



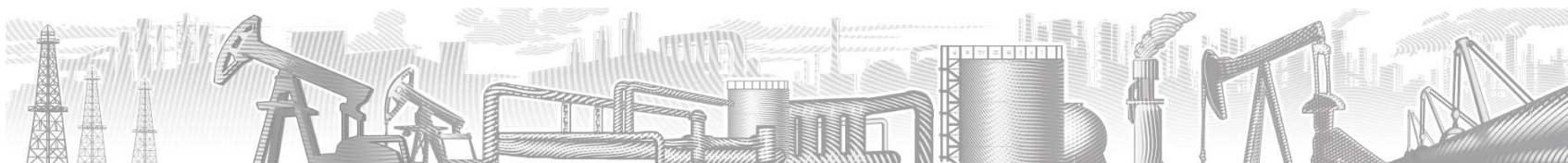
**УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА (филиал в г. Октябрьском)



Кафедра «Информационные технологии, математика и естественные науки»

Курс ДОП
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Разработал д.т.н. Тынчеров Камиль Талятович



РАЗДЕЛ 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

Лекция 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗНАНИЙ

Тема предыдущей лекции: Состав знаний экспертной системы: задачи представления знаний, классификация знаний с точки зрения проблемной области; классификация знаний с точки зрения архитектуры ЭС.



Учебные вопросы лекции

1. Уровни представления и уровни детальности.
2. Организация знаний в рабочей памяти.
3. Организация знаний в базе знаний.

Представление знаний в экспертных системах :
учебное пособие / сост. В. А. Морозова, В. И. Паутов. —
Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 120 с.
ISBN 978-5-7996-2037-0

Вопросы организации знаний необходимо рассматривать в любом представлении, и их решение в значительной степени не зависит от выбранного способа (модели) представления.

Выделим следующие аспекты **проблемы организации знаний** [7; 8]:

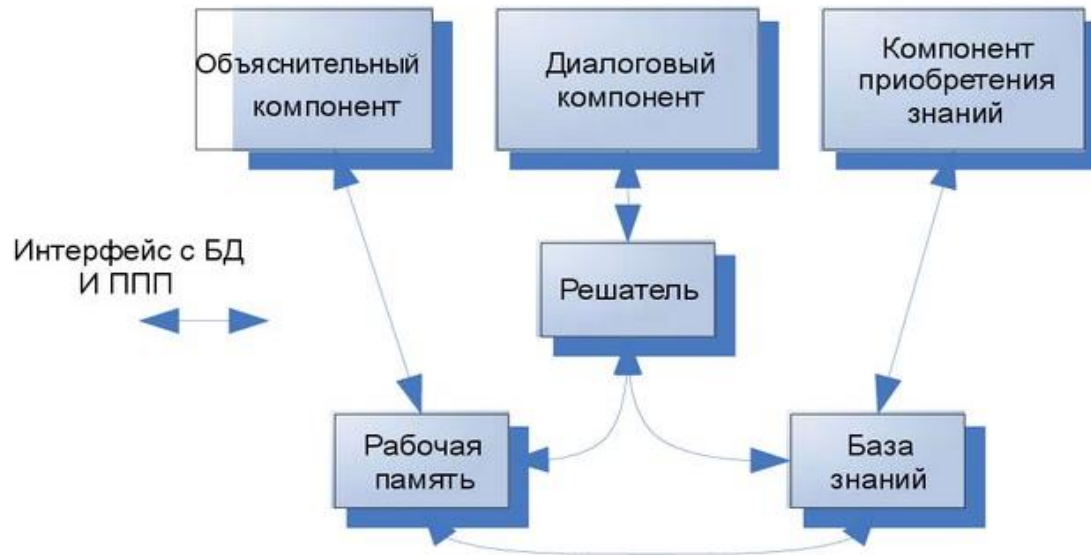
- организация знаний по уровням представления и по уровням детальности;
- организация знаний в рабочей памяти экспертной системы;
- организация знаний в базе знаний.



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.

Статическая экспертная система



Рабочая память (база данных)	Предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.	Компонент приобретения знаний	Предназначен для автоматизированного наполнения экспертной системы знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.
База знаний	Предназначена для хранения субъективных эвристических знаний экспертов, описывающих рассматриваемую предметную область.	Объяснительный компонент	Предназначен для объяснения, 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.
Решатель	Составляет наиболее важную часть экспертной системы. Решатель, используя исходные данные из рабочей памяти и знания из базы знаний, формирует такую последовательность правил, которые, будучи примененными к исходным данным, приводят к решению задачи.	Диалоговый компонент	Предназначен для организации дружественного общения с пользователем как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.

Напоминание: в чем отличие знаний от данных

Знания являются более сложной категорией информации по сравнению с **данными**.

Знания описывают не только отдельные факты, но и взаимосвязи между ними, поэтому знания иногда называют структурированными данными.

В большинстве изданий знания определяются как хорошо структурированные, рассмотренные в многообразии взаимосвязей данные о свойствах сущностей предметной области и об отношениях между ними. Часто знания трактуются как «данные о данных», которые могут порождать новые понятия, абстракции и даже приводить к открытию новых сущностей. Знания отражают множество возможных ситуаций, связанных с состоянием и конкретной реализацией объектов определенного типа, способы перехода от одного описания объекта к другому.

знания = факты + убеждения + правила

Для того чтобы наделить ИИС знаниями, их необходимо представить в определенной форме.

1. Уровни представления и уровни детальности

Для того чтобы экспертная система могла управлять процессом поиска решения, была способна приобретать новые знания и объяснять свои действия, она должна уметь не только использовать свои знания, но и обладать способностью понимать и исследовать их, т. е. экспертная система должна иметь знания о том, как представлены ее знания в проблемной среде [7; 8].

Если знания о проблемной среде назвать знаниями **нулевого уровня** представления, то первый уровень представления содержит **метазнания**, т. е. знания о том, как представлены во внутреннем мире системы знания нулевого уровня.

Первый уровень содержит знания о том, какие средства используются для представления знаний нулевого уровня. Знания первого уровня играют существенную роль при управлении процессом решения, при приобретении и объяснении действий системы. В связи с тем, что знания первого уровня не содержат ссылок на знания нулевого уровня, знания первого уровня независимы от проблемной среды.

Число уровней представления может быть больше двух.

Второй уровень представления содержит сведения о знаниях первого уровня, т. е. знания о представлении базовых понятий первого уровня.

Разделение знаний по уровням представления обеспечивает расширение области применимости системы [7; 8].

1. Уровни представления и уровни детальности

Выделение **уровней детальности** позволяет рассматривать знания с различной степенью подробности. Количество уровней детальности во многом определяется спецификой решаемых задач, объемом знаний и способом их представления.

Как правило, выделяется **не менее трех уровней детальности**, отражающих соответственно общую, логическую и физическую организацию знаний. Введение нескольких уровней детальности обеспечивает дополнительную степень гибкости системы, так как позволяет производить изменения на одном уровне, не затрагивая другие. Изменения на одном уровне детальности могут приводить к дополнительным изменениям на этом же уровне, что оказывается необходимым для обеспечения согласованности структур данных и программ. Однако наличие различных уровней препятствует распространению изменений с одного уровня на другие [7; 8].



Рис. 1. Графические комментарии к правилу определения детальности

2. Организация знаний в рабочей памяти

Рабочая память (РП) экспертных систем предназначена для хранения данных.

Данные в рабочей памяти могут быть однородны или разделяются на уровни по типам данных. В последнем случае на каждом уровне рабочей памяти хранятся данные соответствующего типа. Выделение уровней усложняет структуру экспертной системы, но делает систему более эффективной. Например, можно выделить уровень планов, уровень агенды (упорядоченного списка правил, готовых к выполнению) и уровень данных предметной области (уровень решений) [7; 8].

В современных экспертных системах данные в рабочей памяти рассматриваются как **изолированные** или как **связанные**.

В первом случае рабочая память состоит из множества простых элементов, а во втором — из одного или нескольких (при нескольких уровнях в РП) сложных элементов (например, объектов). При этом сложный элемент соответствует множеству простых, объединенных в единую сущность. Теоретически оба подхода обеспечивают полноту, но использование изолированных элементов в сложных предметных областях приводит к потере эффективности [7; 8].

Уточнение

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**.

2. Организация знаний в рабочей памяти

Данные в РП в простейшем случае являются константами и (или) переменными. При этом **переменные** могут трактоваться как характеристики некоторого объекта, а **константы** — как значения соответствующих характеристик. Если в РП требуется анализировать одновременно несколько различных объектов, описывающих текущую проблемную ситуацию, то необходимо указывать, к каким объектам относятся рассматриваемые характеристики. Одним из способов решения этой задачи является явное указание того, к какому объекту относится характеристика [7; 8].

Если РП состоит из сложных элементов, то связь между отдельными объектами указывается явно, например заданием семантических отношений. При этом каждый объект может иметь свою внутреннюю структуру. Необходимо отметить, что для ускорения поиска и сопоставления данные в РП могут быть связаны не только логически, но и ассоциативно [7; 8].

Уточнение

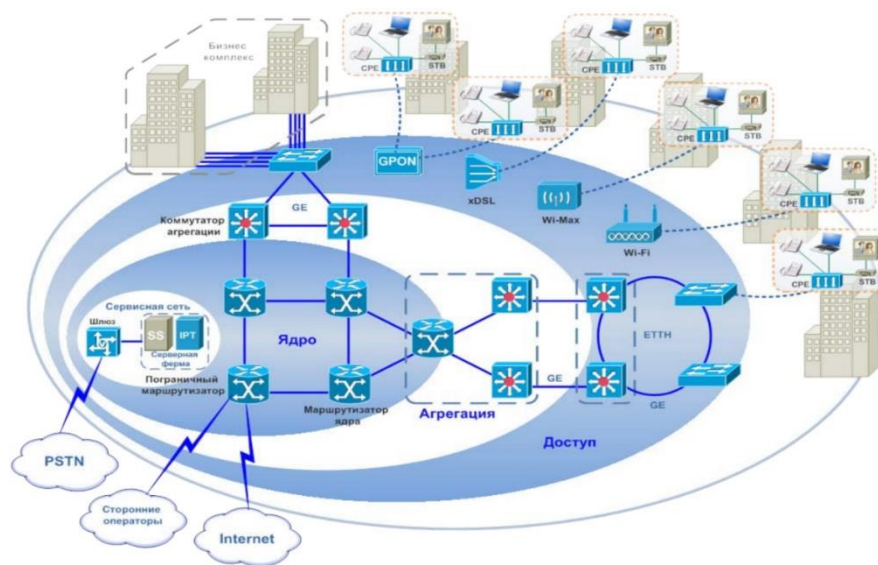
База данных (рабочая память) предназначена для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи. Этот термин совпадает по названию, но не по смыслу с термином, используемым в информационно-поисковых системах (ИПС) и системах управления базами данных (СУБД) для обозначения всех данных (в первую очередь долгосрочных), хранимых в системе.

3. Организация знаний в базе знаний

Показателем интеллектуальности системы с точки зрения представления знаний считается способность системы использовать в нужный момент необходимые (релевантные) знания [9]. Системы, не имеющие средств определения релевантных знаний, неизбежно сталкиваются с проблемой «**комбинаторного взрыва**». Можно утверждать, что эта проблема является одной из основных причин, ограничивающих сферу применения экспертных систем. В проблеме доступа к знаниям можно выделить три аспекта: связность знаний и данных; механизм доступа к знаниям; способ сопоставления [7; 8; 9].

Связность (агрегация) знаний является основным способом, обеспечивающим ускорение поиска релевантных знаний. Большинство специалистов пришли к убеждению, что знания следует организовывать вокруг наиболее важных объектов (сущностей) предметной области.

Все знания, характеризующие некоторую сущность, связываются и представляются в виде **отдельного объекта**. При подобной организации знаний, если системе потребовалась информация о некоторой сущности, то она ищет объект, описывающий эту сущность, а затем уже внутри объекта отыскивает информацию о данной сущности. В объектах целесообразно выделять два типа связей между элементами: внешние и внутренние.



3. Организация знаний в базе знаний

Внутренние связи объединяют элементы в единый объект и предназначены для выражения структуры объекта.

Внешние связи отражают взаимозависимости, существующие между объектами в области экспертизы. Многие исследователи классифицируют внешние связи на логические и ассоциативные.

Логические связи выражают семантические отношения между элементами знаний.

Ассоциативные связи предназначены для обеспечения взаимосвязей, способствующих ускорению процесса поиска релевантных знаний [7; 8].

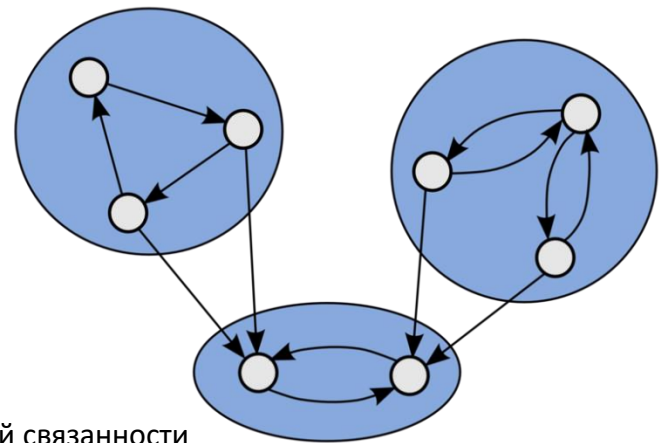


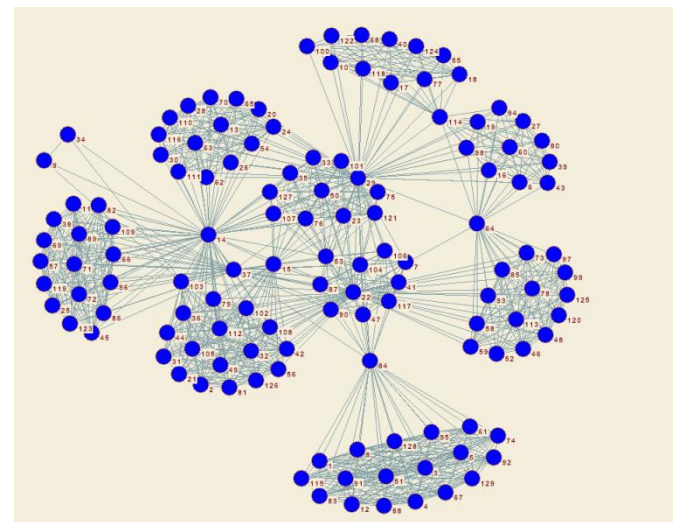
Рис. Пример сильной связанности

3. Организация знаний в базе знаний

Основной проблемой при работе с большой базой знаний является **проблема поиска знаний, релевантных решаемой задаче**. В связи с тем, что в обрабатываемых данных может не содержаться явных указаний на значения, требуемые для их обработки, необходим более общий механизм доступа, чем метод прямого доступа (метод явных ссылок). Задача этого механизма состоит в том, чтобы по некоторому описанию сущности, имеющемуся в рабочей памяти, найти в базе знаний объекты, удовлетворяющие этому описанию. Очевидно, что упорядочение и структурирование знаний могут значительно ускорить процесс поиска [7; 8]. Нахождение желаемых объектов, в общем случае, уместно рассматривать как двухэтапный процесс.

На первом этапе, соответствующем процессу выбора по ассоциативным связкам, совершается предварительный выбор в базе знаний потенциальных кандидатов на роль желаемых объектов.

На втором этапе путем выполнения операции сопоставления потенциальных кандидатов с описаниями кандидатов осуществляется окончательный выбор искомых объектов. При организации подобного механизма доступа возникают определенные трудности: Как выбрать критерий пригодности кандидата? Как организовать работу в конфликтных ситуациях? и т. п. [7; 8].



Операция сопоставления может использоваться не только как средство выбора нужного объекта из множества кандидатов; она может быть использована для классификации, подтверждения, декомпозиции и коррекции. Для идентификации неизвестного объекта он может быть сопоставлен с некоторыми известными образцами. Это позволит классифицировать неизвестный объект как такой известный образец, при сопоставлении с которым были получены лучшие результаты.

При поиске сопоставление используется для подтверждения некоторых кандидатов из множества возможных. Если осуществлять сопоставление некоторого известного объекта с неизвестным описанием, то в случае успешного сопоставления будет осуществлена частичная декомпозиция описания [7; 8].



Синтаксическое сопоставление

Операции сопоставления весьма разнообразны. Обычно выделяют следующие их формы: синтаксическое, параметрическое, семантическое и принуждаемое сопоставления [7; 8; 9].

В случае **синтаксического сопоставления** соотносят формы (образцы), а не содержание объектов. Успешным является сопоставление, в результате которого образцы оказываются идентичными. Обычно считается, что переменная одного образца может быть идентична любой константе (или выражению) другого образца.

Иногда на переменные, входящие в образец, накладывают требования, определяющие тип констант, с которыми они могут сопоставляться.

Результат синтаксического сопоставления является бинарным: образцы сопоставляются или не сопоставляются.

Параметрическое, семантическое и принуждаемое сопоставления

В **параметрическом сопоставлении** вводится параметр, определяющий степень сопоставления.



В случае **семантического сопоставления** соотносятся не образцы объектов, а их функции.

В случае **принуждаемого сопоставления** один сопоставляемый образец рассматривается с точки зрения другого. В отличие от других типов сопоставления здесь всегда может быть получен положительный результат. Вопрос состоит в силе принуждения. Принуждение могут выполнять специальные процедуры, связываемые с объектами. Если эти процедуры не в состоянии осуществить сопоставление, то система сообщает, что успех может быть достигнут только в том случае, если определенные части рассматриваемых сущностей можно считать сопоставляющимися [7; 8].

1. Аспекты проблемы организации знаний
2. Структура экспертных систем
3. Уровни представления и уровни детальности ЭС
4. Рабочая память (РП) ЭС
5. Переменные и константы ЭС
6. Проблема «комбинаторного взрыва».
7. Связность (агрегация) знаний на примере графов
8. Проблема поиска знаний, релевантных решаемой задаче.
9. Операция сопоставления в ЭС
10. Синтаксическое сопоставление в ЭС
11. Параметрическое сопоставление в ЭС

1. Марселлус Д. Программирование экспертных систем на Турбо-Прологе : пер. с англ. / предисл. С. В. Трубицина. М. : Финансы и статистика, 1994. 256 с. : ил.
2. Рот М. Интеллектуальный автомат : компьютер в качестве эксперта : пер. с нем. М. : Энергоатомиздат, 1991. 80 с. : ил.
3. Экспертные системы на персональных компьютерах : материалы семинара. М. : МДНТП, 1990. 140 с.
4. Экспертные системы : принципы работы и примеры / А. Брукинг [и др.]; под ред. Р. Форсайта; пер. с англ. С. И. Рудаковой; под ред. В. Л. Стераника. М. : Радио и связь, 1987. 220 с. : ил.
5. Экспертные системы : сборник / ред. Б. М. Васильев. М. : Знание, 1990. 47 с. : ил.
6. Убейко В. М., Убейко В. В. Экспертные системы в СССР. Обзор информ. // Маш. пр-во. Сер. Автоматизированные системы проектирования и управления, вып. 5 (СНИИТЭМР). М., 1991. 67 с.
7. Статические и динамические экспертные системы : учеб. пособие для вузов / Э. В. Попов, И. Б. Фоминых, Е. Б. Кисель, М. Д. Шапот. М. : Финансы и статистика, 1996. 320 с. : ил.
8. Попов Э. В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. М. : Наука, 1987. 288 с. : ил.
9. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке. М. : Наука, 1982. 360 с.
10. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М. : Наука, 1971. 320 с.
11. Попов Э. В., Фридман Г. Р. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. М. : Наука, 1976. 455 с.
12. Мальцев А. А. Алгоритмы и рекурсивные функции. М. : Наука, 1965. 391 с.
13. Маслов С. Ю. Обратный метод установления выводимости в классическом исчислении предикатов // Доклады академии наук СССР. 1964. Т. 159, № 1. С. 17–20.
14. Ефимов Е. И. Решатели интеллектуальных задач. М. : Наука, 1982. 320 с.
15. Финн В. К. Индуктивные модели // Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. М. : ВИНТИ, 1984. Т. А. С. 58–76.
16. Поспелов Д. А. Элементы аксиоматики временных отношений // Вопросы кибернетики. Ситуационное управление. Теория и практика. М. : Научный совет по комплексной проблеме кибернетики АН СССР, 1975. С. 15–21.
17. Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления. М. : Энергоатомиздат, 1981. 231 с.
18. Поспелов Д. А. Псевдофизические логики // Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. М. : ВИНТИ, 1984. Т. А. С. 48–57.

19. Поспелов Д. А. О «человеческих» рассуждениях в интеллектуальных системах // Вопросы кибернетики. Логика рассуждений и ее моделирование. М. : Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика», 1983. С. 5–37.
20. Поспелов Д. А. Логические модели представления знаний. Вводные замечания // Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. М. : ВИНТИ, 1984. Т. А. С. 33–35.
21. Крипке С. А. Теорема полноты в модальной логике // Модальная логика. Фейс Р. М. : Наука, 1974. С. 223–246.
22. Крипке С. А. Семантический анализ модальной логики. Ч. I. Нормальные модальные исчисления высказываний // Модальная логика. Фейс Р. М. : Наука, 1974. С. 254–303.
23. Крипке С. А. Семантический анализ модальной логики. Ч. II. Нормальные модальные исчисления высказываний // Модальная логика. Фейс Р. М. : Наука, 1974. С. 304–323.
24. Гаврилова Т. А., Червинская К. Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. М. : Радио и связь, 1992. 200 с. : ил.
25. The OPS_5 user's manual. Technical Rept. CMU-CS-81. Pittsburgh : Carnegie — Mellon University, 1981.
26. Walker C. T., Miller K. R. Expert system 1987 : An Assessment of Technology and Applications. Madison, 1988.
27. Кирсанов Б. С., Попов Э. В. Отечественные оболочки экспертных систем для больших ЭВМ // Искусственный интеллект : справочник. М. : Радио и связь, 1990. Т. 1. С. 369–388.
28. Хорошевский В. Ф. Программный инструментарий представления знаний в экспертных системах // Экспертные системы : состояние и перспективы; под ред. Д. А. Поспелова. М. : Наука, 1989. С. 38–47.
29. Ковригин О. В., Перфильев К. Г. Гибридные средства представления знаний в системе СПИЭС // Всесоюзная конференция по искусственному интеллекту : тез. докл. Переславль-Залесский, 1988. Т. 2. С. 490–494.
30. Соловьев С. Ю., Соловьева Г. М. Вопросы организации баз знаний в системе ФИАКР // Экспертные системы : состояние и перспективы / под ред. Д. А. Поспелова. М. : Наука, 1989. С. 47–54.
31. Цейтин Г. С. Программирование на ассоциативных сетях // ЭВМ в проектировании и производстве. Л. : Машиностроение, 1985. Вып. 2. С. 16–48.
32. Сапатый П. С. Язык ВОЛНА-0 как основа навигационных структур для баз знаний на основе семантических сетей // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. 1986. № 5. С. 198–211.
33. Уварова Т. Г. Операционная семантика волновых языков и метод ее описания // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. 1987. № 2. С. 128–142.
34. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам : пер. с англ. М. : Мир, 1989. 388 с.

На следующей лекции будут изучены Модели представления знаний: логическая модель представления знаний; продукционная модель; модули, управляемые образцами; семантические модели ; фреймы; объектно-ориентированный подход; практика использования моделей представления знаний в экспертных системах

Спасибо за внимание!