система?
2. Из каких компонентов состоит экспертная система?
3. Перечислите этапы разработки экспертных систем.
4. Каково назначение экспертных систем?
5. Перечислите известные экспертные системы.

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. КОМПОНЕНТ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, КОТОРЫЙ СОСТОИТ ИЗ ПРАВИЛ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ ОТ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО КОНКРЕТНОЙ ПРОБЛЕМЕ:
 - 1) база знаний;
 - 2) решатель;
 - 3) эксперт;
 - 4) база данных;
 - 5) объяснительный компонент;
2. КОМПОНЕНТ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ И ЗНАНИЯ ИЗ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТАКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРАВИЛ, КОТОРЫЕ, БУДУЧИ ПРИМЕНЕННЫМИ К ИСХОДНЫМ ДАННЫМ, ПРИВОДЯТ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ:
 - 1) программист;
 - 2) база данных;
 - 3) эксперт;
 - 4) решатель;
 - 5) объяснительный компонент;
3. КОМПОНЕНТ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, КОТОРЫЙ ОПРЕДЕЛЯЕТ ЗНАНИЯ (ДАННЫЕ И ПРАВИЛА), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ПРОБЛЕМНУЮ ОБЛАСТЬ, А ТАКЖЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПОЛНОТУ И ПРАВИЛЬНОСТЬ ВВЕДЕННЫХ ЗНАНИЙ:
 - 1) решатель;

- 2) программист;
 - 3) эксперт;
 - 4) инженер по знаниям;
 - 5) объяснительный компонент;
4. КОМПОНЕНТ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, КОТОРЫЙ ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ИСХОДНЫХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ДАННЫХ РЕШАЕМОЙ В ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ ЗАДАЧИ:
- 1) база знаний;
 - 2) решатель;
 - 3) эксперт;
 - 4) база данных;
 - 5) объяснительный компонент;
5. ЭТАП РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, НА КОТОРОМ ПРОВОДИТСЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМНОЙ ОБЛАСТИ, ВЫЯВЛЯЮТСЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОНЯТИЯ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ, ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ:
- 1) этап идентификации проблем;
 - 2) этап извлечения знаний;
 - 3) этап структурирования знаний;
 - 4) этап формализации;
 - 5) этап тестирования;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Экспертная система — компьютерная система, способная частично заменить специалиста-эксперта в разрешении проблемной ситуации.

Вопрос 1: Какова структура экспертной системы?;

Вопрос 2: Перечислите этапы разработки экспертной системы;

- 1) Интерфейс пользователя, Пользователь, Интеллектуальный редактор базы знаний, Эксперт, Инженер по знаниям, Рабочая (оперативная) память, База знаний, Решатель (механизм логического вывода (МЛВ)), Подсистема объяснений;
 - 2) Этап идентификации проблем — определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей. Этап извлечения знаний — проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач. Этап структурирования знаний — выбираются ИС и определяются способы представления всех видов знаний, формализуются основные понятия, определяются способы интерпретации знаний, моделируется работа системы, оценивается адекватность целям системы зафиксированных понятий, методов решений, средств представления и манипулирования знаниями. Этап формализации — осуществляется наполнение экспертом базы знаний. В связи с тем, что основой ЭС являются знания, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоёмким этапом разработки ЭС. Процесс приобретения знаний разделяют на извлечение знаний из эксперта, организацию знаний, обеспечивающую эффективную работу системы, и представление знаний в виде, понятном ЭС. Процесс приобретения знаний осуществляется инженером по знаниям на основе анализа деятельности эксперта по решению реальных задач. Реализация ЭС — создаётся один или несколько прототипов ЭС, решающие требуемые задачи. Этап тестирования — производится оценка выбранного способа представления знаний в ЭС в целом.;
2. Ознакомьтесь с приложением <https://symptomate.com/ru/diagnosis/0>

Вопрос 1: Для чего предназначено это приложение?;

Вопрос 2: Какая технология лежит в основе разработки этого приложения?;

- 1) Symptomate - это приложение, предназначенное для пациента, которое позволяет оценить вероятность возникновения конкретных заболеваний (распознает более 800 заболеваний) и дать рекомендации относительно дальнейшего лечения или обращения к врачу.;
- 2) Искусственный интеллект, экспертные системы;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

Омельченко, В. П. [Медицинская информатика. Руководство к практическим занятиям](#) : учебное пособие / В. П. Омельченко, А. А. Демидова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 384 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 8. Основы нейронных сетей

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** основные понятия и строение базовой нейронной сети., **уметь** описывать принцип работы нейронных сетей., **владеть** терминологией в предметной области интеллектуальных систем.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Нейронная сеть (также искусственная нейронная сеть, ИНС) – математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге, и при попытке смоделировать эти процессы. Первой такой попыткой были нейронные сети У. Маккалока и У. Питтса. После разработки алгоритмов обучения получаемые модели стали использовать в практических целях: в задачах прогнозирования, для распознавания образов, в задачах управления и др.

ИНС представляет собой систему соединённых и взаимодействующих между собой простых процессоров (искусственных нейронов). Такие процессоры обычно довольно просты (особенно в сравнении с процессорами, используемыми в персональных компьютерах). Каждый процессор подобной сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает, и сигналами, которые он периодически посылает другим процессорам. И, тем не менее, будучи соединёнными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, такие по отдельности простые процессоры вместе способны выполнять довольно сложные задачи.

С точки зрения машинного обучения, нейронная сеть представляет собой частный случай методов распознавания образов, дискриминантного анализа, методов кластеризации и т. п.

С точки зрения математики, обучение нейронных сетей – это многопараметрическая задача нелинейной оптимизации. С точки зрения кибернетики, нейронная сеть используется в задачах адаптивного управления и как алгоритмы для робототехники.

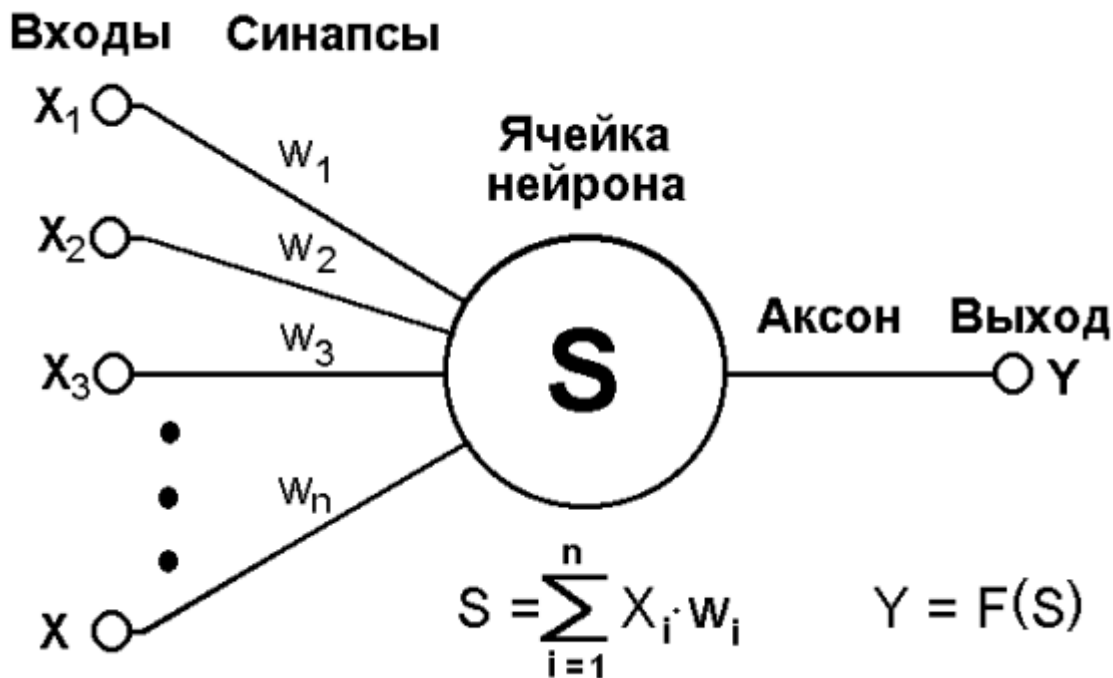
С точки зрения развития вычислительной техники и программирования, нейронная сеть – способ решения проблемы эффективного параллелизма.

С точки зрения искусственного интеллекта, ИНС является основой философского течения коннекционизма и основным направлением в структурном подходе по изучению возможности построения (моделирования) естественного интеллекта с помощью компьютерных алгоритмов.

Нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, они обучаются. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искажённых данных.

Базовая искусственная модель

1943 год стал годом рождения теории искусственных нейронных сетей. Дж. Маккалок и У. Питт предложили модель формального нейрона и описали основные принципы построения нейронных сетей.



Искусственный нейрон (формальный нейрон) - элемент искусственных нейронных сетей, моделирующий некоторые функции биологического нейрона. Главная функция искусственного нейрона - формировать выходной сигнал в зависимости от сигналов, поступающих на его входы. В самой распространенной конфигурации входные сигналы обрабатываются адаптивным сумматором, затем выходной сигнал сумматора поступает в нелинейный преобразователь, где преобразуется функцией активации, и результат подается на выход (в точку ветвления).

Нейрон характеризуется текущим состоянием и обладает группой синапсов - однонаправленных входных связей, соединенных с выходами других нейронов. Нейрон имеет **аксон** - выходную связь данного нейрона, с которой сигнал (возбуждения или торможения) поступает на синапсы следующих нейронов

Каждый синапс характеризуется величиной синаптической связи (ее весом W_i). Текущее состояние нейрона определяется как взвешенная сумма его входов:

$$S = \sum_{i=1}^n X_i \cdot W_i$$

Выход нейрона есть функция его состояния: $y = f(s)$

Активационная функция, которую также называют характеристической функцией, - это нелинейная функция, вычисляющая выходной сигнал формального нейрона. Часто используемые активационные функции:

- Жесткая пороговая функция.
- Линейный порог.
- Сигмоидальная функция.

Выбор активационной функции определяется спецификой поставленной задачи либо ограничениями, накладываемыми некоторыми алгоритмами обучения.

Нелинейный преобразователь - это элемент искусственного нейрона, преобразующий текущее состояние нейрона (выходной сигнал адаптивного сумматора) в выходной сигнал нейрона по некоторому нелинейному закону (активационной функции).

Точка ветвления (выход) - это элемент формального нейрона, посылающий его выходной сигнал по нескольким адресам и имеющий один вход и несколько выходов.

На вход точки ветвления обычно подается выходной сигнал нелинейного преобразователя, который затем посылается на входы других нейронов.

Искусственный нейрон получает входные сигналы (исходные данные либо выходные сигналы других нейронов нейронной сети) через несколько входных каналов. Каждый входной сигнал проходит через соединение, имеющее определенную интенсивность (или вес); этот вес соответствует синаптической активности биологического нейрона. С каждым нейроном связано определенное пороговое значение. Вычисляется взвешенная сумма входов, из нее вычитается пороговое значение и в результате получается величина активации нейрона (она также называется пост-синаптическим потенциалом нейрона - PSP).

Сигнал активации преобразуется с помощью функции активации (или передаточной функции) и в результате получается выходной сигнал нейрона

Если сеть предполагается для чего-то использовать, то у нее должны быть входы (принимающие значения интересующих нас переменных из внешнего мира) и выходы (прогнозы или управляющие сигналы).

Нейроны регулярным образом организованы в слои. Входной слой служит просто для ввода значений входных переменных. Каждый из скрытых и выходных нейронов соединен со всеми элементами предыдущего слоя. Можно было бы рассматривать сети, в которых нейроны связаны только с некоторыми из нейронов предыдущего слоя; однако, для большинства приложений сети с полной системой связей предпочтительнее, и именно такой тип сетей реализован в пакете ST Neural Networks.

Задачи, решаемые нейронными сетями

- Классификация образов
- Кластеризация/категоризация
- Аппроксимация функций
- Предвидение/прогноз
- Оптимизация
- Память, адресуемая по содержанию
- Управление

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое нейронная сеть?
2. Опишите базовую искусственную модель нейронной сети.
3. Что такое искусственный нейрон?
4. Чем характеризуется нейрон?
5. Для решения каких задач применяют нейронные сети?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. УЧЕНЫЕ, КОТОРЫЕ ПРЕДЛОЖИЛИ МОДЕЛЬ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА И ОПИСАЛИ ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ:

- 1) Дж. Маккалок, У. Питт;
- 2) Ф. Розенблатт, М. Хофф;
- 3) П. Вербос, Б. Виндрои;
- 4) Т. Адам, Д. Муур;
- 5) К. Левенберг, Д. Марквардт;

2. ВЫХОДНАЯ СВЯЗЬ НЕЙРОНА, С КОТОРОЙ СИГНАЛ (ВОЗБУЖДЕНИЯ ИЛИ ТОРМОЖЕНИЯ) ПОСТУПАЕТ НА СИНАПСЫ СЛЕДУЮЩИХ НЕЙРОНОВ:

- 1) аксон;
- 2) вход;
- 3) выход;
- 4) вес;
- 5) функция активации;

3. ЭЛЕМЕНТ ИСКУССТВЕННОГО НЕЙРОНА, ПРЕОБРАЗУЮЩИЙ ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ НЕЙРОНА (ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ АДАПТИВНОГО СУММАТОРА) В ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ НЕЙРОНА ПО НЕКОТОРОМУ НЕЛИНЕЙНОМУ ЗАКОНУ:

- 1) нелинейный преобразователь;
- 2) точка ветвления (выход);
- 3) синапс;
- 4) аксон;
- 5) активационная функция;

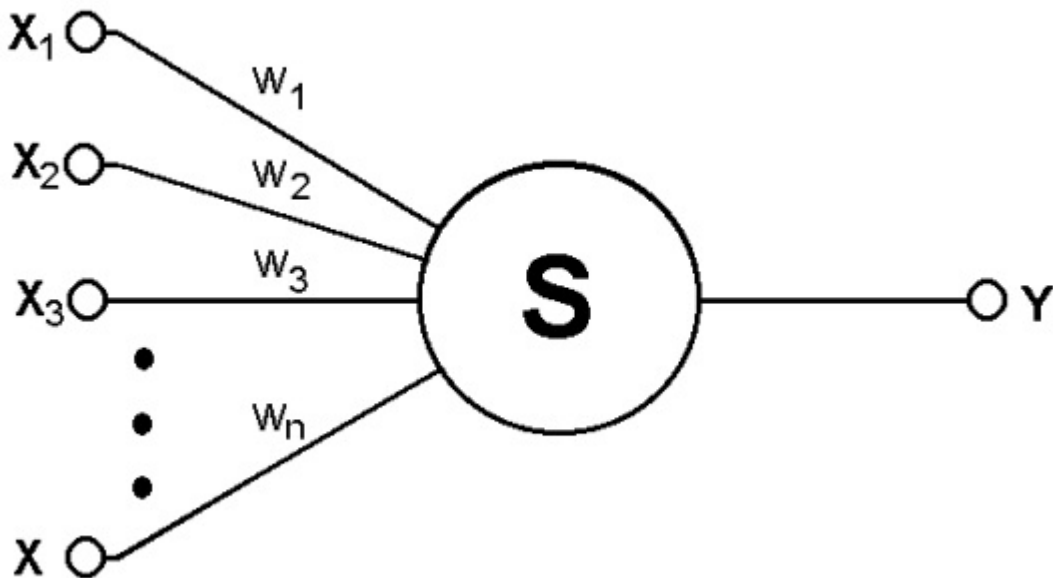
4. ЭЛЕМЕНТ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА, ПОСЫЛАЮЩИЙ ЕГО ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ПО НЕСКОЛЬКИМ АДРЕСАМ И ИМЕЮЩИЙ ОДИН ВХОД И НЕСКОЛЬКО ВЫХОДОВ:

- 1) нелинейный преобразователь;
- 2) точка ветвления (выход);
- 3) синапс;
- 4) аксон;

- 5) активационная функция;
5. НЕЛИНЕЙНАЯ ФУНКЦИЯ, ВЫЧИСЛЯЮЩАЯ ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ ФОРМАЛЬНОГО НЕЙРОНА:
- 1) нелинейный преобразователь;
 - 2) точка ветвления (выход);
 - 3) синапс;
 - 4) аксон;
 - 5) активационная функция;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. На рисунке представлена базовая модель искусственной нейронной сети.



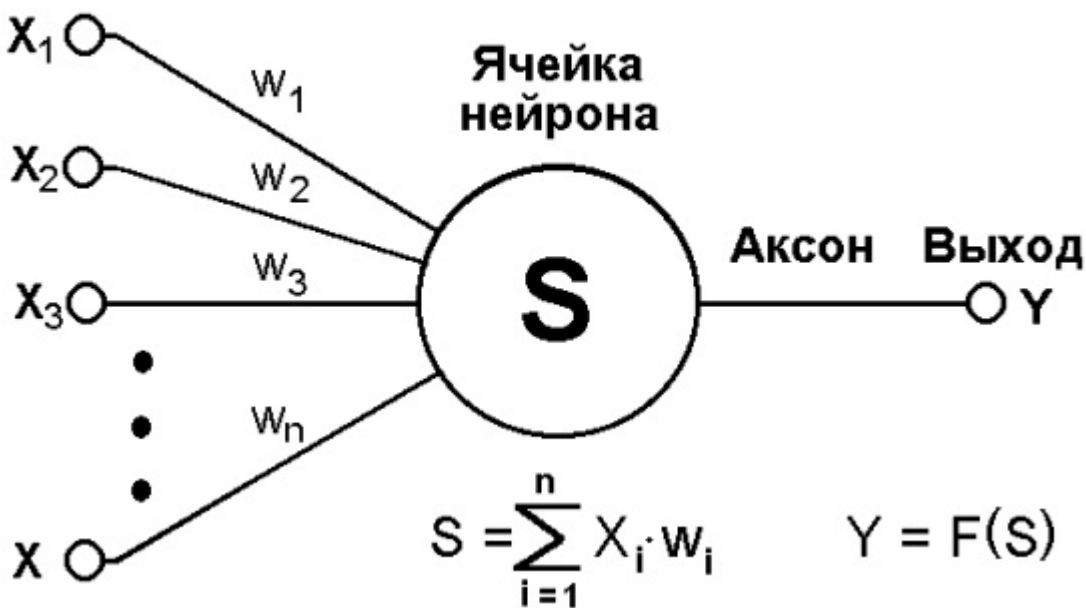
Вопрос 1: Что на рисунке обозначено буквами X (X1, X2, ...)?;

Вопрос 2: Что на рисунке обозначено буквами w (w1, w2, ...)?;

- 1) Входы;
- 2) Синапсы;

2. На рисунке представлена базовая модель искусственной нейронной сети.

Входы Синапсы



Вопрос 1: Что определяется функцией S?;

Вопрос 2: Что определяется функцией Y?;

- 1) S - это взвешенная сумма его входов, которая определяет текущее состояние нейрона;

2) $y = f(s)$ - выход нейрона, функция, определяющая его состояние;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- дополнительная:

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

Обмачевская, С. Н. [Медицинская информатика. Курс лекций](#) : учебное пособие для вузов / С. Н. Обмачевская. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 184 с. - Текст : электронный.

- электронные ресурсы:

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 9. Основные направления исследований применения искусственного интеллекта в медицине

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): Функция принятия решений является основополагающей в деятельности любой организации. Большую роль в реализации функций принятия решений играют системы поддержки принятия решений, которые созданы с использованием методов искусственного интеллекта. В связи с этим изучение языков и методов искусственного интеллекта, моделей и средств представления знаний и умение ими пользоваться становится актуальным при подготовке современного специалиста в области информационных технологий.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** понятие и принципы работы искусственного интеллекта., классы задач, решаемых с помощью интеллектуальных систем., основные виды интеллектуальных систем., **уметь** конструировать определения интеллектуальных систем, адекватные решаемым задачам., **владеть** терминологией в предметной области интеллектуальных систем.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Искусственный интеллект (ИИ) в медицине — использует алгоритмы и программное обеспечение для аппроксимации человеческих знаний при анализе сложных медицинских данных. Основной целью приложений, связанных со здоровьем человека, является анализ взаимосвязи между методами профилактики или лечения и результатами лечения пациентов. Были разработаны и применены на практике программы искусственного интеллекта, которые проводят диагностику процессов, разработку протоколов лечения, разработку лекарственных средств, мониторинг состояния пациента. здравоохранение остается одной из главных областей инвестирования в ИИ.

История

Развитие искусственного интеллекта, как научного направления, стало возможным только после создания ЭВМ. Это произошло в 40-х годах XX века. В это же время Н. Винер создал свои основополагающие работы по кибернетике.

В 1954 году в МГУ под руководством профессора А. А. Ляпунова начал свою работу семинар «Автоматы и мышление». В этом семинаре принимали участие крупнейшие физиологи, лингвисты, психологи, математики. Считается, что именно в это время родился искусственный интеллект в России.

Исследования, проведенные в 1960-х и 1970-х годах, позволили создать первую экспертную систему, которая известна как DENDRAL. В то время, как она была разработана для применения в органической химии, она послужила основой для последующей системы MYCIN, которая считается одним из наиболее значимых ранних применений искусственного интеллекта в медицине. Однако, MYCIN и другие системы, такие как Internist-1 и CASNET не достигли широкого применения.

1980-е и 1990-е годы привели к распространению микрокомпьютеров и созданию глобальных сетей. Произошло признание исследователями и разработчиками того факта, что системы ИИ в здравоохранении должны быть разработаны. Ученые утверждали, что программы должны быть рассчитаны на отсутствие идеальных сведений и должны опираться на опыт врачей. Новые подходы, связанные с теорией нечётких множеств, сетей Байеса и искусственных нейронных сетей, были созданы, чтобы отражать развитие потребности здравоохранения в интеллектуальных вычислительных системах.

Однако с 2002 года технологии сделали большой шаг вперед, а к программам внедрения искусственного интеллекта в медицину подключились и IT-гиганты, и целые государства. Сегодня ученые надеются, что с помощью искусственного интеллекта уже в ближайшем будущем возможно будет прийти к сверхточной (или прецизионной) медицине, в рамках которой появится возможность назначать индивидуальное лечение каждому отдельному человеку, учитывая его уникальные генетические и другие особенности. В США уже объявили о запуске пилотных проектов по развитию прецизионной медицины.

Медико-технологические достижения, произошедшие в этот полувековой период, позволили вывести здравоохранение на новый уровень. Новые приложения и системы, связанные с ИИ, обладают рядом неоспоримых преимуществ:

- Увеличенная вычислительная мощность приводит к более быстрому сбору и обработке данных.
- Увеличение объема и доступности связанных со здоровьем данных, которые получены из личных и медицинских устройств врачей и пациентов.
- Рост геномных баз данных секвенирования.
- Широкое внедрение электронных медицинских систем записи данных.

К 2019 году для специального исследования будут отобраны 1 миллион добровольцев. Исследование направлено на то, чтобы показать связь между состоянием здоровья, образом жизни, окружающей средой, а также социальным и экономическим статусом. Полученные данные будут обработаны с помощью ИИ.

Примеры

Корпорация IBM

Компания IBM разрабатывает системы в области лечения онкологии. Также проводит совместную работу с Джонсон & Джонсон в области исследования и лечения хронических заболеваний.

Microsoft

Корпорация Microsoft занимается разработкой наиболее эффективных лекарств и методов лечения от рака. Проект включает в себя анализ медицинских изображений опухолей и математический анализ развития клеток.

Компания Google

Платформа DeepMind компании Google используется Национальной службой здравоохранения Великобритании, чтобы обнаружить определенные риски для здоровья на основе данных, собранных через мобильные приложения. Второй проект включает в себя анализ медицинских изображений, полученных от пациентов, для разработки алгоритмов «компьютерного зрения» для обнаружения раковых тканей.

Корпорация Intel

Корпорация Intel разрабатывает программы с ИИ, которые определяют пациентов, входящих в группу риска, и предлагают вариант лечения.

Компания Medtronic

Компания Medtronic совместно с IBM разрабатывают приложение для людей, страдающих сахарным диабетом. Приложение будет способно определить критическое снижение уровня сахара в крови за 3 часа до наступления события. Для этого используют данные с глюкометров и инсулиновых помп от 600 анонимных пациентов. Отслеживать своё здоровье люди смогут с помощью специального приложения и носимых медицинских устройств.

Так же многими компаниями разрабатываются системы, позволяющие реанимировать пациентов с заболеваниями сердца.

Сферы применения в медицине

- приложения и программные продукты для распознавания медицинских изображений (снимков МРТ, заключений УЗИ, кардиограмм, результатов компьютерной томографии);
- стартапы для разработки лекарственных препаратов (микроскопический анализ, изучение эффективности препаратов, исследование вирусов и поиск эффективных вакцин);
- использование технологий машинного обучения в сфере протезирования (интеллектуальные системы разрабатывают удобные протезы с учетом анатомических особенностей человека);
- приложения для удаленной помощи пациенту (они популярны в Великобритании – с их помощью врачи общей практики могут в удаленном режиме дать рекомендации для лечения простудных болезней или других состояний, не угрожающих жизни);
- стартапы по лечению раковых заболеваний (например, SOPHiA AI – приложение по диагностике рака, привлекающее 30 млн.долл. инвестиций, умеющее анализировать клиническую картину состояния пациента и предлагать эффективную схему лечения).

Инвестиции

За последние несколько лет на разработки и исследования потрачено более \$1 млрд. Согласно прогнозам исследовательской компании Research and Markets, к 2020 году рынок ИИ вырастет до \$5,05 млрд. Спрос на клинические испытания, моделирование лечения, новые исследования и решения растет постоянно, поэтому, несомненно, как раз здравоохранение станет одним из самых быстрорастущих сегментов. Еще неизвестно, когда ИИ сможет давать на 100 % точные рекомендации врачам, однако уже сегодня он способен помочь в решении повседневных задач

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое искусственный интеллект?
2. Перечислите основные этапы истории развития искусственного интеллекта в СССР и России.
3. В чем особенности применения искусственного интеллекта в медицине?
4. Приведите примеры использования искусственного интеллекта в медицине.
5. Какими преимуществами обладают системы, использующие искусственный интеллект?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, КАК НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ, СТАЛО ВОЗМОЖНЫМ:

- 1) только после создания ЭВМ;
- 2) только после развития дистанционных технологий;
- 3) только после появления многоядерных процессоров;
- 4) только после создания суперкомпьютеров;
- 5) только после увеличения тактовой частоты процессоров;

2. РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, КАК НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ, НАЧАЛОСЬ:

- 1) в 40-х годах XX века;
- 2) в 60-х годах XX века;
- 3) в 80-х годах XX века;
- 4) в конце XX века;
- 5) в начале XIX века;

3. ПЕРВОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМОЙ СЧИТАЕТСЯ:

- 1) DENDRAL;
- 2) MYCIN;
- 3) Internist-1;
- 4) CASNET;
- 5) DeepMind;

4. ПЕРВАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА БЫЛА РАЗРАБОТАНА:

- 1) для применения в органической химии;
- 2) для применения в биологии;
- 3) для диагностики и лечения хронических заболеваний;
- 4) для анализа медицинских изображений опухолей;
- 5) для математического анализа развития клеток;

5. РОЖДЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РОССИИ СВЯЗЫВАЮТ С РАБОТОЙ СЕМИНАРА «АВТОМАТЫ И МЫШЛЕНИЕ» ПОД РУКОВОДСТВОМ:

- 1) А. А. Ляпунова;
- 2) Н. Винера;
- 3) Д. А. Поспелова;
- 4) В. Ф. Турчина;
- 5) А. И. Берга;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Искусственный интеллект — свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (не следует путать с искусственным сознанием); наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.

Вопрос 1: Перечислите сферы применения искусственного интеллекта в медицине?;

Вопрос 2: Приведите конкретные примеры медицинских приложений, основанных на искусственном интеллекте;

1) приложения и программные продукты для распознавания медицинских изображений (снимков МРТ, заключений УЗИ, кардиограмм, результатов компьютерной томографии); стартапы для разработки лекарственных препаратов (микроскопический анализ, изучение эффективности препаратов, исследование вирусов и поиск эффективных вакцин); использование технологий машинного обучения в сфере протезирования (интеллектуальные системы разрабатывают удобные протезы с учетом анатомических особенностей человека); приложения для удаленной помощи пациенту (они популярны в Великобритании – с их помощью врачи общей практики могут в удаленном режиме дать рекомендации для лечения простудных болезней или других состояний, не угрожающих жизни); стартапы по лечению раковых заболеваний (например, SOPHiA AI – приложение по диагностике рака, привлекшее 30 млн.долл. инвестиций, умеющее анализировать клиническую картину состояния пациента и предлагать эффективную схему лечения);

2) Компания IBM разрабатывает системы в области лечения онкологии. Также проводит совместную работу с Джонсон & Джонсон в области исследования и лечения хронических заболеваний. Платформа DeepMind компании Google используется Национальной службой здравоохранения Великобритании, чтобы обнаружить определенные риски для здоровья на основе данных, собранных через мобильные приложения. Второй проект включает в себя анализ медицинских изображений, полученных от пациентов, для разработки алгоритмов «компьютерного зрения» для обнаружения раковых тканей и др.;

2. Ознакомьтесь с сервисом <https://quickdraw.withgoogle.com/>

Вопрос 1: На какой технологии основан этот сервис?;

Вопрос 2: Дайте определение этой технологии;

- 1) Искусственный интеллект;
- 2) Искусственный интеллект — свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (не следует путать с искусственным сознанием); наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- дополнительная:

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- электронные ресурсы:

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)

1. Тема № 10. Систематизация изученного материала. Зачет. (в интерактивной форме)

2. Значение темы (актуальность изучаемой проблемы): осуществить контроль знаний, умений, проверить сформированность компетенций.

3. Цели обучения

- **обучающийся должен знать** понятие и принципы работы искусственного интеллекта., способы представления знаний в интеллектуальных системах., классы задач, решаемых с помощью интеллектуальных систем., основные виды интеллектуальных систем., основные понятия и строение базовой нейронной сети., понятие и структуру экспертных систем., основные подходы к постановке и решению задач в сфере интеллектуальных систем; основные модели и средства представления знаний., **уметь** конструировать определения интеллектуальных систем, адекватные решаемым задачам., трансформировать описание ситуации в задачу, адекватную постановщику задачи., выбрать средства представления знаний, адекватные решаемой задаче., описывать базу знаний по требуемой предметной области., описывать экспертную и интеллектуальную диагностическую систему., описывать принцип работы нейронных сетей., **владеть** методами формализации и интерпретации интеллектуальных систем и их компонентов., моделями и средствами представления знаний., терминологией в предметной области интеллектуальных систем.

4. Аннотация (краткое содержание темы)

Зачетное занятие. Написание итогового теста. Собеседование по вопросам к зачету. Решение ситуационных задач.

5. Вопросы по теме занятия

1. Что такое искусственный интеллект?

2. Перечислите направления развития искусственного интеллекта.

3. Что такое данные?

1) Данные – это информация, полученная в результате наблюдений или измерений отдельных свойств (атрибутов), характеризующих объекты, процессы и явления предметной области.;

4. Что такое знание?

1) Знание – форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека. Знание помогает людям рационально организовать свою деятельность и решать различные проблемы, возникающие в ее процессе; субъективный образ объективной реальности, то есть адекватное отражение внешнего и внутреннего мира в сознании человека в форме представлений, понятий, суждений, теорий.;

5. Какие требования предъявляются к моделям знаний?

6. Тестовые задания по теме с эталонами ответов

1. СВОЙСТВО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ВЫПОЛНЯТЬ ТВОРЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ, КОТОРЫЕ ТРАДИЦИОННО СЧИТАЮТСЯ ПРЕРОГАТИВОЙ ЧЕЛОВЕКА; НАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАШИН, ОСОБЕННО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ:

- 1) искусственный интеллект;
- 2) машинный интеллект;
- 3) биоинтеллект;
- 4) нейронная сеть;
- 5) искусственный геном;

2. ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ СТАТЬЯ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ БЫЛА ОПУБЛИКОВАНА В:

- 1) 1950 году;
- 2) 1956 году;
- 3) 1964 году;
- 4) 1966 году;
- 5) 1962 году;

3. МОДЕЛЬ, В ОСНОВЕ КОТОРОЙ ЛЕЖИТ ФОРМАЛЬНАЯ СИСТЕМА, ЗАДАВАЕМАЯ ЧЕТВЕРКОЙ ВИДА: $M = \langle L; T, P, A, V \rangle$; НАЗЫВАЕТСЯ:

- 1) логической моделью;
- 2) сетевой моделью;
- 3) продукционной моделью;
- 4) фреймовой моделью;
- 5) нейронной моделью;

4. КОМПОНЕНТ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ИЗ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ И ЗНАНИЯ ИЗ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТАКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПРАВИЛ, КОТОРЫЕ, БУДУЧИ ПРИМЕНЕННЫМИ К ИСХОДНЫМ ДАННЫМ, ПРИВОДЯТ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ:

- 1) программист;
- 2) база данных;
- 3) эксперт;
- 4) решатель;
- 5) объяснительный компонент;

5. ЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ «ДИЗЬЮНКЦИЯ» ОБОЗНАЧАЕТСЯ СИМВОЛОМ:

- 1) ;

- 2) \wedge ;
- 3) \vee ;
- 4) \rightarrow ;
- 5) \leftrightarrow ;

7. Ситуационные задачи по теме с эталонами ответов

1. Вы занимаетесь изучением интеллектуальных информационных систем.

Вопрос 1: Какие признаки характерны для интеллектуальных информационных систем?;

Вопрос 2: Какова классификация интеллектуальных систем на основе этих признаков?;

1) Для интеллектуальных информационных систем характерны следующие признаки: развитые коммуникативные способности; умение решать сложные плохо формализуемые задачи; способность к самообучению; адаптивность.;

2) В соответствии с перечисленными признаками ИИС делятся на: системы с коммутативными способностями (с интеллектуальным интерфейсом); экспертные системы (системы для решения сложных задач); самообучающиеся системы (системы, способные к самообучению); адаптивные системы (адаптивные информационные системы).;

2. Искусственный интеллект — свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека (не следует путать с искусственным сознанием); наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.

Вопрос 1: Перечислите сферы применения искусственного интеллекта в медицине?;

Вопрос 2: Приведите конкретные примеры медицинских приложений, основанных на искусственном интеллекте;

1) приложения и программные продукты для распознавания медицинских изображений (снимков МРТ, заключений УЗИ, кардиограмм, результатов компьютерной томографии); стартапы для разработки лекарственных препаратов (микроскопический анализ, изучение эффективности препаратов, исследование вирусов и поиск эффективных вакцин); использование технологий машинного обучения в сфере протезирования (интеллектуальные системы разрабатывают удобные протезы с учетом анатомических особенностей человека); приложения для удаленной помощи пациенту (они популярны в Великобритании – с их помощью врачи общей практики могут в удаленном режиме дать рекомендации для лечения простудных болезней или других состояний, не угрожающих жизни); стартапы по лечению раковых заболеваний (например, SOPHiA AI – приложение по диагностике рака, привлекшее 30 млн.долл. инвестиций, умеющее анализировать клиническую картину состояния пациента и предлагать эффективную схему лечения);

2) Компания IBM разрабатывает системы в области лечения онкологии. Также проводит совместную работу с Джонсон & Джонсон в области исследования и лечения хронических заболеваний. Платформа DeepMind компании Google используется Национальной службой здравоохранения Великобритании, чтобы обнаружить определенные риски для здоровья на основе данных, собранных через мобильные приложения. Второй проект включает в себя анализ медицинских изображений, полученных от пациентов, для разработки алгоритмов «компьютерного зрения» для обнаружения раковых тканей и др.;

8. Рекомендованная литература по теме занятия

- **дополнительная:**

[Медицинская информатика](#) : учебник / ред. Т. В. Зарубина, Б. А. Кобринский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 464 с. - Текст : электронный.

- **электронные ресурсы:**

Остроух, А.В. Введение в искусственный интеллект : монография / А.В. Остроух. - Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. - 250 с. (<http://nkras.ru/arhiv/2020/ostroukh1.pdf>)