

A.A. САДЫКОВ, М.Н. ИМАНКУЛ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ СИСТЕМ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Обычно задачи контроля решаются программно-аппаратными средствами (информационно-измерительными устройствами), а задача анализа полученных результатов требует более активного участия человека и использования экспертных систем, аккумулирующих практический опыт многих специалистов. Постановка диагностики построена, в основном, на методах сравнения показателей объекта диагностирования, описывающих его состояние, с их эталонными значениями. «Эталоном» могут служить сигналы, формируемые генератором эталонных сигналов, а также выходные сигналы эталонного объекта. Диагностирование базируется на:

- получении выходных сигналов, содержащих всю диагностическую информацию об объекте;
- сравнении выходных сигналов с их эталонными значениями, т.е. логической обработки выходных сигналов объекта диагностирования с целью обнаружить в нем дефекты и их локализовать [1].

Экспертные системы диагностики соотносят наблюдаемые нарушения поведения системы с обусловившими их причинами, опираясь на один из двух следующих методов. Первый метод подразумевает использование некой таблицы ассоциативных связей между типами поведения систем и диагнозами [2-4]. В другом методе совместное использование знаний о том, как устроена система, и знаний о слабых местах используемых элементов/компонентов позволяет строить предположения о неисправностях, которые совместимы с наблюдаемыми данными.

Отметим некоторые определения. Отказ - событие, заключающееся в прекращении способности объекта выполнять требуемую функцию. Дефект - всякое повреждение, не приведшее к потере работоспособности [5]. Неисправность - состояние, при котором параметры системы устройства не соответствуют хотя бы одному из требований нормативно-технической документации [5].

В наращиваемой базе знаний (БЗ) экспертной системы (ЭС) хранятся эталонные данные, которые описывают рассматриваемую область, и правила, описывающие целесообразные преобразования данной области. Вычислительная мощность ЭС определяется, в первую очередь, имен-

но БЗ. В частном случае, за производительность системы диагностирования можно принять величину, равную числу проверенных функциональных узлов (модулей) системы (данная величина (выигрыш во времени) необходима для планирования мониторинга системы).

Создаваемые базы знаний в виде известных решений (проверенных временем ситуаций) с возможностью вычислений по математической модели (ММ) для привлечения дополнительной информации и статистики эксплуатации должны тестироваться, а также необходима ликвидация избыточности и противоречивости БЗ. Современные гибридные диагностические ЭС, позволяющие охватывать широкий спектр решаемых задач, дают возможность оперировать нечеткими определениями, давая возможность более эффективно использовать и хранить полученные знания, облегчая процесс их приобретения, а система в целом становится более гибкой [2], [3].

ЭС обладают мобильностью, которая обусловлена мобильностью БЗ и возможностью ее пополнения из разных информационных составляющих (баз данных (БД), баз экспертных знаний (БЭЗ), баз концептуальных знаний (БКЗ) и т.д.), а также различными процедурами вывода.

Конкретизация знаний при решении задач диагностики декомпозирует их на точные и неточные, полные и неполные, статистические и динамические, однозначные и многозначные и т.д. Кроме того, сами экспертные знания неточны в силу их субъективного характера. Приблизительность и многозначность знаний приводят к тому, что ЭС имеет дело как бы не с одной, а с несколькими альтернативными областями. Имеющаяся неполнота знаний позволяет использовать не один, а несколько источников знаний, что особенно актуально при эксплуатации современных радиоэлектронных систем, требующих привлечения интеллектуальных систем, способных эффективно локализовать отказ, устранить неисправность, осуществить прогноз текущего состояния (ресурса) и т.д. В частности, локализация места проявления дефекта предотвращает развитие чрезвычайной (катастрофической) ситуации.

При разработке ЭС диагностики и контроля параметров систем радиочастотной идентификации (СРЧИ) необходимо учитывать следующие особенности, связанные:

- с исследуемым объектом (количество контролируемых и диагностируемых параметров; адаптация модели – точность определения значений параметров/характеристик СРЧИ; допущения; ошибки измерений);

- с архитектурой ЭС (организация БД и БЗ – баз концептуальных и экспертических знаний, взаимодействие информационных потоков);

- с адаптацией «мягких» вычислений в среде ЭС и ее подсистем;

- с уровнем квалификации пользователя при решении поставленных задач. От него требуется знание предметной области и наличие решения задач контроля и диагностики СРЧИ.

Для мониторинга состояния СРЧИ можно использовать метод, основанный на сравнении результатов измерений параметров реального СРЧИ с расчетными параметрами, вычисленными по математической модели (ММ), независимой от входных и выходных параметров (рисунок 1). На рисунке 1: ψ – вектор входных управляемых воздействий; Y_m – вектор параметров, вычисленных с помощью среднестатистической ММ СРЧИ, представляющей собой аналитическую модель; Y_D – вектор параметров, представляющий данные измерений; $\epsilon = Y_D - Y_m$ – невязка, полученная в процессе покомпонентного сравнения векторов Y_D и Y_m . По значениям ϵ проводится оценка технического состояния СРЧИ и принимается окончательное решение.

В процессе реализации ЭС мониторинга состояния СРЧИ необходимо решить следующие задачи:

- разработка и программная реализация модели СРЧИ;

- вычисление невязки и распознавания технического состояния СРЧИ;

- принятие решения о техническом состоянии СРЧИ.

Из рисунка 1 следует, что процесс распознавания технического состояния СРЧИ и принятия на основании этого адекватного соответствующего решения в совокупности выполняет функцию классификатора. Использование в нем элемента нечеткой логики позволяет классификатору осуществлять разделение классов технического состояния СРЧИ в условиях неполноты измеряемой информации, а также с учетом параметрической неопределенности характеристик реального СРЧИ.

В частности, в классификаторе проводится классификация возможных дефектов для всех функциональных модулей СРЧИ по отдельности и определяются параметры состояния, которые изменяются при появлении этих дефектов. Так как различные неисправности могут приводить к изменению одного и того же параметра состояния, то они объединяются в группы. Для каждого из параметров намечаются границы, означающие появление того или иного дефекта.

Процесс формирования (наполнения) базы данных дефектов представлен на рисунке 2. При этом в процессе формирования БД дефектов подразумевается, что пользователь предварительно «настроил» сформированную им из отдельных компонент в концептуальной БЗ ММ, на среднестатистический или индивидуальный СРЧИ. В процессе работы с данной компонентой ММ пользователь на этапе ее адаптации в среде ЭС по известным входным параметрам формирует эталонный вектор данных, характеризующих бездефектное состояние СРЧИ. Этalonный вектор данных хранится во встроенной БД ЭС в виде атрибут-значения.

Далее по известному дефекту находятся отклонения от эталонного состояния. Для этого пользователь в компоненты ММ вносит харак-

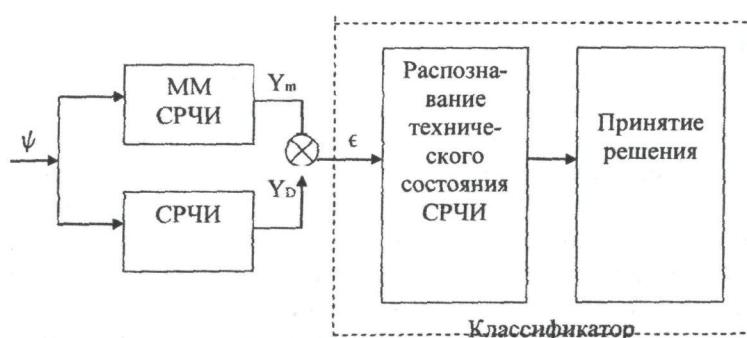


Рис. 1. Возможная реализация ЭС мониторинга состояния СРЧИ

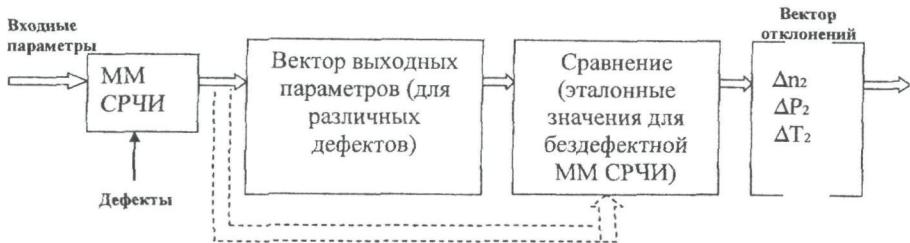


Рис. 2. Формирование базы данных дефектов

терные дефекты. Расчеты, которые проводятся пользователем по ММ с предварительно внесенными дефектами, формируют на ее выходе соответствующий вектор параметров. Сравнение этого вектора с эталонным дает вектор отклонений (факты/результаты), который заполняется в качестве статистического материала базу данных дефектов.

Для повышения точности диагностики можно вместо постоянных границ параметров состояния использовать переменные, учитывающие дрейф этих границ с учетом ухода параметров элементов/функциональных узлов СРЧИ из-за воздействия различных факторов (температуры, влажности, радиации и др.) и старения.

Критерий эффективности идентификации среднестатистической ММ СРЧИ в среде ЭС можно представить в виде:

$$\sigma_p = \frac{1}{mz} \sum_{ij}^{mz} (P_{ij} - P_{Mi})^2, \quad (1)$$

$$\sigma_x = \frac{1}{nz} \sum_{ij}^{nz} (x_{gi} - x_{Mij})^2, \quad (2)$$

где P_{ij}, P_{Mi} – соответственно измеренные при испытаниях и рассчитанные по адекватной ММ значения параметров функциональных модулей (ФМ) СРЧИ; x_{gi}, x_{Mij} – действительные и рассчитанные по ММ значения характеристик ФМ СРЧИ (варьируемые параметры модели); $I = \overline{1, m}$, где m – число измеряемых при испытаниях параметров СРЧИ; $i = \overline{1, n}$, где n – число варьируемых параметров ММ; $j = \overline{1, z}$, где число z – число повторных измерений параметров СРЧИ.

Критерий σ_p характеризует точность вычисления параметров СРЧИ среднестатистической

моделью в сравнении с аналогичными параметрами, полученными в процессе стендовых испытаний, а критерий σ_x – точность определения значений характеристик функциональных модулей СРЧИ.

Рассмотрен подход к построению нечёткой ЭС для решения задач диагностики и контроля функциональных модулей (узлов) СРЧИ, который может быть использован на этапах испытаний и модернизации (совершенствование характеристик) СРЧИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сердаков А.С. Автоматический контроль и техническая диагностика.- Киев: Техника, 1972.-242с.
2. Алексеев А.В., Борисов А.Н., Вильямс Э.Р. и др. Интеллектуальные системы принятия проектных решений. – Рига: Зинатне, 1997. – 320 с.
3. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
4. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
5. ГОСТ 20911 – 89. Техническая диагностика. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 22 с.

Резюме

Радиожиліктік идентификациялау жүйелерін бақылау және диагностикалау үшін саралық жүйелерді қолдану кезіндегі олардың артықшылықтары мен ерекшеліктері белгіленген. Радиожиліктік идентификациялау жүйелерін бақылау кезіндегі саралық жүйенің мүмкін іске асыру түрі көлтірілген. Кемістіктердің деректер базасының қалыптасу процесі көрсетілген. Саралық жүйе ортасындағы осы жүйелердің тиімділік критерийлері белгіленген.

Summary

Quality and singularity of the expert system using for control and diagnostic of radio-frequency identification systems were marked. Possible realization of those (expert) systems for control and diagnostic of radio-frequency identification were shown up. Forming process of defect data base were given. The efficiency criterions of identification in the case of the expert systems were marked.