

Д.Н. БАКЛАЙ, ассистент, НТУ "ХПИ"

АНАЛИЗ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ МАСЛОНАПОЛНЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В статті пропонується структура експертних систем і методологія етапів розробки експертних систем. Приведені класи задач в енергетиці, для яких можливо використовувати ці системи. Наведені висновки про упровадження експертних систем в наукову роботу.

The article proposed structure and methodology of expert systems expert systems development phases. Cited class of problems in energy which can be used for these systems. Cited conclusions on the implementation of expert systems in scientific work.

Постановка задачи. Зарубежный опыт эксплуатации высоковольтного маслонаполненного оборудования свидетельствует о широком использовании систем искусственного интеллекта для оценки состояния оборудования. Использование таких систем позволяет значительно повысить эксплуатационную надежность оборудования за счет повышения достоверности принятия решений. В настоящее время за рубежом разработаны и эксплуатируются большое количество информационно-диагностических комплексов, которые позволяют выполнять контроль и диагностику оборудования, как по результатам периодических испытаний, так и под рабочим напряжением без вывода оборудования из эксплуатации, что способствует своевременному обнаружению быстро развивающихся дефектов.

Цель статьи. Данная статья посвящена описанию назначения и структуры экспертных систем.

Анализ публикаций. Экспертные системы - это программы для компьютеров, аккумулирующие знания специалистов - экспертов в конкретных предметных областях, которые предназначены для получения приемлемых решений в процессе обработки информации [1]. Экспертные системы трансформируют опыт экспертов в какой-либо конкретной отрасли знаний в форму эвристических правил и предназначены для консультаций менее квалифицированных специалистов. Известно, что знания существуют в двух видах: коллективный опыт, личный опыт. Если предметная область представлена коллективным опытом, то эта предметная область не нуждается в экспертных системах. Если в предметной области большая часть знаний является личным опытом специалистов высокого уровня и эти знания являются слабоструктурированными, то такая область нуждается в экспертных системах. Современные экспертные системы нашли широкое применение во многих сферах, и энергетика не стала исключением. База знаний является ядром экспертной системы. Переход от данных к знаниям

является следствием развития информационных систем. Для хранения данных применяются базы данных, а для хранения знаний – базы знаний. В базе данных, как правило, хранятся большие массивы данных с относительно небольшой стоимостью, а в базах знаний хранятся небольшие по объему, но дорогие информационные массивы. База знаний – это совокупность знаний, описанных с использованием выбранной формы их представления. Наполнение базы знаний является одной из самых сложных задач, которая связана с выбором знаний их формализацией и интерпретацией.

Структура экспертных систем. Типичная статическая ЭС состоит из следующих основных компонентов (см. рис. 1.): решателя (интерпретатора); базы данных (БД); базы знаний (БЗ); компонентов приобретения знаний; объяснительного компонента; диалогового компонента.

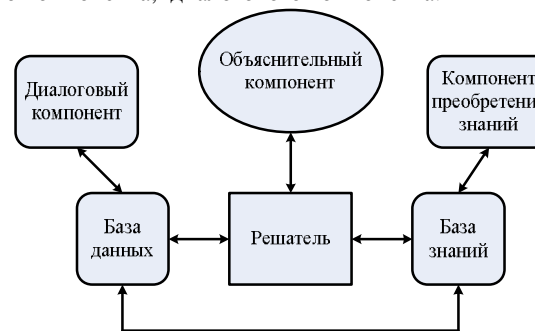


Рис. 1 - Структура статической ЭС

База данных 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 применены к исходным данным, приводят к решению задачи. Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения ЭС знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом. 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 визуального 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 удлинит 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, содержащее 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. Приобретения знаний в традиционном подходе к разработке программ соответствуют этапам 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 базу данных. 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. Структуру, приведенную на рис. 1, называют структурой статической ЭС. ЭС данного типа используются в тех приложениях, где можно не учитывать изменения окружающего мира, происходящие за время решения задачи. Более сложными и полными ЭС с точки зрения определяемых решений являются динамические ЭС. 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.

Этапы разработки экспертных систем. Разработка ЭС имеет существенные отличия от разработки обычного программного продукта. Опыт создания ЭС показывает, что использование при их разработке методологии, принятой в традиционном программировании, либо чрезмерно затягивает процесс создания ЭС, либо вообще приводит к отрицательному результату. Чтобы разработка ЭС была возможной для данного приложения, необходимо одновременное выполнение по крайней мере следующих требований:

- 1) существуют эксперты в данной области, которые решают задачу значительно лучше, чем начинающие специалисты;
- 2) эксперты сходятся в оценке предлагаемого решения, иначе нельзя будет оценить качество разработанной ЭС;
- 3) эксперты способны выразить на простом языке и объяснить используемые ими методы, в противном случае трудно рассчитывать на то, что знания экспертов будут "извлечены" и вложены в ЭС;
- 4) решение задачи требует только рассуждений, а не действий;
- 5) задача не должна быть слишком трудной (т.е. ее решение должно занимать у эксперта несколько часов или дней, а не недель);
- 6) 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;
- 7) решение задачи не должно в значительной степени использовать "здоровый 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 удается (в достаточном количестве) вложить в системы искусственного интеллекта.

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

1) 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;

2) 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;

3) 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;

4) 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 (см. рис. 2): идентификацию, концептуализацию, формализацию, выполнение, тестирование, опытную эксплуатацию.

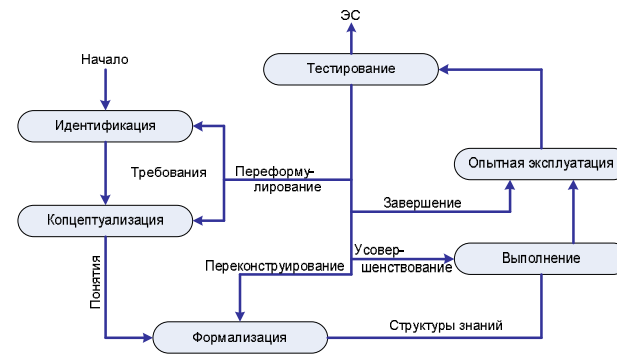


Рис. 2 - Технология разработки ЭС

На этапе идентификации определяются задачи, которые подлежат решению, выявляются цели разработки, определяются эксперты и типы пользователей. 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. Основное предназначение программных продуктов на платформе экспертных систем - помочь предприятиям сохранять и использовать знания и опыт их наиболее талантливых и квалифицированных сотрудников в интеллектуальных системах реального времени, повышающих качество продукции, надежность и безопасность производства и снижающих производственные издержки.

Анализ инструментальных средств для создания ЭС. В настоящее время в области инженерии знаний, целью которой является исследование и разработка прикладных программных систем, основанных на знаниях и

моделирующих работу экспертов в трудно формализуемых предметных областях, существует множество методологий и инструментальных средств, ориентированных, в первую очередь, на повторное использование методов решения задач, где под повторным использованием понимается использование ранее разработанных методов решения задач. На основе этих методологий разработаны такие инструментальные средства как G2, Common, KDAS, Exsys CORVID[3]. Классы задач, для которых предназначены экспертные системы охватывают широкий круг потребностей пользователь: мониторинг в реальном масштабе времени; системы управления верхнего уровня; системы обнаружения неисправностей; диагностика; составление расписаний; планирование; оптимизация; системы советчики оператора; системы проектирования.

Имеющиеся в моем распоряжении данные, полученные на личном опыте, свидетельствуют, что, как правило, овладение типовыми инструментальными средствами проектирования экспертных систем не сложнее, чем овладение новым языком программирования необходимым для создания соевой экспертной оболочки. Анализ инструментальной среды Exsys CORVID также показал, что разработчики экспертных средств позаботились о качественных мультязычных пособиях позволяющих в сжатые сроки овладеть навыками создания ЭС. Основным спорным вопросом является финансовая сторона, так как нужно сопоставить стоимость готовой экспертной системы и затраты на создание собственного узконаправленного программного обеспечения.

Выводы. Основным достоинством оболочки экспертных систем является возможность применять ее как интегрирующий компонент, позволяющий за счет открытости интерфейсов и поддержки широкого спектра вычислительных платформ легко объединить уже существующие, разрозненные средства автоматизации в единую комплексную систему диагностики, позволяющую принимать сложные решения, работать без вмешательства пользователя или давать рекомендации, предупреждать повреждения и составлять прогнозы о состоянии оборудования.

Список литературы: 1. Питер Джексон Введение в экспертные системы / Джексон Питер. - П. - 2001. - 12 с. 2. Статические и динамические экспертные системы / Э. В. Попов, И. Б. Фоминых, Е. В. Кисель и др. - П. - 1996. - 7-15с. 3. Муромцев Д. И. Оболочка экспертных систем EXSYS CORVID: методическое пособие / Д. И. Муромцев. - 2006. - 69с.



Бакла́й Дми́трий Николаевич закончил электроэнергетический факультет Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» в 2010г. по специальности «Электрические системы и сети». В настоящее время работает ассистентом кафедры «Передача электрической энергии» НТУ «ХПИ».

УДК 621.315

А. В. БЕСПРОЗВАННЫХ, д-р. техн. наук., доц., НТУ «ХПИ»

ДИНАМИКА ЧАСТОТНО - ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗОЛЯЦИОННЫХ ПРОМЕЖУТКОВ ТЕЛЕФОННЫХ КАБЕЛЕЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Виконані вимірювання показують, що в більшій мірі спостерігається дрейф тангенса кута діелектричних втрат зразків кабелів, як без заповнення, так і із заповненням сердцевини гідрофобними матеріалами. При цьому для часткових місткостей властива позитивна кореляція, а для $\tan\delta$ не спостерігається взаємозв'язок між результатами вимірювань. Це може бути пов'язано з особливостями коротких зразків телефонних кабелів пучкового скручування.

The executed measurement show that in the greater measure drift of a tangent of a corner of dielectric losses of samples of cables, both without filling, and with filling with waterproof materials is observed. Thus for partial capacities positive correlation is inherent, and for dielectric losses there is no correlation between results of measurements It can be connected to features of a short samples of telephone cables.

Существующие конструкции кабелей имеют в сердечнике значительный свободный объём. При определённых условиях в процессе изготовления кабелей, строительства и эксплуатации линий в этом объёме может накапливаться и распространяться проникающая в кабель влага и её пары. Возможны два пути проникновения влаги внутрь кабеля:

1. диффузия паров влаги через пластмассовую оболочку из окружающей среды;
2. повреждение оболочки кабеля либо муфты, а также отсутствие герметизации концов кабеля в оконечных устройствах.

Влага, попадающая в кабель в местах повреждения, распространяется в сердечник на значительные расстояния и может снизить сопротивление изоляции или вызвать короткое замыкание между жилами. Кроме этого увеличивается рабочая ёмкость цепи и, следовательно, ухудшаются параметры передачи и влияния между цепями. Для многопарных телефонных кабелей, имеющих большой свободный объём и, как правило, тонкую изоляцию жил, изменение электрических характеристик из-за проникновения влаги в сердечник может быть весьма значительным: электрическая ёмкость пар увеличивается на 20 %, коэффициент затухания на 5 % в диапазоне звуковых частот [1-3].

В настоящее время принято считать, что наиболее простым и эффективным решением проблемы продольной влагозащиты кабелей является заполнение сердечника гидрофобными пастообразными компаундами на основе высокомолекулярных соединений углеводородов. Эти вещества обладают водоотталкивающими (гидрофобными) свойствами.