

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра математического обеспечения
информационных систем

О.А. ТАТЖИБАЕВА

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2005

УДК 004.891 (07)
ББК 32.813 я7
Т 23

Рецензент
кандидат технических наук И.В. Влацкая

Т 23 **Татжибаева О.А.**
Разработка экспертных систем [Текст]: методические указания к расчетно-графическим работам по дисциплине «Системы искусственного интеллекта»/О.А. Татжибаева.- Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005.- 23с.

В пособии приведены основные сведения о назначении экспертных систем, требованиях, предъявляемых к экспертным системам, описана технология разработки экспертных систем. Тема «Экспертные системы» включена в программу курса «Системы искусственного интеллекта».

Методические указания предназначены для студентов специальности 010503, а также помогут преподавателям организовать выполнение расчетно-графических работ студентами.

ББК 32.813 я7

© Татжибаева О.А. 2005
© ГОУ ОГУ, 2005

Введение

Цель выполнения расчетно-графической работы по проектированию экспертных систем - закрепление и практическое применение знаний, полученных при прослушивании курса "Системы искусственного интеллекта". Сложность заданий подбирается таким образом, чтобы они были выполнимы одним или двумя студентами в течение половины времени, отведенного под лабораторные работы. Их содержание ориентировано на преимущественное использование нечеткой логики и правил нечетких рассуждений для получения надежных заключений как отражающих основную особенность деятельности экспертов в сложных и плохо формализуемых ситуациях. Примерные темы заданий - в приложении А.

Основным итогом проектирования экспертной системы является разработка базы знаний, реализуемой с применением специального инструментального средства, предназначенного для создания экспертных систем (оболочки), либо с помощью одного из пригодных для этого универсальных средств программирования. По итогам проектирования составляется отчет, структура которого дается в приложении Б.

1 Назначение экспертных систем

В начале восьмидесятых годов в исследованиях по искусственному интеллекту сформировалось самостоятельное направление, получившее название "экспертные системы" (ЭС). Цель исследований по ЭС состоит в разработке программ, которые при решении задач, трудных для эксперта-человека, получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым экспертом. Исследователи в области ЭС для названия своей дисциплины часто используют также термин "инженерия знаний", введенный Е.Фейгенбаумом как "привнесение принципов и инструментария исследований из области искусственного интеллекта в решение трудных прикладных проблем, требующих знаний экспертов".

Программные средства (ПС), базирующиеся на технологии экспертных систем, или инженерии знаний (в дальнейшем будем использовать их как синонимы), получили значительное распространение в мире. 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 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.

ЭС предназначены для так называемых неформализованных задач, т.е. ЭС не отвергают и не заменяют традиционного подхода к разработке программ, ориентированного на решение формализованных задач.

Неформализованные задачи обычно обладают следующими особенностями:

- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью исходных данных;
- ошибочностью, неоднозначностью, неполнотой и противоречивостью знаний о проблемной области и решаемой задаче;
- большой размерностью пространства решения, т.е. перебор при поиске решения весьма велик;
- динамически изменяющимися данными и знаниями.

Следует подчеркнуть, что неформализованные задачи представляют большой и очень важный класс задач. Многие специалисты считают, что эти задачи являются наиболее массовым классом задач, решаемых ЭВМ.

Экспертные системы и системы искусственного интеллекта отличаются от систем обработки данных тем, что в них в основном используются символьный (а не числовой) способ представления, символьный вывод и эвристический поиск решения (а не исполнение известного алгоритма).

Экспертные системы применяются для решения только трудных практических (не игрушечных) задач. По качеству и эффективности решения экспертные системы не уступают решениям эксперта-человека. Решения экспертных систем обладают *"прозрачностью"*, т.е. могут быть объяснены пользователю на качественном уровне. Это качество экспертных систем обеспечивается их способностью рассуждать о своих знаниях и умозаключениях. Экспертные системы способны пополнять свои знания в ходе взаимодействия с экспертом. Необходимо отметить, что в настоящее время технология экспертных систем используется для решения различных типов задач (интерпретация, предсказание, диагностика, планирование, конструирование, контроль, отладка, инструктаж, управление) в самых разнообразных проблемных областях, таких, как финансы, нефтяная и газовая промышленность, энергетика, транспорт, фармацевтическое производство, космос, металлургия, горное дело, химия, образование, целлюлозно-бумажная промышленность, телекоммуникации и связь и др.

2 Структура экспертных систем

Типичная статическая ЭС состоит из следующих основных компонентов, изображенных на рисунке 1:

- решателя (интерпретатора);
- рабочей памяти (РП), называемой также базой данных (БД);
- базы знаний (БЗ);
- компонентов приобретения знаний;
- объяснительного компонента;
- диалогового компонента.

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.

База знаний (БЗ) в ЭС предназначена для хранения долгосрочных данных, описывающих рассматриваемую область (а не текущих данных), и правил, описывающих целесообразные преобразования данных этой области.

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

Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.

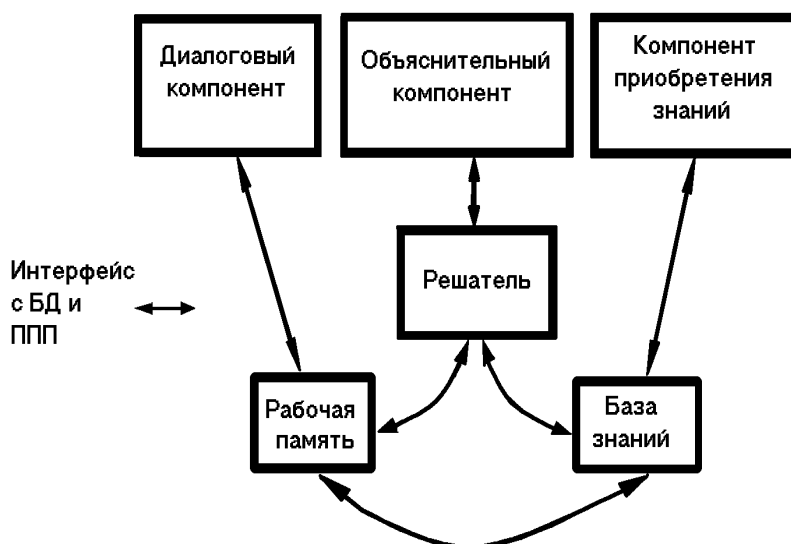


Рисунок 1- Структура статической ЭС

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.

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

В разработке ЭС участвуют представители следующих специальностей:

- эксперт в проблемной области, задачи которой будет решать ЭС;
- инженер по знаниям - специалист по разработке ЭС (используемые им технологию, методы называют технологией (методами) инженерии знаний);
- программист по разработке инструментальных средств (ИС), предназначенных для ускорения разработки ЭС.

Необходимо отметить, что отсутствие среди участников разработки инженеров по знаниям (т. е. их замена программистами) либо приводит к неудаче процесс создания ЭС, либо значительно удлиняет его.

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; осуществляет выбор того ИС, которое наиболее подходит для данной проблемной области, и определяет способ представления знаний в этом ИС; выделяет и программирует (традиционными средствами) стандартные функции (типичные для данной проблемной области), которые будут использоваться в правилах, вводимых экспертом.

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.

Экспертная система работает в двух режимах: режиме приобретения знаний и в режиме решения задачи (называемом также режимом консультации или режимом использования ЭС).

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляет (через посредничество инженера по знаниям) эксперт. В этом режиме эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют ЭС в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи из проблемной области. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области экспертизы. Правила определяют способы манипулирования с данными, характерные для рассматриваемой области.

Отметим, что режиму приобретения знаний в традиционном подходе к разработке программ соответствуют этапы алгоритмизации, программирования и отладки, выполняемые программистом. Таким образом, в отличие от традиционного подхода в случае ЭС разработку программ осуществляет не программист, а эксперт (с помощью ЭС), не владеющий программированием.

В режиме консультации общение с ЭС осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и (или) способ его получения. Необходимо отметить, что в зависимости от назначения ЭС пользователь может

не быть специалистом в данной проблемной области (в этом случае он обращается к ЭС за результатом, не умея получить его сам), или быть специалистом (в этом случае пользователь может сам получить результат, но он обращается к ЭС с целью либо ускорить процесс получения результата, либо возложить на ЭС рутинную работу). В режиме консультации данные о задаче пользователя после обработки их диалоговым компонентом поступают в рабочую память. Решатель на основе входных данных из рабочей памяти, общих данных о проблемной области и правил из БЗ формирует решение задачи. ЭС при решении задачи не только исполняет предписанную последовательность операции, но и предварительно формирует ее. Если реакция системы не понятна пользователю, то он может потребовать объяснения:

"Почему система задает тот или иной вопрос?", "как ответ, собираемый системой, получен?".

Структуру, приведенную на рисунке 1, называют *структурой статической ЭС*. ЭС данного типа используются в тех приложениях, где можно не учитывать изменения окружающего мира, происходящие за время решения задачи. Первые ЭС, получившие практическое использование, были статическими.

На рисунке 2 показано, что в архитектуру динамической ЭС по сравнению со статической ЭС вводятся два компонента: подсистема моделирования внешнего мира и подсистема связи с внешним окружением. Последняя осуществляет связи с внешним миром через систему датчиков и контроллеров. Кроме того, традиционные компоненты статической ЭС (база знаний и машина вывода) претерпевают существенные изменения, чтобы отразить временную логику происходящих в реальном мире событий.

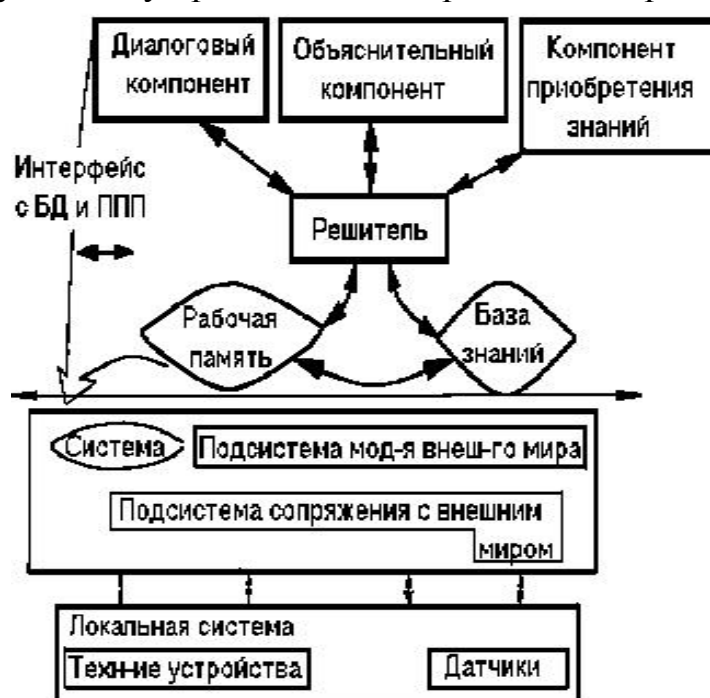


Рисунок 2 - Структура динамической ЭС

3 Этапы разработки экспертных систем

Разработка ЭС имеет существенные отличия от разработки обычного программного продукта. Опыт создания ЭС показал, что использование при их разработке методологии, принятой в традиционном программировании, либо чрезмерно затягивает процесс создания ЭС, либо вообще приводит к отрицательному результату.

Использовать ЭС следует только тогда, когда разработка ЭС *возможна, оправдана и* методы инженерии знаний *соответствуют* решаемой задаче. Чтобы разработка ЭС была *возможной* для данного приложения, необходимо одновременное выполнение по крайней мере следующих требований:

- существуют эксперты в данной области, которые решают задачу значительно лучше, чем начинающие специалисты;
- эксперты сходятся в оценке предлагаемого решения, иначе нельзя будет оценить качество разработанной ЭС;
- эксперты способны вербализовать (выразить на естественном языке) и объяснить используемые ими методы, в противном случае трудно рассчитывать на то, что знания экспертов будут "извлечены" и вложены в ЭС;
- решение задачи требует только рассуждений, а не действий;
- задача не должна быть слишком трудной (т.е. ее решение должно занимать у эксперта несколько часов или дней, а не недель);
- задача хотя и не должна быть выражена в формальном виде, но все же должна относиться к достаточно "понятной" и структурированной области, т.е. должны быть выделены основные понятия, отношения и известные (хотя бы эксперту) способы получения решения задачи;
- решение задачи не должно в значительной степени использовать "здравый смысл" (т.е. широкий спектр общих сведений о мире и о способе его функционирования, которые знает и умеет использовать любой нормальный человек), так как подобные знания пока не удастся (в достаточном количестве) вложить в системы искусственного интеллекта.

Использование ЭС в данном приложении может быть возможно, но не оправдано. Применение ЭС может быть *оправдано* одним из следующих факторов:

- решение задачи принесет значительный эффект, например экономический;
- использование человека-эксперта невозможно либо из-за недостаточного количества экспертов, либо из-за необходимости выполнять экспертизу одновременно в различных местах;
- использование ЭС целесообразно в тех случаях, когда при передаче информации эксперту происходит недопустимая потеря времени или информации;
- использование ЭС целесообразно при необходимости решать задачу в окружении, враждебном для человека.

Приложение *соответствует* методам ЭС, если решаемая задача обладает совокупностью следующих характеристик:

– задача может быть естественным образом решена посредством манипуляции с символами (т.е. с помощью символических рассуждений), а не манипуляций с числами, как принято в математических методах и в традиционном программировании;

– задача должна иметь эвристическую, а не алгоритмическую природу, т.е. ее решение должно требовать применения эвристических правил. Задачи, которые могут быть гарантированно решены (с соблюдением заданных ограничений) с помощью некоторых формальных процедур, не подходят для применения ЭС;

– задача должна быть достаточно сложна, чтобы оправдать затраты на разработку ЭС. Однако она не должна быть чрезмерно сложной (решение занимает у эксперта часы, а не недели), чтобы ЭС могла ее решать;

– задача должна быть достаточно узкой, чтобы решаться методами ЭС, и практически значимой.

При разработке ЭС, как правило, используется концепция "быстрого прототипа". Суть этой концепции состоит в том, что разработчики не пытаются сразу построить конечный продукт. На начальном этапе они создают прототип (прототипы) ЭС. Прототипы должны удовлетворять двум противоречивым требованиям: с одной стороны, они должны решать типичные задачи конкретного приложения, а с другой - время и трудоемкость их разработки должны быть весьма незначительны, чтобы можно было максимально запараллелить процесс накопления и отладки знаний (осуществляемый экспертом) с процессом выбора (разработки) программных средств (осуществляемый инженером по знаниям и программистом). Для удовлетворения указанным требованиям, как правило, при создании прототипа используются разнообразные средства, ускоряющие процесс проектирования.

Прототип должен продемонстрировать пригодность методов инженерии знаний для данного приложения. В случае успеха эксперт с помощью инженера по знаниям расширяет знания прототипа о проблемной области. При неудаче может потребоваться разработка нового прототипа или разработчики могут прийти к выводу о непригодности методов ЭС для данного приложения. По мере увеличения знаний прототип может достигнуть такого состояния, когда он успешно решает все задачи данного приложения. Преобразование прототипа ЭС в конечный продукт обычно приводит к репрограммированию ЭС на языках низкого уровня, обеспечивающих как увеличение быстродействия ЭС, так и уменьшение требуемой памяти. Трудоемкость и время создания ЭС в значительной степени зависят от типа используемого инструментария.

В ходе работ по созданию ЭС сложилась определенная технология их разработки, включающая шесть следующих этапов (рисунок 3):

идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование, опытную эксплуатацию. На этапе *идентификации* определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей.

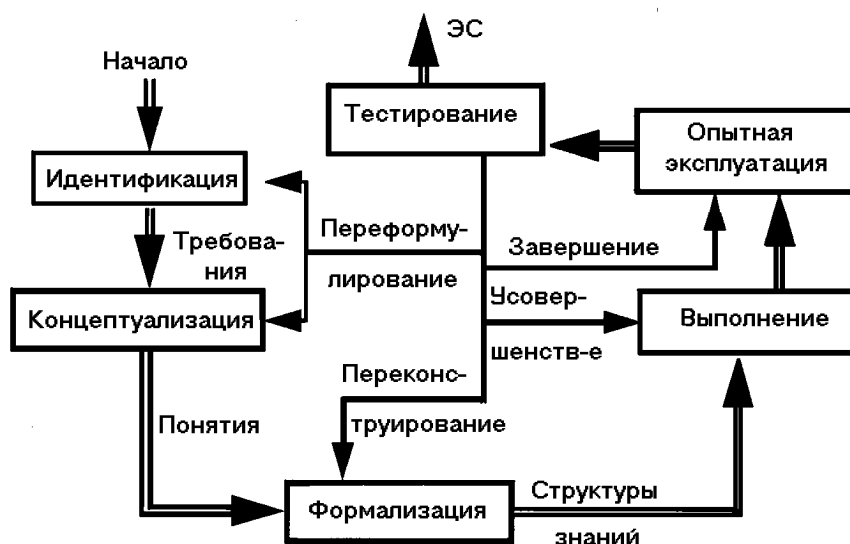


Рисунок 3 - Технология разработки ЭС

На этапе *концептуализации* проводится содержательный анализ проблемной области, выявляются используемые понятия и их взаимосвязи, определяются методы решения задач.

На этапе *формализации* 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.

На этапе *выполнения* осуществляется наполнение экспертом базы знаний. В связи с тем, что основой ЭС являются знания, данный этап является наиболее важным и наиболее трудоемким 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.

4 Представление знаний в экспертных системах

Первый и основной вопрос, который надо решить при представлении знаний, - это вопрос определения состава знаний, т.е. определение того, "ЧТО ПРЕДСТАВЛЯТЬ" в экспертной системе. Второй вопрос касается того, "КАК ПРЕДСТАВЛЯТЬ" знания. Необходимо отметить, что эти две проблемы не являются независимыми. Действительно, выбранный способ представления может оказаться непригодным в принципе либо неэффективным для выражения некоторых знаний.

По нашему мнению, вопрос "КАК ПРЕДСТАВЛЯТЬ" можно разделить на две в значительной степени независимые задачи: как организовать (структурировать) знания и как представить знания в выбранном формализме.

Стремление выделить организацию знаний в самостоятельную задачу вызвано, в частности, тем, что эта задача возникает для любого языка представления и способы решения этой задачи являются одинаковыми (либо сходными) вне зависимости от используемого формализма.

Итак, в круг вопросов, решаемых при представлении знаний, будем включать следующие:

- определение состава представляемых знаний;
- организацию знаний;
- представление знаний, т.е. определение модели представления.

Состав знаний ЭС определяется следующими факторами:

- проблемной средой;
- архитектурой экспертной системы;
- потребностями и целями пользователей;
- языком общения.

В соответствии с общей схемой статической экспертной системы, изображенной на рисунке 1, для ее функционирования требуются следующие знания:

- знания о процессе решения задачи (т.е. управляющие знания), используемые интерпретатором (решателем);
- знания о языке общения и способах организации диалога, используемые лингвистическим процессором (диалоговым компонентом);
- знания о способах представления и модификации знаний, используемые компонентом приобретения знаний;
- поддерживающие структурные и управляющие знания, используемые объяснительным компонентом.

Для динамической ЭС, кроме того, необходимы следующие знания:

- 1) знания о методах взаимодействия с внешним окружением;
- 2) знания о модели внешнего мира.

Зависимость состава знаний от требований пользователя проявляется в следующем:

- какие задачи (из общего набора задач) и с какими данными хочет решать пользователь;
- каковы предпочтительные способы и методы решения;

- при каких ограничениях на количество результатов и способы их получения должна быть решена задача;
- каковы требования к языку общения и организации диалога;
- какова степень общности (конкретности) знаний о проблемной области, доступная пользователю;
- каковы цели пользователей.

Состав знаний о языке общения зависит как от языка общения, так и от требуемого уровня понимания.

С учетом архитектуры экспертной системы знания целесообразно делить на *интерпретируемые* и *неинтерпретируемые*. К первому типу относятся те знания, которые способен интерпретировать решатель (интерпретатор). Все остальные знания относятся ко второму типу. Решатель не знает их структуры и содержания. Если эти знания используются каким-либо компонентом системы, то он не "осознает" этих знаний. Неинтерпретируемые знания подразделяются на *вспомогательные* знания, хранящие информацию о лексике и грамматике языка общения, информацию о структуре диалога, и *поддерживающие* знания. Вспомогательные знания обрабатываются естественно-языковой компонентой, но ход этой обработки решатель не осознает, так как этот этап обработки входных сообщений является вспомогательным для проведения экспертизы. Поддерживающие знания используются при создании системы и при выполнении объяснений. Поддерживающие знания выполняют роль описаний (обоснований) как интерпретируемых знаний, так и действий системы. Поддерживающие знания подразделяются на *технологические* и *семантические*. Технологические поддерживающие знания содержат сведения о времени создания описываемых ими знаний, об авторе знаний и т.п. Семантические поддерживающие знания содержат смысловое описание этих знаний. Они содержат информацию о причинах ввода знаний, о назначении знаний, описывают способ использования знаний и получаемый эффект. Поддерживающие знания имеют описательный характер.

Интерпретируемые знания можно разделить на *предметные знания*, *управляющие знания* и *знания о представлении*. Знания о представлении содержат информацию о том, каким образом (в каких структурах) в системе представлены интерпретируемые знания.

Предметные знания содержат данные о предметной области и способах преобразования этих данных при решении поставленных задач. Отметим, что по отношению к предметным знаниям знания о представлении и знания об управлении являются *метазнаниями*. В предметных знаниях можно выделить описатели и собственно предметные знания. Описатели содержат определенную информацию о предметных знаниях, такую, как коэффициент определенности правил и данных, меры важности и сложности. Собственно предметные знания разбиваются на *факты* и *исполняемые утверждения*. Факты определяют возможные значения сущностей и характеристик предметной области. Исполняемые утверждения содержат информацию о том, как можно изменять описание предметной области в ходе решения задач. Говоря другими словами, исполняемые *утверждения* - это знания, задающие процедуры обработки. Однако мы избегаем использовать термин "процедур-

ные знания", так как хотим подчеркнуть, что эти знания могут быть заданы не только в процедурной, но и в декларативной форме.

Управляющие знания можно разделить на *фокусирующие* и *решающие*. Фокусирующие знания описывают, какие знания следует использовать в той или иной ситуации. Обычно фокусирующие знания содержат сведения о наиболее перспективных объектах или правилах, которые целесообразно использовать при проверке соответствующих гипотез (см. подраздел 9.2). В первом случае внимание фокусируется на элементах рабочей памяти, во втором - на правилах базы знаний. Решающие знания содержат информацию, используемую для выбора способа интерпретации знаний, подходящего к текущей ситуации. Эти знания применяются для выбора стратегий или эвристик, наиболее эффективных для решения данной задачи.

Качественные и количественные показатели экспертной системы могут быть значительно улучшены за счет использования *метазнаний*, т.е. знаний о знаниях. Метазнания не представляют некоторую единую сущность, они могут применяться для достижения различных целей. Перечислим возможные назначения метазнаний :

- метазнания в виде стратегических метаправил используются для выбора релевантных правил ;
- метазнания используются для обоснования целесообразности применения правил из области экспертизы;
- метаправила используются для обнаружения синтаксических и семантических ошибок в предметных правилах;
- метаправила позволяют системе адаптироваться к окружению путем перестройки предметных правил и функций;
- метаправила позволяют явно указать возможности и ограничения системы, т.е. определить, что система знает, а что не знает.

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:

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

5 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 о проблемной среде. 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.

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.

6 Организация знаний в рабочей системе

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).

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.

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.

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 Организация знаний в базе данных

Показателем интеллектуальности системы с точки зрения представления знаний считается способность системы использовать в нужный момент необходимые (*релевантные*) знания. Системы, не имеющие средств для 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 и способ сопоставления*.

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*. Внутренние связки объединяют элементы в единый объект и предназначены для выражения структуры объекта. Внешние связки отражают взаимозависимости, существующие между объектами в области экспертизы. Многие исследователи классифицируют внешние связки на *логические* и *ассоциативные*. Логические связки выражают семантические отношения между элементами знаний. Ассоциативные связки предназначены для обеспечения взаимосвязей, способствующих ускорению процесса поиска релевантных 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.

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 искомым объектов. При организации подобного механизма доступа возникают определенные трудности: Как выбрать критерий пригодности кандидата? Как организовать работу в конфликтных ситуациях? и т.п.

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.

Операции сопоставления весьма разнообразны. Обычно выделяют следующие их формы: *синтаксическое*, *параметрическое*, *семантическое* и *принуждаемое сопоставления*. 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. 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.

8 Методы поиска решений в экспертных системах

Методы решения задач, основанные на сведении их к поиску, зависят от особенностей предметной области, в которой решается задача, и от требований, предъявляемых пользователем к решению. Особенности предметной области с точки зрения методов решения можно характеризовать следующими параметрами:

- размер, определяющий объем пространства, в котором предстоит искать решение;
- изменяемость области, характеризует степень изменяемости области во времени и пространстве (здесь будем выделять статические и динамические области);
- полнота модели, описывающей область, характеризует адекватность модели, используемой для описания данной области. Обычно если модель не полна, то для описания области используют несколько моделей, дополняющих друг друга за счет отражения различных свойств предметной области;
- определенность данных о решаемой задаче, характеризует степень точности (ошибочности) и полноты (неполноты) данных. Точность (ошибочность) является показателем того, что предметная область с точки зрения решаемых задач описана точными или неточными данными; под полнотой (неполнотой) данных понимается достаточность (недостаточность) входных данных для однозначного решения задачи.

Требования пользователя к результату задачи, решаемой с помощью поиска, можно характеризовать количеством решений и свойствами результата и (или) способом его получения. Параметр "количество решений" может принимать следующие основные значения: одно решение, несколько решений, все решения. Параметр "свойства" задает ограничения, которым должен удовлетворять полученный результат или способ его получения. Так, например, для системы, выдающей рекомендации по лечению больных, пользователь может указать требование не использовать некоторое лекарство (в связи с его отсутствием или в связи с тем, что оно противопоказано данному пациенту). Параметр "свойства" может определять и такие особенности, как время решения ("не более чем", "диапазон времени" и т.п.), объем памяти, используемой для получения результата, указание об обязательности (невозможности) использования каких-либо знаний (данных) и т.п.

Итак, сложность задачи, определяемая вышеприведенным набором параметров, варьируется от простых задач малой размерности с неизменяемыми определенными данными и отсутствием ограничений на результат и способ его получения до сложных задач большой размерности с изменяемыми, ошибочными и неполными данными и произвольными ограничениями на результат и способ его получения. Из общих соображений ясно, что каким-либо одним методом нельзя решить все задачи. Обычно одни методы превосходят другие только по некоторым из перечисленных параметров.

Рассмотренные ниже методы могут работать в статических и динамических проблемных средах. Для того чтобы они работали в условиях дина-

мики, необходимо учитывать время жизни значений переменных, источник данных для переменных, а также обеспечивать возможность хранения истории значений переменных, моделирования внешнего окружения и оперирования временными категориями в правилах.

Существующие методы решения задач, используемые в экспертных системах, можно классифицировать следующим образом:

- методы поиска в одном пространстве - методы, предназначенные для использования в следующих условиях: области небольшой размерности, полнота модели, точные и полные данные;
- методы поиска в иерархических пространствах - методы, предназначенные для работы в областях большой размерности;
- методы поиска при неточных и неполных данных;
- методы поиска, использующие несколько моделей, предназначенные для работы с областями, для адекватного описания которых одной модели недостаточно.

Предполагается, что перечисленные методы при необходимости должны объединяться для того, чтобы позволить решать задачи, сложность которых возрастает одновременно по нескольким параметрам.

9 Рекомендации по выполнению расчетно-графической работы

Студентам предлагается разработать статическую консультирующую или диагностическую экспертную систему. Примерные темы заданий на РГЗ приведены в приложении А.. Студент может дополнять набор входных данных и результатов работы экспертной системы из соображений целесообразности, согласовывая изменения в постановке задачи с преподавателем.

Результатом работы консультирующей экспертной системы являются рекомендации (один или несколько наборов выходных данных), которые могут быть ранжированы по степени соответствия запросу. В запросе не обязательно определять все параметры. Выходными данными в консультирующей экспертной системе являются данные, указанные в назначении экспертной системы. Например, выходными данными экспертной системы для определения оптимальной конфигурации ПК будут следующие данные, входящие в понятие «конфигурация ПК»:

- процессор (фирма-производитель, тактовая частота);
- размер оперативной памяти;
- модель монитора;
- модель винчестера и т.п.

Результатом работы диагностической экспертной системы являются причины возникновения той или иной ситуации, например, низкой успеваемости в группе, а также рекомендации, как привести ситуацию в норму.

Цель работы студента – создать достаточно полную базу знаний для данной экспертной системы и ее прототип.

Рассмотрим пример создания базы знаний для консультирующей экспертной системы по выбору оптимальной конфигурации ПК для пользователя. Разделим факты, относящиеся к нашей задаче, на две группы – факторы, которые зависят от потребностей пользователя, и факты-предложения продавца. Перечислим эти факты.

1 Пользователь

1.1 Цель, для которой приобретается компьютер

- 1.1.1 для работы с текстовыми документами;
- 1.1.2 для работы с графической информацией;
- 1.1.3

1.2 пределы стоимости выбранной конфигурации

- 1.2.1 500 у.е. – 800 у.е.
- 1.2.2 800 у.е. – 1000 у.е.
- 1.2.3

2 Продавец

2.1 Комплектуемые, имеющиеся в наличии

2.1.1 Процессор

- 2.1.1.1 характеристики
- 2.1.1.2 стоимость
- 2.1.1.3 фирма – производитель

2.1.2 Материнская плата

2.1.2.1 характеристики

2.1.2.2 стоимость

2.1.2.3 фирма – производитель

2.1.3.....

Построим теперь дерево решений. Фрагмент дерева решений приведен на рисунке 4.

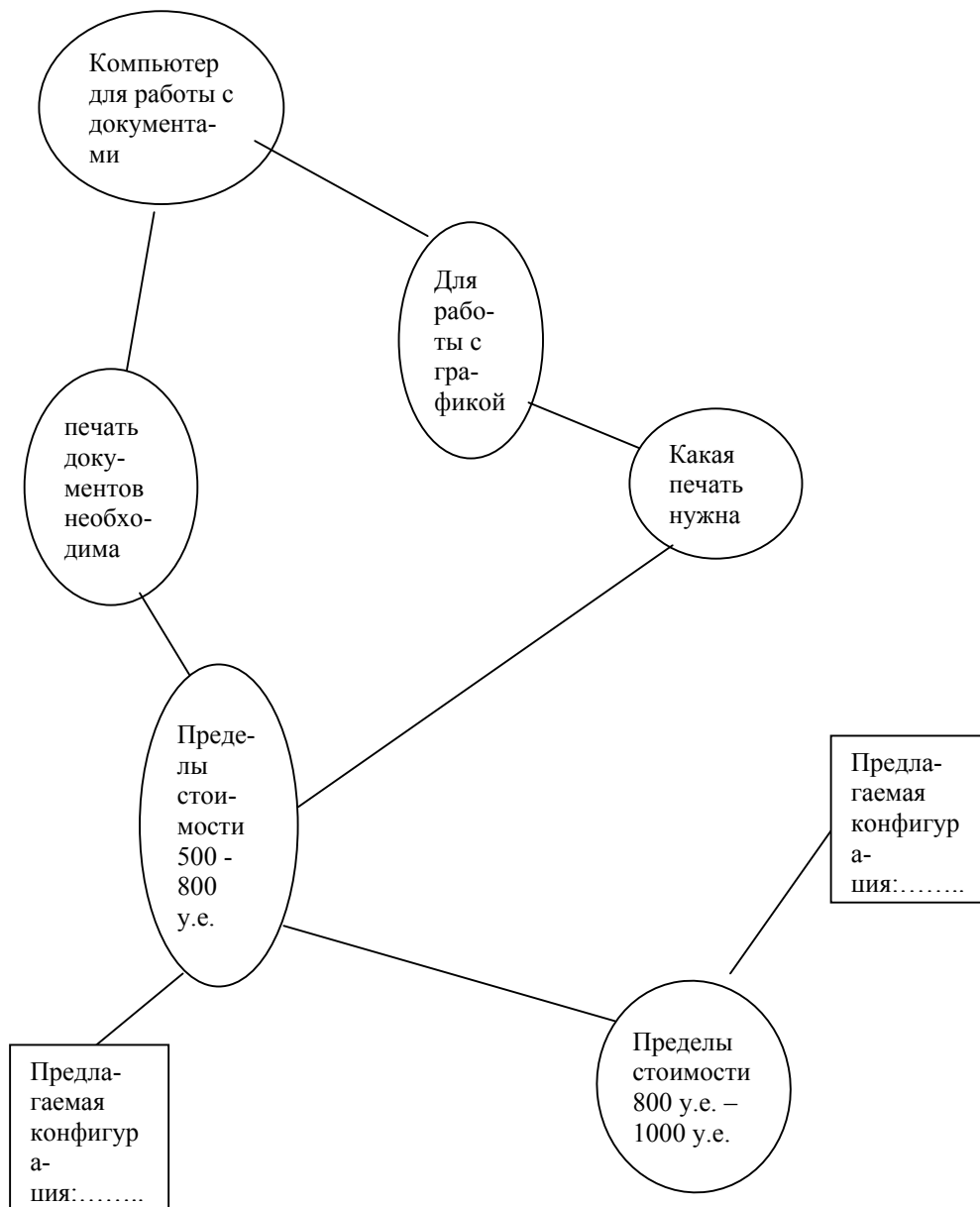


Рисунок 4 Дерево решений

Разработав дерево решений, можно записать правила базы знаний. Для этого из дерева решений надо выделить все пути, ведущие к его завершающим вершинам, обозначенным прямоугольниками

Правило для достижения вершины 6 можно записать следующим образом:

Если цель приобретения=(работа с документами) *и*

Печать документов = (необходима) *и*

Пределы стоимости (меньше 800 и больше 500)

То конфигурация компьютера = (.....).

После того, как правила сформулированы и записаны, их можно поместить в базу знаний.

Список использованных источников

- 1 Левин Р., Дранг Д., Эдельсон Б. Практическое введение в технологию искусственного интеллекта и экспертных систем с иллюстрациями на Бейсике [Текст]/ Р.Левин, Д.Дранг, Б.Эдельсон. - М.: Финансы и статистика, 1990. – 239 с.
- 2 Лорьер Ж.-Л. Системы искусственного интеллекта [Текст]/ Ж.-Л. Лорьер. - М: Мир, 1991. – 215 с.
- 3 Малышев Н.Г., Берштейн Л.С., Боженюк А.В. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР [Текст]/ Н.Г. Малышев, Л.С. Берштейн, А.В. Боженюк. - М.: Энергоатомиздат, 1991. – 164 с.
- 4 Марселлус Д. Программирование экспертных систем на Турбо-Прологе [Текст]/ Д.Марселлус. - М.: Финансы и статистика, 1994. – 128 с.
- 5 Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я.. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой [Текст]/ А.Н.Мелихов, Л.С.Бернштейн, С.Я.Коровин.. - М.: Наука, 1990. - 90 с.
- 6 Попов Э.В. Экспертные системы [Текст]/ Э.В.Попов. – М.: Наука, 1987 – 218 с..
- 7 Построение экспертных систем [Текст]/ Под ред. Ф.Хейес-Рота, Д.Уотермена, Д.Лената. - М.: Мир, 1987. – 236 с.
- 8 Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. -СПб. : Питер, 2001. - 384 с.
- 9 Девятков , В.В.Системы искусственного интеллекта [Текст]: Учеб. пособие / В.В. Девятков.-М.: МГТУ, 2001.-352с.
- 10 Арсеньев, Ю.Н.Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Ю.Н. Арсеньев, С.И. Шелобаев, Т.Ю. Давыдова. -М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 270с.

Приложение А (обязательное)

Примерные темы расчетно-графических работ

1 Консультирующие экспертные системы

Тема 1. Экспертная система по определению оптимальной конфигурации ПК.

Входные данные:

- 1) цели использования ПК;
- 2) пределы стоимости выбранной конфигурации;
- 3) фирма - изготовитель комплектующих.

Тема 2. Экспертная система по выбору программного обеспечения для ПК пользователя.

Входные данные:

- 1) цели использования ПК;
- 2) доступные ресурсы ПК;
- 3) пределы стоимости требуемых приложений.

Тема 3. Экспертная система по выбору тарифного плана данного оператора сотовой связи (например, МТС).

Входные данные:

- 1) какие вызовы преобладают:
 - входящие;
 - исходящие;
 - на телефоны ГТС;
- 2) наличие абонентской платы;
- 3) размер абонентской платы;
- 4) бесплатный определитель.

Тема 4. Экспертная система по выбору оператора сотовой связи.

Входные данные:

- 1) зона уверенного приема сигнала;
- 2) стоимость роуминга;
- 3) предоставляемые услуги SMS, MMS, WAP
- 4) тарифные планы.

Тема 5. Экспертная система по выбору оборудования для компьютерной сети.

Входные данные:

- 1) количество компьютеров в сети;
- 2) топология сети;
- 3) пределы стоимости требуемого оборудования.

Тема 6. Экспертная система по выбору программного обеспечения для предприятия.

Входные данные:

- 1) назначение:
 - бухгалтерия;
 - склад;
 -
- 2) масштаб предприятия (количество подразделений, филиалов и т.п.);
- 3) пределы стоимости ПО.

Тема 7. Экспертная система по выбору пакета прикладных программ для решения задачи на ЭВМ.

Входные данные:

- 1) предметная область:
 - экономика;
 - статистика;
 - физика;
 -
- 2) математическая модель (если есть):
 - нелинейные уравнения;
 - обыкновенные дифференциальные уравнения;
 - дифференциальные уравнения в частных производных;
- 3) требуемый результат:
 - таблицы значений;
 - функциональные зависимости;
 - графики;
 -

Тема 8. Экспертная система по выбору программного обеспечения для компьютерной сети.

Входные данные:

- 1) ресурсы оборудования (размеры памяти, быстродействие и т.п.);
- 2) требования разграничения доступа в сети;
- 3) фирма – производитель.

Тема 9. Экспертная система по выбору литературы (для написания реферата, курсовой работы и т.п.) в библиотеке.

Входные данные:

- 1) предметная область;
- 2) ключевые слова;
- 3) вид литературы:
 - справочная;
 - учебная;
 - художественная;
 - статьи из журналов;
 - методические указания.

Тема 10. Экспертная система по выбору специальности для обучения в ВУЗе.

Входные данные:

1) предыдущее образование:

- профильный класс (физико-математический, естественно-научный и т.п.);
- колледж (полученная специальность);

2) в какой сфере деятельности хотели бы работать после окончания ВУЗа

3) вид специальности, которую хотели бы получить:

- инженерная;
- физико-математическая;
- экономическая;
-

4) результаты профориентационных тестов.

2 Диагностические экспертные системы

Тема 11. Экспертная система анализа текущей успеваемости студентов на факультете.

Входные данные:

1) количество успевающих студентов;

2) количество студентов, имеющих более 50 % неудовлетворительных оценок и незачетов;

3) данные студентов, имеющих более 50 % неудовлетворительных оценок и незачетов.

Выходные данные:

1) группы и дисциплины, по которым имеются низкие показатели успеваемости например, «в группе 02МОС(у) низкая успеваемость по дисциплине «Системы искусственного интеллекта»

2) возможные причины низкой успеваемости, например («больше 50 % студентов не прошли промежуточный контроль выполнения РГЗ»).

Тема 12. Экспертная система для анализа итогов сессии на факультете.

Входные данные:

результаты итогов рейтингового контроля и сессии по группам.

Выходные данные:

возможные причины низкой успеваемости студентов, например «90 % студентов, не сдавших экзамен по высшей математике, по итогам рейтингового контроля № 2, имели по данному предмету оценки «3» и ниже»

Тема 13. Экспертная система для оценки перспектив выхода на сессию для данного студента.

Входные данные:

1) результаты текущего контроля:

- рейтинги;

- контрольные работы;
- лабораторные работы;
- курсовые работы, РГЗ и т.п.

2) количество пропущенных занятий по каждому предмету;

3) предметы, по которым есть задолженности;

4) общее количество предметов;

5) количество дней до сессии.

Выходные данные:

1) вероятность того, что студент будет допущен к сессии;

2) рекомендации, как улучшить положение дел, например, «отработать 4 часа занятий по физкультуре, сдать лабораторные работы № 5, 7 по физике и № 4 по численным методам»

Тема 14. Экспертная система для оценки степени подготовленности студента к экзамену.

Входные данные:

1) Количество сданных лабораторных работ, в процентах;

2) На сколько процентов выполнена курсовая работа, реферат, РГЗ по данному предмету;

3) тест по теоретическому курсу.

Выходные данные:

1) вероятность того, что студент будет допущен к сессии;

2) рекомендации по подготовке к экзамену, например, «сдать отчет по РГЗ, выучить тему «Нейронные сети».

Тема 15. Экспертная система для диагностики состояния здоровья студентов (на факультете, в ВУЗе).

Входные данные:

1) количество пропусков по болезни;

2) наличие заболеваний определенного вида:

- дыхательных путей;
- опорно-двигательного аппарата;
- нарушения зрения;
-

3) длительность пропусков по болезни.

Выходные данные:

1) возможные причины возникновения наиболее распространенных заболеваний среди студентов;

2) рекомендации по улучшению состояния здоровья студентов.

Тема 16. Экспертная система для анализа обеспеченности литературой учебного процесса

Входные данные:

1) наличие литературы в библиотеке;

2) потребности факультетов в учебной литературе;

3) финансовое обеспечение процесса закупки литературы;

Выходные данные:

- 1) процент обеспеченности литературой для каждого факультета;
- 2) данные о том, литературы каких видов (справочники, учебники, методические пособия) и по каким предметам недостаточно для обеспечения учебного процесса.

Тема 17. Экспертная система для диагностики неисправности ЭВМ.

Входные данные:

- 1) какие программы «неправильно» работают;
- 2) как изменилось быстродействие системы;
- 3) работа каких устройств нарушена.

Выходные данные:

- 1) возможная причина неисправности;
- 2) возможные способы устранения неисправности.

Тема 18. Экспертная система для анализа потребностей предприятия в сотрудниках.

Входные данные:

- 1) количество специалистов в той или иной области, имеющих на предприятии;
- 2) работы, выполняемые предприятием;
- 3) трудоемкость работ.

Выходные данные:

- 1) специалистов в какой области недостаточно;
- 2) какие специалисты не востребованы в данный момент;
- 3) рекомендации по оптимальному распределению трудовых ресурсов.

Тема 19. Экспертная система для диагностики загруженности ресурсов ЭВМ

Входные данные:

- 1) распределение процессорного времени по задачам;
- 2) приоритеты задач;
- 3) фрагментация жесткого диска;
- 4) свободное место на жестком диске;
- 5)

Выходные данные:

- 1) состояние ресурсов системы;
- 2) рекомендации по оптимизации функционирования ЭВМ.

Тема 20. Экспертная система для диагностики технологического процесса .

Входные данные:

- 1) элементы технологической цепочки;
- 2) отклонения выпускаемых изделий от нормы;
- 3) на каком этапе производства обнаружены отклонения;
- 4) технологические режимы.

Выходные данные:

- 1) возможные элементы технологической цепочки, в которых произошел сбой;
- 2) способы устранения неисправности.

Приложение Б

(обязательное)

Структура отчета

По результатам работы составляется отчет.

Структура отчета:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на расчетно-графическую работу;
- 3) содержание;
- 4) введение (краткое описание предметной области и задачи, возлагаемой на ЭС);
- 5) этапы проектирования ЭС;
- 6) описание ЭС (входные, внутренние, выходные переменные, база знаний, описание программы, инструкция пользователю);
- 7) приложения (примеры экспертизы, программа и т.п.).
- 8) список использованных источников.

Приложение В
(обязательное)

Пример оформления титульного листа РГР

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-математический факультет
Кафедра математического обеспечения
информационных систем

ОТЧЕТ

(16 пт)

по расчетно-графической работе

по курсу «Системы искусственного интеллекта»

Экспертная система (название)

ОГУ 010503.6005.04 О

Руководитель

_____ Татжибаева О.А.
" ____ " _____ 2005г.

Исполнитель

студент гр. 02МОС

_____ Миронова К.Н.
" ____ " _____ 2005г.

Оренбург 2005

Приложение Г

(информационное)

Рекомендации по оформлению отчета по РГР

Текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0.

Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт.

Межсимвольный интервал: обычный. Межстрочный интервал: одинарный.

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул Equation Editor и вставлены в документ как объект. Размеры шрифта для формул:

- обычный - 14 пт;
- крупный индекс - 10 пт;
- мелкий индекс - 8 пт;
- крупный символ - 20 пт;
- мелкий символ - 14 пт.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст:

-либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК, которые позволяют вставить рисунки из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты Word Art, диаграммы (все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых Word);

-либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ, при этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором Word стандартной конфигурации.

Текст выполняется на листах формата А4 без рамки, соблюдая следующие размеры полей: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм.

Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют в правом нижнем углу без точки в конце.

Задание на РГР должно включать: наименование кафедры, фамилию и инициалы студента, дату выдачи задания, тему работы, исходные данные и краткое содержание работы, срок представления к защите, фамилии и инициалы руководителя. Задание подписывается руководителем, студентом и утверждается заведующим выпускающей кафедры.

Задание составляется и утверждается на выпускающей кафедре.

Форма бланка задания на РГР приведена в приложении Д.

Приложение Д (обязательное)

Пример оформления бланка отчета по РГР

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-математический факультет
Кафедра математического обеспечения
информационных систем

Задание на расчетно-графическую работу

Консультирующая экспертная система
по выбору конфигурации ПК для пользователя

Исходные данные:

- а) цели использования ПК;
- б) пределы стоимости выбранной конфигурации;
- в) фирма – производитель комплектующих.

Перечень подлежащих разработке вопросов:

- а) создать базу знаний данной экспертной системы;
- б) создать прототип статической экспертной системы.

Дата выдачи задания “___” _____ 200__ г.

Руководитель _____ Татжибаева О.А.

Исполнитель

студент группы 01МОС _____ Гайнулин И.Г.

Срок защиты работы “___” _____ 200__ г.