

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Ланцман Г.А.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: lagoon@vtomske.ru

Введение

Стандартным подходом при построении различных экспертных систем (ЭС) является поэтапное развитие модели [1], при этом разрабатываемая ЭС всегда проходит этап создания работающего неполнофункционального прототипа для доказательства жизнеспособности положенных в основу ЭС концепций. В данной научной работе будут затронуты вопросы разработки прототипа экспертной системы диагностики электроприводов.

Задача диагностики заключается в том, чтобы по заданным признакам неполадок определять их причину и предлагать возможный способ устранения. Разумеется, для проведения подобного рода работ необходимо владеть в полном объеме информацией о том, каковы типичные неполадки различных видов электроприводов. Подобная информация доступна как в отечественных, так и в зарубежных источниках [2, 3]. Опираясь на них, а также на знания экспертов в конкретной области, нужно методами инженерии знаний получить вербализованные знания экспертов; объем полученной информации прямо пропорционален тому, какой этап разработки ведётся. Для разработки прототипа системы диагностики электроприводов вполне достаточно одного набора знаний либо правил для того, чтобы проверить пригодность системы для решения определённых задач.

Как упоминалось в [4], разбиение базы знаний было произведено по пяти основным видам диагностики электрических машин:

- электрические виды диагностики электромеханических устройств;
- температурная диагностика;
- механическая диагностика;
- диагностика изоляции;
- иные виды диагностики.

Кроме того, на этапе разработки прототипа было принято решение дополнительно разделить характерные неполадки по конкретным видам электрических машин:

- машины постоянного тока;
- асинхронные двигатели;
- синхронные машины;
- общие неисправности электрических машин.

В последний пункт вошли те неисправности электрических машин, которые могут быть характерны для машин различного типа и не зависят от принципа их работы.

В основу прототипа было решено положить правила, касающиеся отдельной области диагностики машин постоянного тока, а именно – неисправностей, связанных с перегревом коллектора и щёток [2]. Фрагмент набора правил, использованных при создании прототипа, представлен в таблице 1.

Таблица 1. Фрагмент продукционных правил прототипа

УСЛОВИЕ 1	УСЛОВИЕ 2	ТО	ДЕЙСТВИЕ
ЕСЛИ (щёлки джогат) И (щёлки искрят) И (поверхность коллектора негладкая) И (щёлки шумят)	ЕСЛИ (коллектор бьёт)	(неравномерный износ коллекторных пластин)	тянуть И обточить, (изолировать между пластинами продорожить), (устранить вибрацию)
	ЕСЛИ (между пластинами выступает изоляция)	(нарушение изоляции)	(продорожить коллектор)
	ЕСЛИ (щёлки установлены неравномерно)	(коллектор изнашивается неравномерно)	(правильно установить щётки)

Правила диагностики причин перегрева коллектора и щёток, в том числе, указанные в таблице, были внесены в набор правил модуля FuzzyLogic пакета MatLAB (рис. 1).

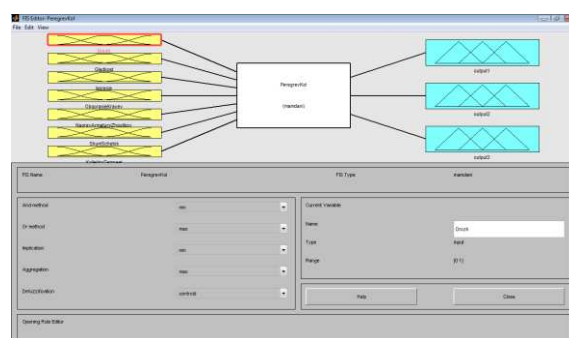


Рис. 1. Окно FuzzyLogic с введёнными переменными

Для описания усечённого набора продукционных правил был использован аппарат нечёткой логики FuzzyLogic с алгоритмом по Мамдани. Было введено 7 входных переменных: дрожь щёток, гладкость коллектора, искрение в коллекторе,

обгорание краёв коллектора, нагрев арматуры и жгутиков, шум щёток и потемнение коллектора; они составляют ядро antecedентов системы. Для описания консеквентов (следствий) правил были использованы 3 выходных переменных, значения которых будут рассмотрены ниже. Правила для диагностики электрических машин заданы на основе экспертных знаний [2].

Определим лингвистическую переменную как кортеж данных вида $\langle \beta, T, X \rangle$, где β – имя лингвистической переменной; T – множество её значений (термов); X – универсум нечетких переменных. Кроме того, при необходимости подобное определение можно расширить, добавив новые элементы в кортеж, например, синтаксические процедуры образования новых термов и аналогичную процедуру, формирующую нечеткие множества для каждого термина данной лингвистической переменной. Применительно к семи входным переменным, будем иметь:

- Дрожь щёток, {(Дрожат, Не дрожат, Не задана)}, $[0, X_1]$
- Искрение, {(Искрит, Не искрит, Не задана)}, $[0, X_2]$
- Гладкость коллектора, {(Гладкий, Не гладкий, Не задана)}, $[0, X_3]$
- Обгорание краёв коллектора, {(Обгорают, Не обгорают, Не задана)}, $[0, X_4]$
- Шум щёток, {(Шумят, Не шумят, Не задана)}, $[0, X_5]$
- Нагрев арматуры и жгутиков, {(Нагреваются, Не нагреваются, Не задана)}, $[0, X_6]$
- Потемнение коллектора, {(Потемнение, Не темнеют, Не задана)}, $[0, X_7]$

Переменные X_1 - X_7 обозначают некие числовые значения термов лингвистических переменных и задаются путём подстройки значений к параметрам конкретного электропривода и/или экспертными знаниями. К примеру, для лингвистической переменной «Шум щёток» X_5 может быть задан как 40 дБ. В этом случае, вход для такой переменной будет определён, как показано на рисунке 2.

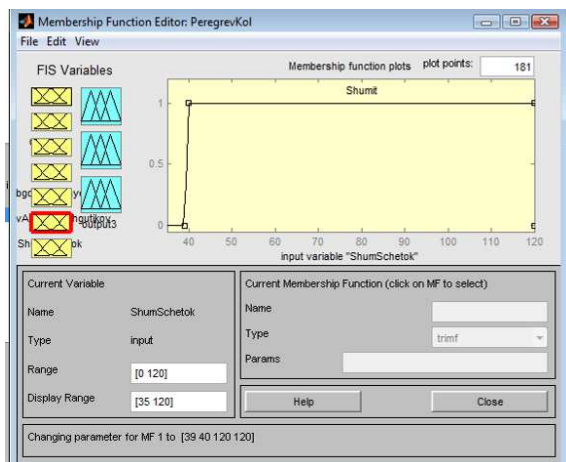


Рис. 2. Определение ЛП «Шум щёток» (>40 дБ)

Нечётким высказыванием положим высказывание A is B , где A – лингвистическая переменная (список таковых для прототипа определён выше), B – её терм [5, 6]. Созданный на FuzzyLogic прототип ЭС, таким образом, будет осуществлять функции нечёткого вывода неисправностей, которые присутствуют в электромеханической системе, но не в явном виде, а в виде некоего списка возможных неполадок с указанными эмпирическими значениями консеквент правил. Вариант записи нечётких правил с указанными эмпирическими значениями вероятностей показан на рисунке 3.

```
1. If (Drozh is Drozhit) and (Gladkost is negladkaya) and (Iskrenie is Iskrit) and (ShumSchetok is Shumit) then (output1 is KolektorPoteemnaya) (0.3)
2. If (Drozh is Drozhit) and (Gladkost is negladkaya) and (Iskrenie is Iskrit) and (ShumSchetok is Shumit) then (output1 is Izolyaciya) (0.3)
3. If (Drozh is Drozhit) and (Gladkost is negladkaya) and (Iskrenie is Iskrit) and (ShumSchetok is Shumit) then (output1 is NepriPoschetki) (0.4)
4. If (Gladkost is gladkaya) and (Iskrenie is Iskrit) and (KolektorTemnot is Temno) then (output2 is VroynGlad) (0.5)
5. If (Gladkost is gladkaya) and (Iskrenie is Iskrit) and (KolektorTemnot is Temno) then (output2 is VroynGlad) (0.5)
6. If (Gladkost is gladkaya) and (Iskrenie is Iskrit) and (KolektorTemnot is Temno) then (output2 is VroynGlad) (0.5)
```

Рис. 3. Фрагмент правил в нотациях нечёткой логики

В результате проделанной работы, прототип ЭС для диагностики электроприводов был создан и доказал жизнеспособность подобного подхода. В продукционной базе знаний находится около 30 правил для диагностики неисправностей при перегреве коллектора и щёток. В дальнейшем, предполагается расширить базу знаний и создать НМИ-интерфейс для удобства работы пользователей; кроме того, в полнофункциональной экспертной системе предусмотрена возможность моделирования процессов, происходящих в двигателях с неполадками.

Литература

1. Частиков, А. П. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS / А. П. Частиков, Т. А. Гаврилова, Д. Л. Белов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 606 с. : ил.
2. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин [Текст]: учеб. для вузов/Р. Г. Гемке. – Ленинград: Энергия, 1975. - 296 с.
3. Браун, Марк. Электрические цепи и электротехнические устройства. Диагностика неисправностей: пер. с англ./ М. Браун, Дж. Раутани, Д. Пэтил. – М.: Додэка-XXI, 2011. – 327 с.: ил.
4. Ланцман Г.А. Создание базы знаний для экспертной системы диагностики электроприводов. Сборник трудов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Молодёжь и современные информационные технологии-2012». – Издательство Томского политехнического университета, 2012
5. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
6. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Штовба. – М: Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с.