

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

*Дурницкая О.А., ассис., Ракитин В.Ю., магистр, Гладкий В.А., ас.
Кременчугский государственный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600
E-mail: diolan@rambler.ru*

Введение. Функционирование технических систем можно рассматривать как отражение внешних и внутренних возмущений. Электромеханическая система (ЭМС) является сложной динамической системой, характеристики которой с достаточной для практики точностью могут быть описаны конечным набором параметров, входные возмущения также могут быть описаны совокупностью параметров. Качество функционирования ЭМС зависит от конструктивных параметров и возмущений, которые изменяются во времени и могут вызвать параметрический отказ. Изменение текущего состояния можно контролировать, например, по внешним признакам: изменениям параметров вибраций, шуму, нагреву, динамическим ударам и пр., все эти изменения порождены внутренними процессами. Знание этих процессов крайне важно для эффективной эксплуатации.

Анализ предыдущих исследований. Неотъемлемой частью эксплуатации электрических машин (ЭМ) являются оценка их состояния и ремонт [1, 2]. Существующие методы оценки состояния и диагностики в большинстве своем требуют остановки ЭМ и вывода ее из технологического процесса: во время технических осмотров, планово-предупредительных или капитальных ремонтов [3-6]. В последние годы появляются теоретические работы по созданию систем мониторинга ЭМ, в том числе в процессе их работы по измеренным сигналам тока и напряжения [7], однако такие системы требуют наличия системы измерения электрических параметров, и как правило, преобразователя энергии для создания специальных режимов питания, необходимых для оценки состояния ЭМ. Задача оценки состояния ЭМ как сложной электромеханической системы с нелинейными характеристиками во многих случаях имеет неоднозначное и неединственное решение. Это, с одной стороны, не позволяет в полной мере автоматизировать процесс диагностики, а с другой стороны, требует принятия решения от человека-оператора. При этом человек-оператор должен обладать необходимыми теоретическими знаниями и опытом.

С развитием и совершенствованием

вычислительных комплексов и информационных технологий развивается новое направление - компьютерная диагностика, которая тесно связана с разработкой экспертных систем (ЭС), способных обрабатывать не только количественные данные, но и различного рода знания, проводя анализ поведения технических систем и принимая экспертные решения. Учитывая это построение экспертной системы определения неисправностей электрических машин на основе анализа внешних признаков характеризующих режим работы, является актуальной задачей.

Цель работы. Построение экспертной системы определения неисправностей электрических машин на основе анализа внешних признаков, характеризующих режим работы.

Материал и результаты исследований. Методологически архитектура ЭС может быть представлена следующим образом: {(экспертная система), (динамическая подсистема) → динамические свойства → логические отношения → свойства (идентификация состояния) → (динамическая подсистема) → логические отношения → свойства (модули экспертной системы) → (экспертная система)}.

Математическое описание архитектуры экспертной системы имеет вид:

$$ES = \{ \{ D(P(t)(x_0(t), x_1(t), x_2(t), z(t), k(t), y(t), d(t))), \quad (1) \\ R(t), (P_i(t)(x_i(t), z_i(t), k_i(t), y_i(t))) \} \}$$

где ES – экспертная система; D – динамическая подсистема; P – свойства элементов экспертной системы; R – логические отношения; x – воздействия; z – диагностируемые параметры; k – коэффициенты; y – выходные параметры; d – динамические параметры; t – время; индексы: $0, 1, 2$ — исходный стационарный режим, внешний, внутренний характер воздействий; i – число элементов экспертной системы.

Описанная архитектура экспертной системы реализована в системе определения неисправностей ЭМ по внешним признакам, характеризующим режим работы. На рис. 1 показаны основные потоки информации и взаимосвязи между ними. Необходимость накопления, хранения и обработки больших объемов информации требует создания

программного обеспечения, отвечающего за ввод, извлечение информации и последующей ее обработки. По сути, это программное приложение для работы с базами данных (БД) и обработки статистических данных.

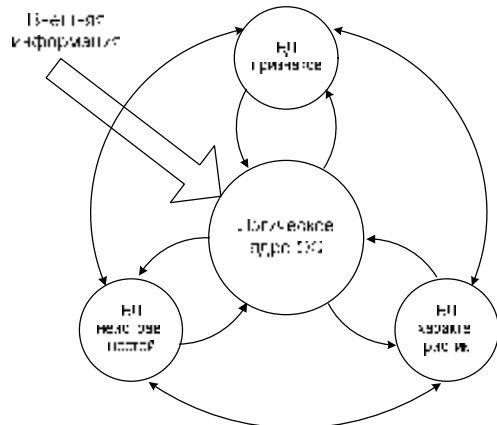


Рисунок 1 – Структура потоков информации в системе определения неисправностей

На основе выполненного анализа, с учетом предложенной архитектуры ЭС, разработано алгоритмическое и программное обеспечение экспертной системы определения неисправностей ЭМ по внешним признакам. При этом оператор осуществляет выбор диагностируемых электрических машин (рис. 2): асинхронных (AD), синхронных (SD) двигателей, трансформаторов (TF), машин постоянного тока (МРТ).

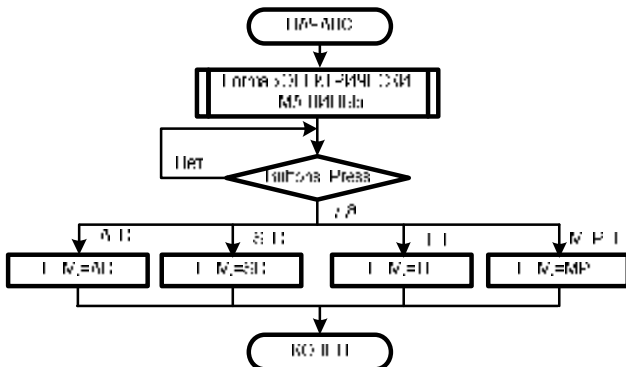


Рисунок 2 – Алгоритм выбора диагностируемой электрической машины

Для выбранной электрической машины включается подпрограмма поиска неисправности (рис.3). Оператор последовательно вводит признаки неисправности (Priznak1, Priznak2, ..., PriznakN), по которым в БД осуществляется поиск и отбор. При этом отображаются рекомендации по возможному устранению неисправности.

В настоящее время БД неисправностей электрических машин содержит 170 записей. Их них неисправностей асинхронных двигателей – 26, синхронных двигателей – 29, трансформаторов – 25, машин постоянного тока – 49, общих – 41. В процессе диагностирования по информации из ведомостей дефектации или на основании опыта персонала эксплуатирующего оборудование в БД могут быть добавлены неисправности, их признаки

и рекомендации по возможному устранению. Алгоритм подпрограммы «Редактирование неисправности» приведен на рис.4.

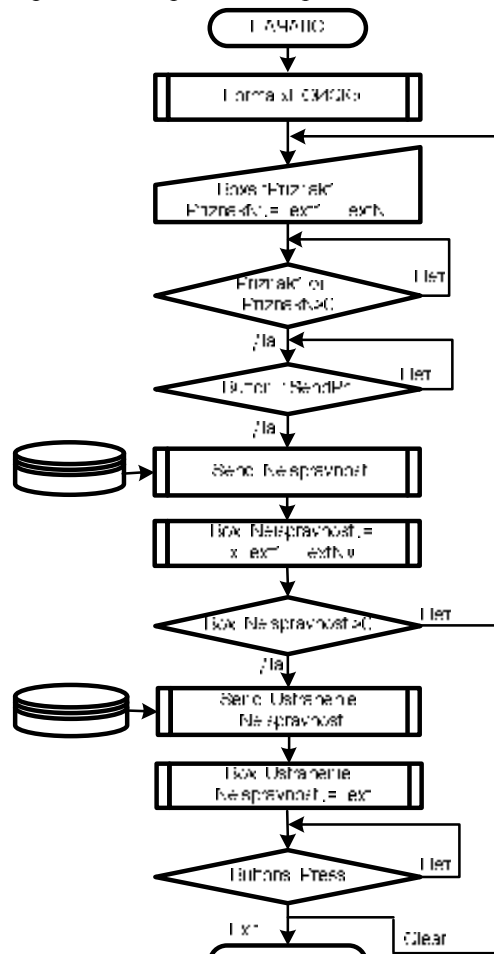


Рисунок 3 – Алгоритм подпрограммы «Поиск неисправности»

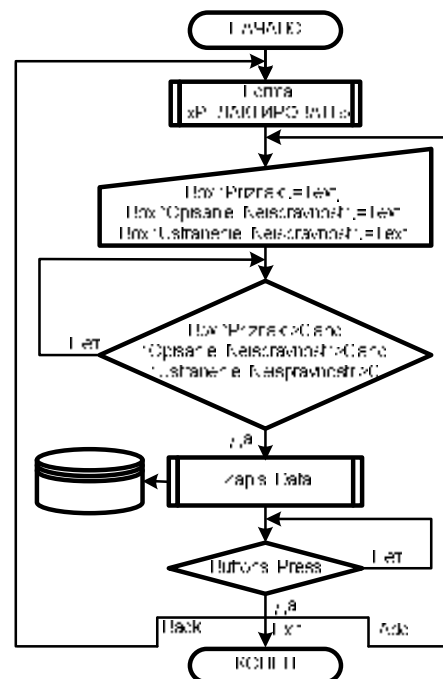


Рисунок 4 – Алгоритм подпрограммы «Редактирование неисправности»

В качестве программной платформы, по нашему мнению, удобно использовать Access. Безусловно, в настоящее время существует множество других систем, позволяющих работать с БД. Например, SQL, Delphy, FoxPro и другие.

Все они имеют свои достоинства и недостатки. Однако предпочтение Microsoft Access (MSA) определяется рядом показателей:

- предоставляет максимальную свободу в задании типа данных (текст, числовые данные, даты, время, денежные значения, рисунки, звук, электронные таблицы);

- предоставляет возможность использования в работе DDE (динамический обмен данными) и OLE (связь и внедрение объектов). Что, в свою очередь, делает возможным осуществлять обмен данными между MSA и любым другим, поддерживающим DDE, приложением Windows, а также использование OLE для связи с объектами другого приложения или внедрения других объектов в базу данных MSA. Такими объектами могут быть картинки, диаграммы, электронные таблицы или документы из других, поддерживающих OLE, приложений Windows;

- использование SQL (структурированный язык запросов) для обработки данных базовых таблиц: возможность выделения из одной или нескольких таблиц необходимой для решения конкретной задачи информации значительно упрощает задачу обработки данных;

- использование в качестве самостоятельной СУБД на отдельной рабочей станции, так и в сети – в режиме «клиент-сервер». Это позволяет иметь доступ к данным одновременно нескольким пользователям с автоматической защитой данных от одновременной их корректировки разными пользователями;

- предоставляет дополнительные средства разработки приложений, которые могут работать не только с собственными форматами данных, но и с форматами других, наиболее распространенных СУБД.

С использованием MSA разработана программа. Рабочая форма программы содержит две вкладки. Например, на рис. 5 приведена вкладка «Поиск неисправностей». Данная вкладка позволяет выбрать признак неисправности из списка базы данных или получить перечень разделов описания неисправностей путем ввода ключевых слов в поле «Признак». Причины неисправности и их устранение отображаются в правой части вкладки после выбора причины неисправности и нажатия кнопки «Поиск». Вкладка «Редактирование» предназначена для добавления новых записей в существующую базу данных неисправностей. Для корректного ввода записи надо заполнить все поля.

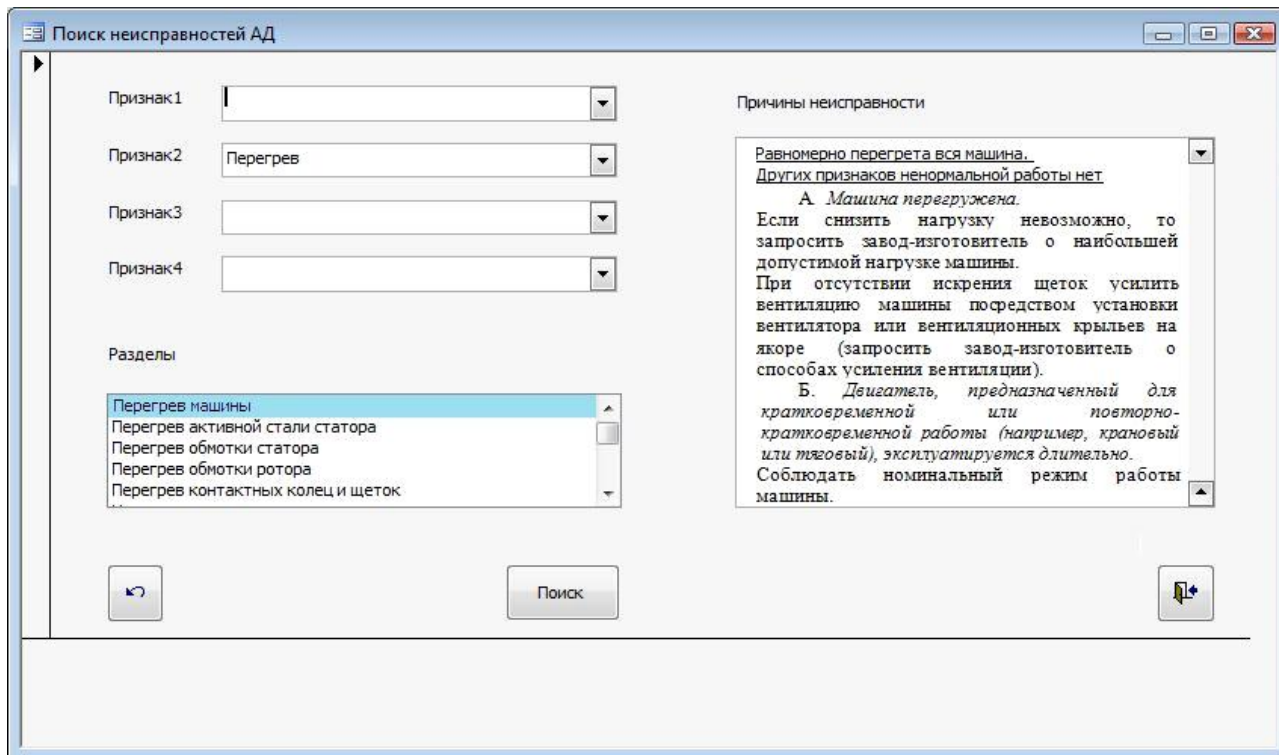


Рисунок 5 – Окно поиска записей о причинах неисправности и их устранению

Выводы. Предложенная структура экспертной системы, основанная на принципе анализа внешних признаков, характеризующих режим работы ЭМ, способна обеспечить высокую целенаправленность анализа и оперативность принятия экспертных решений по оценке состояния и определению неисправностей электрических машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мандельштам И.Б. Болезни электрических машин / И.Б. Мандельштам. – М.Л.: Государственное издательство, 1929. – 122 с. – Режим доступа: <http://scilib.narod.ru/Technics/ElectroMash/index.html>
2. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин / Р.Г. Гемке. Под ред. Р.Б. Уманцева. 9-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. – 336 с.
3. Коварский Е.М. Испытание электрических машин / Е.М. Коварский, Ю.И. Янко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 317 с.
4. Жерве Г.К. Промышленное испытание электрических машин / Г.К. Жерве. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 324 с.

5. Гольдберг О.Д. Автоматизация контроля параметров и диагностика асинхронных двигателей / О.Д. Гольдберг, И.М. Абдуллаев, А.Н. Абиев; Под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 160 с.

6. Родькин Д.И. Системы динамического нагружения и диагностики электродвигателей при послеремонтных испытаниях / Д.И. Родькин. – М.: Недра, 1992. – 240с.

7. Мониторинг параметров электрических двигателей электромеханических систем / [А.П. Черный, Д.И. Родькин, А.П. Калинов, О.С. Воробейчик]: Монография. – Кременчуг: ЧП Щербатых А.В., 2008. – 244 с.

8. Черный А.П. Структура системы функциональной диагностики электрических машин электроприводов / А.П. Черный // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: „Електротехніка і енергетика”. – Донецьк: ДонНТУ. – 2003. – Вип. 67. – С. 109-112.

9. Бунин Элизабет. Excel Visual Basic для приложений (серия «Без проблем!»): Пер. с англ. – М.: Восточная Книжная Компания, 1996. – 352 с.