

Архитектура автоматизированной экспертной системы диагностики технического состояния турбогенераторов

09, сентябрь 2012

Манукянц Э. В., Мысловский Э. В., Власов А. И.

УДК 004.8

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

wassayer@gmail.com

Введение

Задачи диагностики электрооборудования электрической станции можно отнести к плохо структурированным и неформализованным задачам [1,2] так как они, как правило, характеризуются:

- 1) задачи не могут быть заданы в числовой форме;
- 2) цели не могут быть выражены в терминах точно определенной целевой функции;
- 3) не существует алгоритмического решения задач;
- 4) алгоритмическое решение существует, но из-за его ограниченности нельзя полностью решить задачу.

Неформализованные задачи обычно обладают следующими особенностями:

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

Сказанное позволяет сделать вывод о необходимости поиска путей решения задачи диагностики как неформализованной. Одним из путей является использование при создании систем диагностики методов экспертных систем.

Экспертные системы представляют собой программные комплексы, которые обеспечивают возможность приобретения знания квалифицированных специалистов-экспертов в определенной предметной области и используют эти знания для оценки сложных ситуаций и выработки рекомендаций по оптимальному выходу из них.

При построении экспертных систем основным вопросом является: какие знания должны быть в них представлены и в какой форме? Структура знаний зависит от сферы их использования и носит довольно сложный характер [3]. Эта структура включает в себя различные факты из предметной области, взаимосвязи между ними, правила действий и т.д. Она также должна включать в себя знания, касающиеся способа включения знаний о предметной области в экспертную систему. Сложность и многообразие структур знаний вызвали «к жизни» несколько различных методов их представления, из которых следует выделить следующие: логическая модель. Фреймовые и продукционные модели, семантические сети.

Модели знаний также можно условно разделить на декларативные и процедурные. Декларативная модель представления знаний основывается на предположении, что проблема представления некоей предметной области решается независимо от того, как эти знания потом будут использоваться. Поэтому модель как бы стоит из двух частей: статических описательных структур знаний и механизма вывода, оперирующего этими структурами практически независимо от их содержательного наполнения. В декларативных моделях не содержатся в явном виде описания выполняемых процедур. Эти модели представляют собой обычно множество утверждений. Предметная область представляется в виде синтаксического описания ее

состояния (по возможности полного). Вывод решений основывается в основном на процедурах поиска в пространстве состояний.

В процедурном представлении, знания содержатся в процедурах - небольших программах, которые определяют, как поступать в специфичных ситуациях. При этом можно не описывать все возможные состояния среды или объекта для реализации вывода. Достаточно хранить некоторые начальные состояния и процедуры, генерирующие необходимые описания ситуаций и действий. Главное преимущество процедурных моделей представления знаний заключается в большей эффективности механизмов вывода за счет введения дополнительных знаний об их применении, однако это снижает их общность.

Рассмотрим различные формы моделей представления знаний.

1. Продукционная модель. Первоначально предложенная Постом в 1943 г. она была впервые применена в системах искусственного интеллекта в 1972 г. Продукционная модель представляет собой набор правил вида «условие-действие», где условия являются утверждениями о содержимом базы данных (фактов), а действия - есть некоторые процедуры, которые могут модифицировать содержимое базы данных. Продукционные модели могут быть реализованы как процедурно, так и декларативно. Их простота и строгая форма сделали их удобным средством представления знаний. В продукционных системах можно выделить три основных компонента. Первый из них - это набор правил, используемый как база знаний, поэтому его еще называют базой правил. Следующим компонентом является рабочая память, в которой хранятся предпосылки, касающиеся конкретных задач предметной области, и результаты выводов, полученных на их основании. Третьим компонентом является механизм логического вывода, использующий правила в соответствии с содержимым рабочей памяти. Продукционные модели благодаря модульному представлению знаний, возможности легкого расширения и модификации нашли широкое

применение в экспертных системах. Основным недостатком системы продукций является отсутствие внутренней структуры и зависимости шагов дедуктивного вывода от стратегии вывода, что делает ее трудно интерпретируемой.

2. Логические модели. Классическим механизмом представления знаний в исследованиях по искусственному интеллекту является логика предикатов, которая уже в 1950-е годы использовалась в программах. В системах, основанных на логике предикатов, знания представляются с помощью перевода утверждений об объектах некоторой предметной области в формулы, которые строятся из предикатов, логических связок, кванторов и т.п. В основе такого представления лежит язык математической логики, позволяющий формально описывать понятия предметной области и связи между ними. В основе логических моделей представлений знаний лежит понятие формальной системы в виде четверки:

$$M = \{T, P, A, F\} \quad (1.1)$$

где T - множество базовых символов теории M ;

P - множество базовых синтаксических правил, посредством которых из базовых символов строятся формулы;

A - множество постоянных формул, состоящих из аксиом;

F - правила вывода, определяющие множество отношений между правильно построенными формулами.

Основное преимущество использования логики предикатов для представления знаний заключается в том, что обладающий хорошо понятными математическими свойствами мощный механизм вывода может быть непосредственно запрограммирован. С помощью этих программ из известных ранее знаний могут быть получены новые знания.

Серьезной проблемой в логическом подходе является отсутствие структуры, так как данные представляются в виде совокупности линейных формул. К недостаткам логических моделей можно отнести следующие их

особенности на основе аппарата исчисления предикатов можно доказать существование объекта, обладающего определенными свойствами. С другой стороны, в исчислении предикатов нет понятия процесса, что приводит к невозможности присвоения имени объекту в ходе логических преобразований и дальнейших ссылок на него, а также отсутствует возможность описания взаимосвязей двух ситуаций.

3. Семантические модели. Впервые это понятие было введено в 1960-х годах для представления семантических связей между концепциями слов. Под семантической моделью понимают направленный граф с помеченными вершинами и дугами, в котором вершины соответствуют конкретным объектам, а дуги, их соединяющие, отражают имеющиеся между ними отношения. Основная идея моделирования при помощи семантических моделей заключается в том, что модель представляет данные о реальных объектах и связях между ними прямым способом, что существенно облегчает доступ к знаниям: начиная движение от некоторого понятия, по дугам отношений можно достичь других понятий.

К основным достоинствам семантических моделей можно отнести представление средств для выражения ограничений; описание связей между объектами; определенные операции над объектами. Характерной особенностью некоторых семантических моделей является интегрированное описание процедурой семантики и статической семантики. Допустимые операции над объектами определяются совместно с определением структур данных.

Наряду с достоинствами, семантические модели обладают некоторыми недостатками. В семантических сетях нет специальных средств, позволяющих определить временные зависимости. Поэтому временные значения и события трактуются как обычные понятия. Произвольная структура и различные типы вершин и связей усложняют процедуру

обработки информации. Стремление устранить эти недостатки послужило причиной появления особых типов семантических сетей: сценария, фреймы.

4. Фреймовые модели. Фреймы были впервые предложены в качестве аппарата для представления знаний М. Минским в 1975 г. Согласно его определению фреймы - это минимальные структуры информации, необходимые для представления класса объектов, явлений или процессов. В общем виде фрейм может быть описан таким образом:

$$[ИФ, (ИС, ЗС, ПП), \dots, (ИС, ЗС, ПЩ)] \quad (1.2)$$

где *ИФ* - имя фрейма; *ИС* - имя слота; *ЗС* - значение слота; *ПП* - имя присоединенной процедуры (необязательный параметр).

Слоты (под фрейм) - это некоторые незаполненные подструктуры фрейма, заполнение которых приводит к тому, что данный фрейм ставится в соответствие некоторой ситуации, явлению или объекту.

Представление знаний, основанное на фреймах, является альтернативным по отношению к системам продукций: оно дает возможность хранить родовидовую иерархию понятий в базе знаний в явной форме. Совокупность фреймов, моделирующая какую-либо предметную область, представляет собой иерархическую структуру, в которую фреймы соединяются с помощью родовидовых связей. На верхнем уровне иерархии находится фрейм, содержащий наиболее общую информацию, истинную для всех остальных фреймов. Фреймы обладают способностью наследовать значения характеристик своих родителей.

Достоинства фрейма во многом основываются на включении в него предложений и ожиданий. Это достигается за счет присвоения, по умолчанию, слотам фрейма стандартных ситуаций. В процессе поиска решений эти значения могут быть заменены более достоверными. Некоторые переменные выделены таким образом, что об их значениях система должна спросить пользователя. Часть переменных определяется посредством встроенных процедур, называемых внутренними. По мере присвоения

переменным определенных значений осуществляет вызов других процедур. Этот тип представления комбинирует декларативные и процедурные знания.

Фреймовые модели обеспечивают требования структурированности и связности. Эти достигаются за счет свойств наследования и вложенности, которыми обладают фреймы, т.е. в качестве слотов может выступать система имен слотов более низкого уровня, а также слоты могут быть использованы как вызовы каких-либо процедур для выполнения.

Как недостаток фреймовых систем следует отметить их относительно высокую сложность, что проявляется в снижении скорости работы механизма вывода и в увеличении трудоемкости внесения изменений в родовидную иерархию. Для многих предметных областей фреймовые модели являются основным способом формализации знаний.

Таким образом, существует определенный круг задач, которые нельзя решать, используя только одну модель представления знаний. Каждый метод представления обладает своими достоинствами и недостатками и тяготеет к определенной структуре знаний. В последние годы стали использоваться модели представления знаний, объединяющие указанные способы.

Правильный выбор метода представления не только уменьшает трудоемкость при разработке диагностических экспертных систем, но и повышает ее возможности и эффективность.

Объем знаний, необходимых для диагностических экспертных систем, очень велик, и поэтому для выборки, обновления и поддержания таких больших объемов знаний экспертным системам необходимы смешанные методы их представления знаний. Наиболее широкое применение находят смешанные методы, сочетающие преимущества и декларативного, и процедурного подхода, причем базовыми методами остаются декларативные, а процедурные являются средством расширения их возможностей [4].

На основе выше изложенного, для диагностики технического состояния турбогенераторов использовать декларативно-процедурный метод

представления знаний, базирующийся на аппарате фреймов. Фреймовая модель, благодаря своим богатым возможностям, хорошо описывает причинно-следственные связи между элементами электрооборудования, сложную структуру и большой объем декларативных знаний об объекте диагностики и процессе его диагностики.

Характер поиска необходимых знаний в базе знаний, способ организации вывода решений определяются выбором стратегии вывода и способом принятия решения, т.е. созданием механизма вывода.

Механизм вывода выполняет две функции: во-первых, просмотр существующих фактов из рабочей памяти и правил из базы знаний и добавление (по мере необходимости) в рабочую память новых фактов и, во-вторых, определение порядка просмотра и применения правил. Этот механизм управляет также процессом консультаций, сохраняя для пользователя информацию о полученных заключениях, и запрашивает у него информацию, когда для срабатывания очередного правила в рабочей памяти оказывается недостаточно данных.

В некоторых системах принят прямой порядок вывода - от фактов, которые находятся в рабочей памяти, к заключению. В других системах вывод осуществляется в обратном порядке: заключения просматриваются последовательно до тех пор, пока не будут обнаружены в рабочей памяти или получены от пользователя факты, подтверждающие одно из них.

Механизм включает в себе два компонента - один из них реализует собственно вывод, другой управляет этим процессом. Компонент вывода выполняет первую задачу, просматривая имеющиеся правила и факты из рабочей памяти и добавляя в последнюю новые факты при срабатывании какого-нибудь правила. Управляющий компонент определяет порядок применения правил.

Механизм вывода должен быть способен продолжить рассуждения и, со временем найти решение даже при недостатке знаний.

1 Модели принятия решений

Анализ существующих математических моделей диагностирования электрооборудования электростанций показал, что они позволяют в принципе получить ответ на вопрос о состоянии объекта «исправен - неисправен» по динамическим характеристикам, но не дают возможности проводить различительный анализ событий. Оптимальное решение задачи технической диагностики электрооборудования электростанции может быть получено только в результате анализа множества N состояний, в которых объекты диагностирования могут находиться в период эксплуатации. В связи с этим требуются специальные методы моделирования процесса функционирования оборудования для теоретического анализа множества возможных его состояний. Подобные методы могут быть основаны на использовании аппарата нечеткой математики, включающего не только определения и свойства операций с нечеткими множествами и их элементами, но и нечеткую арифметику, нечеткую и лингвистическую логику, теорию возможностей и т. д.

Нечеткий подход к моделированию автоматизированной системы диагностики имеет три отличительные черты:

Для построения модели необходима соответствующая экспертная информация, которая формализует знания экспертов. Экспертная информация представляется в виде системы условных нечетких выводов, в нем используются, так называемые, «лингвистические» переменные вместо числовых переменных или в дополнение к ним. Лингвистическая переменная задается набором $\langle \alpha_i, T(\alpha_i), X, XG, M \rangle, = \overline{1, n}$, где α_i - название i -ой лингвистической переменной; $T(\alpha_i)$ - терм-множество лингвистических переменных α_i ; X - область определения каждого элемента $T(\alpha_i)$ G - синтаксическое правило (грамматика), порождающее элементы (j - е нечеткие переменные) $\alpha_{ij} \in T(\alpha_i)$;

M - семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной $\alpha_{ij} \in T(\alpha_i)$, нечеткое множество $C(\alpha_{ij})$ - смысл нечеткой переменной α_{ij} ; простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний,

$$L: \begin{cases} L_1: \langle \text{если } A_1, \text{ то } B_1 \rangle \\ L_2: \langle \text{если } A_2, \text{ то } B_2 \rangle \\ L_3: \langle \text{если } A_3, \text{ то } B_3 \rangle \end{cases} \quad (1.4)$$

Где $A_i, (i \in \overline{1, k})$ - нечеткие состояния вида $\langle a_L \text{ есть } h_L \rangle$, где a_L обобщенная лингвистическая переменная; сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами, при этом содержательно нечеткий алгоритм можно определить, как упорядоченную последовательность нечетких инструкций или операторов, приводящих к нечеткому решению поставленной задачи. Нечетким оператором считается такой, который содержит, по крайней мере, одну нечеткую или лингвистическую переменную, нечеткую функцию или нечеткое отношение.

В экспертной системе технической диагностики электрооборудования могут быть применены разные модели нечеткого логического вывода. Среди этих моделей можно выделить следующие (в порядке усложнения).

Модель классификации. Модель принятия решений в виде нечеткой классификационной системы задается набором (W, ψ, H) , где W - множества признаков-параметров, ψ - разбиение W на нечеткие эталонные классы $L_j (j = \overline{1, H})$, H - пример:

$$L: \begin{cases} L_1: \langle \text{если } E_{11} \text{ или } E_{12} \text{ или } \dots \text{ или } E_{1n}, \text{ то } B_1 \rangle \\ L_2: \langle \text{если } E_{21} \text{ или } E_{22} \text{ или } \dots \text{ или } E_{2n_2}, \text{ то } B_2 \rangle \\ \dots \dots \dots \\ L_k: \langle \text{если } E_{k1} \text{ или } E_{k2} \text{ или } \dots \text{ или } E_{kn_m}, \text{ то } B_k \rangle \end{cases} \quad (1.3)$$

где E - эталонные состояния электрооборудования; B — нечеткие выводы.

Работа модели осуществляется по следующим правилам. Определяются физические значения компонент точки $(w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0) \in W$ и подставляются в функции принадлежности μ_{L_j} эталонных классов L_j .

Вычисляют значения $\mu_{L_j}(w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0), j = \overline{1, N}$. Среди всех значений μ_{L_j} находится максимальное $\mu_{L_s} = \max \mu_{L_j}(w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0)$ и принимается решение h_s со степенью принадлежности μ_{L_s} .

Ситуационная модель принятия диагностических решений. Сводится к сопоставлению реального состояния объекта с эталонным и к выявлению наиболее близкой эталонной ситуации, затем осуществляется принятие решения по оценке технического состояния. Состояние объекта характеризуется некоторой реальной нечеткой ситуацией S_i . Экспертами для принятия диагностического решения задаются эталонные нечеткие ситуации S_i^* . Для определения близости реальных и нечетких эталонных ситуаций необходимо применить из нечеткой логики такие операции, как определение степени включения, определение степени нечеткого равенства, определение степени нечеткой эквивалентности.

Модель нечеткого выбора вариантов принятия диагностических решений. Формально модель нечеткого выбора вариантов принятия диагностических решений определим в виде следующего набора $\langle X, \{\langle \alpha_i, T(\alpha_i), X, G, M \rangle\}, \{\pi\}, \Phi, F, M \rangle$, где X - универсальное множество вариантов выбора в виде перечня возможных воздействий на электрооборудование, диагностических решений по оценке технических состояний, планов дальнейшего режима работы узлов и систем электрооборудования, стратегий дальнейшего использования оборудования или других объектов выбора; $\langle \alpha_i, T(\alpha_i), X, G, M \rangle$ - множество, задающее лингвистические переменные на множестве вариантов выборов, $\{\pi\}$ - множество нечетких правил выбора; $\Phi = \{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_d\}$ - множество нечетких

критериев выбора; F - правило агрегирования нечетких вариантов выбора; M - класс механизмов нечеткого выбора.

Модели принятия решений представлены четырьмя подходами, как наиболее характерными для выработки диагностических решений при оценке технического состояния электрооборудования. На этом не исчерпывается многообразие моделей нечеткого вывода, но эти четыре подхода являются достаточно общими и заслуживают внимания.

Для оценки технического состояния оборудования в целом применяется понятие вектора конструктивных параметров. Вектор конструктивных параметров электрооборудования задается в виде множества $B_i = \{b_1^i, b_2^i, \dots, b_n^i\}$, где $i \in \overline{1, n_i}$

рассматриваемая часть оборудования. Состояния узлов и систем электрооборудования описывается совокупностью векторов E_1 , природа которых может быть разного характера, т. е. вектор может содержать как количественные оценки в виде цифровых данных, так и качественные оценки в виде вербальных значений, а также могут быть заданы в виде детерминированных или случайных функций.

2 Архитектура экспертной системы диагностики технического состояния турбогенераторов

Архитектура экспертной системы диагностики технического состояния турбогенераторов вытекает из трех основных принципов.

1. Мощность экспертной системы обусловлена в первую очередь мощностью базы знаний и возможностью ее пополнения и только во вторую очередь - используемыми ею методами (процедурами).

2. Знания, позволяющие эксперту (или экспертной системе) получать качественные и эффективные диагностические решения задач, являются в основном эвристическими, экспериментальными, неопределенными.

Причиной этого является неформализованность или слабая формализованность решаемых задач. Знания экспертов имеют индивидуальный характер, т.е. свойственны конкретному человеку.

3. Учитывая неформализованность решаемых диагностических задач и эвристический, личностный характер используемых знаний, пользователь (эксперт) должен иметь возможность непосредственного взаимодействия с экспертной системой в форме диалога.

Разрабатываемая экспертная система (рис. 1) состоит из следующих компонентов:

- рабочей памяти, называемой также базой данных, хранящей данные и играющей главенствующую роль в решении задач;

- базы знаний, хранящей множество продукций (в общем случае правил), которые задаются экспертами либо определяются на основании однозначных регламентирующих указаний;

- компонентов приобретения знаний, автоматизирующих процесс наполнения экспертной системы знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом;

- объяснительного компонента, показывающего, как система получила решение задачи (или почему она не получила решения) и какие знания она при этом использовала, что облегчает эксперту тестирование системы и повышает доверие пользователя к полученному результату;

- диалогового интерфейса, осуществляющего диалоговое взаимодействие с пользователем (экспертом) на естественном для него языке (естественный язык, профессиональный язык, язык графики, тактильное воздействие и т.п.);

- лингвистического процессора, отвечающего за перевод параметров, поступающих от турбогенератора, в форму, удобную для работы экспертной системы.



Рисунок 1- Компонентная структура экспертной системы диагностики технического состояния турбогенераторов

При проектировании экспертной системы диагностики большое внимание уделено работе решателя - программе, моделирующей ход рассуждений эксперта на основании знаний, а также тому, как осуществляется доступ решателя к знаниям, и как они используются при поиске решения. Определение того, какие знания нужны в той или иной конкретной ситуации, и умение ими распорядиться — важная часть процесса функционирования экспертной системы. Решение нетривиальных проблем требует и определенного уровня планирования и управления при выборе, какое условие нужно задать, какую операцию необходимо выполнить и т.д.

Для каждого узла или для каждой системы w_n электрооборудования определяется перечень параметров W_n . Экспертами на базовых множествах W_1, W_2, \dots, W_n для элементов электрооборудования w_1, w_2, \dots, w_n , принадлежащих соответствующим базовым множествам, задаются степени принадлежности выбранным нечетким переменным, определяющим входные параметры (рис. 2).

Тем самым происходит формирование функций принадлежности нечетких множеств. Затем для момента времени t_0 принятия диагностического решения, и оценки его последствий вводятся, как параметры соответствующих моделей, текущие значения координат входных факторов $w_1^0, w_2^0, \dots, w_n^0 \in W_1 \times W_2 \times \dots \times W_n$

Использование разных моделей перебора имеющихся знаний о состояниях технического объекта, как правило, оказывает довольно существенное влияние на характеристики эффективности программы. Эти модели определяют, каким способом программа находит решение проблемы в некотором пространстве альтернатив. Модель принятия диагностического решения вырабатывает решение h , которое является дополнительным входным параметром для модели оценки последствий принимаемого решения. Затем для пользователя формируется выходной документ с пояснениями об особенностях принимаемого диагностического решения и разъяснением его последствий.

Все параметры, поступающие от электрооборудования (аналоговые и дискретные сигналы), проходят обработку в лингвистическом процессоре. На выходе из процессора каждый параметр приобретает определенную форму на t_0 , пригодную для обработки решателем. В разрабатываемой системе каждый параметр электрооборудования после обработки в процессоре приобретает значения нечеткой переменной на t_0 . По полученной нечеткой переменной можно сразу получить вывод о достоверности поступившего сигнала.

Данный алгоритм анализа параметров оборудования, построенный на основе аппарата нечеткой математики, может использоваться самостоятельно, так как он позволяет получать довольно точную информацию о состоянии каждого технологического параметра.

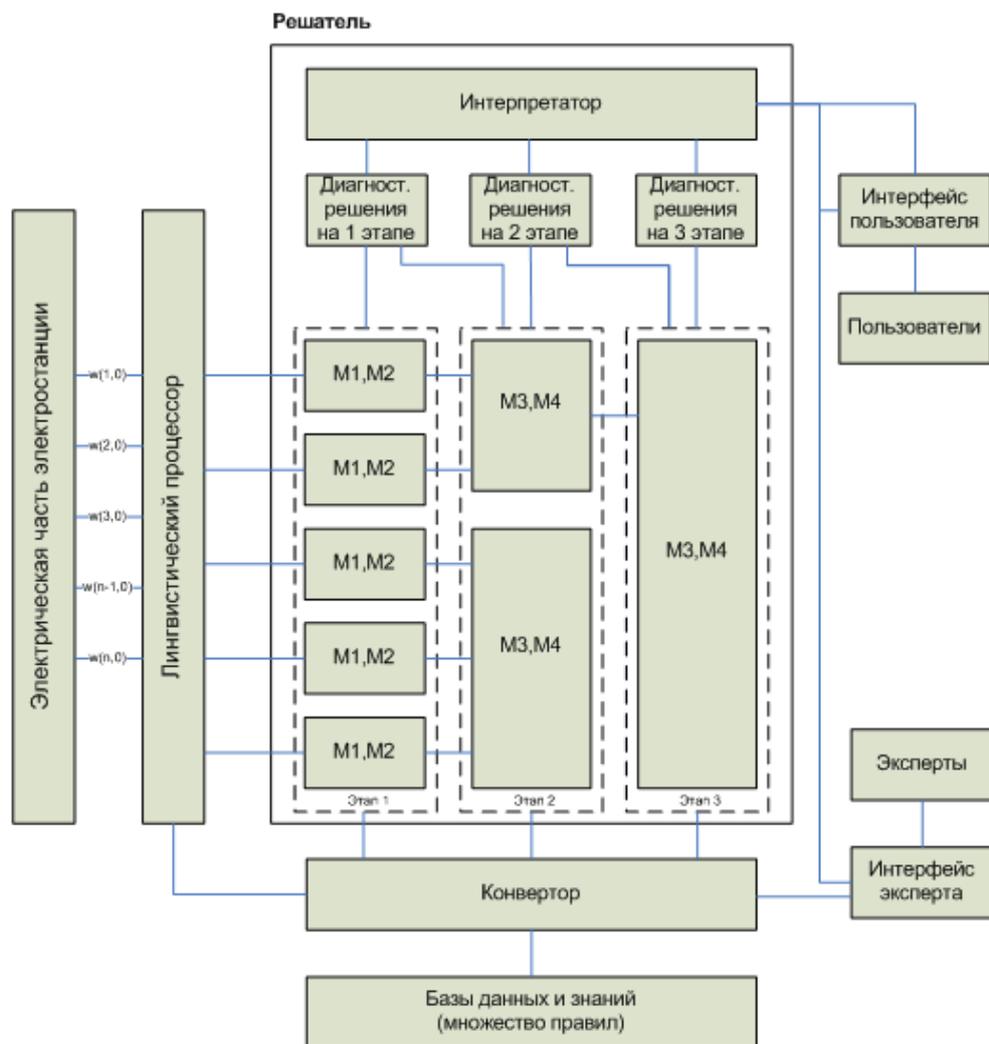


Рисунок 2 - Структурная схема автоматизированной экспертной системы технической диагностики состояния электрооборудования

$w_1^0, w_2^0, \dots, w_3^0$ параметры электрооборудования в t_0 ;

M1, M2, M3, M4 - модели принятия диагностических решений;

M1 - модель классификации;

M2 - модель композиции;

M3 - ситуационная модель;

M4 - модель нечеткого выбора;

Этап 1, этап 2, этап 3 - этапы обработки решателем параметров электрооборудования.

В дальнейшем работа уже с формами параметров разделяется на 3 этапа:

- этап 1 (анализ первичных групп комплексов параметров электрооборудования);
- этап 2 (анализ вторичных групп и комплексов параметров);
- этап 3 (анализ электрооборудования в целом).

На каждом из этапов, информация о диагностировании сначала параметров, затем их групп и комплексов и после всего электрооборудования поступает в интерфейс пользователя. В случае принятия решения пользователем, решатель производит оценку решения соответствующей моделью. Выводы по принятому решению отправляются на интерфейс пользователя.

Экспертная система диагностики технического состояния турбогенераторов работает в двух режимах:

- в режиме приобретения знаний (данных) о турбогенераторе;
- в режиме решения диагностических задач (в режиме консультации или использования).

В режиме приобретения знаний общение с экспертной системой может осуществляться двумя способами. При первом способе эксперт общается с системой через посредничество инженера по знаниям. Эксперт описывает турбогенератор и его техническое состояние в виде совокупности данных и правил. Данные определяют объекты, их характеристики и значения, существующие в области диагностики. Правила определяют способы манипулирования данными, характерные для турбогенератора. Эксперт, используя компонент приобретения знаний, наполняет систему знаниями, которые позволяют экспертной системе в режиме решения самостоятельно (без эксперта) решать задачи технической диагностики. При втором способе экспертная система получает данные из подсистемы сбора данных, которая строится на основе существующих штатных средств контроля и измерения

оборудования, с учетом всех требований по сбору информации для диагностирования турбогенераторов [5, 6].

В режиме консультации общение с экспертной системой осуществляет конечный пользователь, которого интересует результат и/или способ получения решения. Пользователь может не быть специалистом в данной предметной области. В этом случае он обращается к экспертной системе за советом, не имея возможности получить ответ самостоятельно. Пользователь – специалист обращается к экспертной системе, чтобы ускорить процесс получения результата или же, чтобы возложить на экспертную систему рутинную работу.

Данные о задаче пользователя обрабатываются диалоговым компонентом, выполняющим следующие действия:

- распределение ролей участников диалога (пользователя и экспертной системы) и организация их взаимодействия в процессе кооперативного решения диагностической задачи;
- преобразование данных пользователя о задаче, представленных на привычном для пользователя языке, во внутренний язык системы;
- преобразование сообщений системы, представленных на внутреннем языке, в сообщения на языке, привычном для пользователя.

После обработки полученной информации, на основе результатов, общих данных о диагностировании турбогенераторов и правил из базы знаний решатель формирует решение. При этом происходит постоянный обмен знаниями и данными с соответствующими базами.

Особенностью экспертных систем является то, что главенствующую роль в решении задач играет база знаний.

Экспертная система в общем случае обладает свойствами, отличающими их от традиционных программных систем:

- 1) решения обладают ясностью, высоким качеством и требуют минимума ресурсов;

2) решения являются результатом применения логических рассуждений(обычно не используются численные методы), базирующихся на эвристиках (эвристика - правило, которое упрощает или ограничивает поиск решений в сложной или недостаточной изученной предметной области);

3) системы способны анализировать и объяснять свои действия и знания;

4) системы способны приобретать от пользователя и эксперта новые знания и менять в соответствии с ними свое поведение.

Можно сформулировать два основных элемента концепции экспертных систем:

- компетентность эксперта обусловлена в первую очередь качеством специализированных знаний о выбранной предметной области;

- знания, позволяют получать качественные и эффективные решения задач, которые имеют в основном эвристический, неточный, лишь правдоподобный характер. Экспертные системы отличаются от традиционных систем обработки информации использованием нового вида информации, называемого знаниями. Формализация описания знаний определяется как представление знаний. В системах с базами знаний, в том числе и в экспертных системах, представление знаний является фундаментальным понятием, а решение о выборе метода представления знаний оказывает огромное влияние на любую их составную часть. Можно сказать, что представлением знаний определяются возможности системы.

Заключение

Ввиду неопределенности, неполноты диагностической информации и знаний было предложено использование методов экспертных систем, что позволит наиболее эффективно использовать накопленные знания

высококвалифицированных экспертов и достичь наибольшей достоверности в оценке технических состояний электрической части электростанции.

Проведен обзор моделей представления знаний и механизмов их описания. Среди рассмотренных методов предпочтение отдается декларативно-процедурному методу представления знаний, базирующемуся на аппарате фреймов. Фреймовая модель, благодаря своим богатым возможностям, хорошо описывает причинно-следственные связи между элементами электрооборудования, сложную структуру и большой объем декларативных знаний об объекте диагностики и процессе его диагностики.

В результате анализа различных моделей диагностирования оборудования, предпочтение отдается моделям, построенным с применением аппарата нечеткой математики. Данный подход позволяет наиболее адекватно делать выводы о техническом состоянии оборудования в условиях неопределенности. Модели принятия решений представлены четырьмя подходами, как наиболее характерными для выработки диагностических решений при оценке технического состояния электрооборудования.

Предложена обобщенная структура экспертной системы, позволяющая решать задачи диагностики технического состояния турбогенераторов.

Список литературы

1. Алексеев Б. А. Определение состояния (диагностика) крупных турбогенераторов. - М.: Научно — учебный центр ЭНАС, 1997. -144 с.
2. Аношкин А. А, Глазов О. Н., Кислов Г. И. Экспертные модели диагностики неисправностей основного технологического оборудования электростанций / Расширение интеллектуальных возможностей АСУ. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - С. 8 -10.

3. Степанов М. Ф. Основы проектирования экспертных систем технической диагностики: Учебное пособие. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2000.-128 с.
4. Глебов И. А., Данилевич Я. Б. Диагностика турбогенераторов. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1989. - 118 с.
5. Шахнов В.А., Власов А.И., Князев В.С. Аппаратно-программный комплекс обработки сигналов для мониторинга и анализа состояния технических систем // 3-ая Международная конференция "Компьютерные методы и обратные задачи в неразрушающем контроле и диагностике". Москва. 18-21 марта 2002.
6. Ю.И.Нестеров, А.И.Власов, Б.Н.Першин Виртуальный измерительный комплекс// Датчики и системы. №4. 2000 - С.12-22.