

О.В. Булыгина, Н.А. Уварова
(г. Смоленск, Филиал НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОРАЙОНОВ

DEVELOPING A MODULE FOR INTELLECTUAL ANALYSIS OF OPERATING MODES OF ENERGY DISTRICTS

Описана необходимость использования интеллектуального анализа режимов работы энергорайонов, а также описан созданный модуль, основанный на применении методов нечеткой логики.

This article describes the need to use an intelligent analysis of operating modes of energy regions, and also describes the created module based on the application of fuzzy logic methods.

*Ключевые слова: энергорайон, энергетический режим, нечеткая логика.
Keywords: energy district, energy regime, fuzzy logic.*

На сегодняшний день внедрение новейших информационных технологий в деятельность электроэнергетических организаций является стратегически важной задачей. В значительной степени это обусловлено сложностью и многомерностью электроэнергетической системы, объединяющей огромное количество объектов ЕЭС России и обеспечивающей электрической энергией огромную территорию нашей страны.

Управление режимом работы электроэнергетической системы требует учёта множества параметров и факторов, взаимосвязи между которыми часто неочевидны и (или) неоднозначны. В связи с этим, планирование и управление в электроэнергетике, по-прежнему, во многом опирается на личный опыт экспертов (специалистов). В данном процессе роль человеческого фактора значительна, что, в свою очередь, говорит об имеющихся рисках, связанных с возможностью принятия неправильного или неточного решения, в частности, при определении энергетического режима энергорайона.

Данный факт обуславливает актуальность создания интеллектуальной информационной системы, направленной на снижение вероятности возникновения ошибок при управлении электроэнергетическим режимом, что будет способствовать повышению эффективности работы диспетчерского персонала.

Так, многие исследователи [1,2,3,4] отмечают значимость и необходимость подобных решений. Авторами же данного исследования предлагается разработка модуля интеллектуального анализа энергетического режима, которая включает в себя оценку параметров режима, производимого с использованием методов нечеткой логики. Разработка такого модуля интеллектуального анализа энергетического режима будет осуществляться на

примере энергорайона ПС 220 кВ Литейная, которая относится к операционной зоне филиала АО «СО ЕЭС» Смоленское РДУ.

Создание нечетко-логической системы выполнено в среде MATLAB с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox, где с помощью нечетких производственных правил смоделирован режим работы энергорайона. Входами нечетко-логической системы, реализующей алгоритм нечетко-логического вывода Мамдани, являются пять параметров (в частности, токовая нагрузка четырех линии электропередач в процентах и нагрузка наиболее крупного потребителя энергорайона – ПС 220 кВ Литейная), а выходом – качественная оценка режима энергорайона.

На рис. 1 показана структура нечетко-логической системы, реализующей интеллектуальный анализ электроэнергетического режима (на примере энергорайона ПС 220 кВ Литейная).

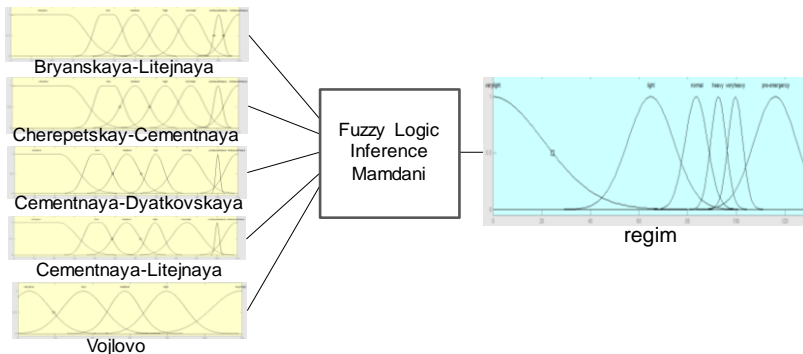


Рис. 1. Структура нечетко-логической системы

На основе экспертной оценки исходных данных параметров были построены функции принадлежности (для терм-множеств используются функции типа *gaussmf*):

- входные функции «Процент токовой нагрузки ВЛ 220 кВ Брянская – Литейная с отпайкой на ПС 220 кВ Войлово», «Процент токовой нагрузки ВЛ 220 кВ Черепетская ГРЭС – Цементная», «Процент токовой нагрузки ВЛ 110 кВ Цементная – Дятьковская», «Процент токовой нагрузки ВЛ 110 кВ Цементная – Литейная» заданы на интервале от 0 до 110 следующими значениями лингвистической переменной: «очень низкая», «низкая», «средняя», «высокая», «очень высокая», «предельно допустимая», «недопустимая»;

- входная функция «Нагрузка ПС 220 кВ Войлово» задана на интервале от 0 до 120 следующими значениями лингвистической переменной: «очень низкая», «низкая», «средняя», «высокая», «очень высокая»;

- выходная функция «Режим» задана на интервале от 0 до 130 следующими значениями лингвистической переменной: «очень легкий», «легкий», «нормальный», «тяжелый», «очень тяжелый», «предварительный».

В разработанном модуле используется продукционная модель знаний, которая представляет собой базу нечетких продукционных правил следующего вида:

IF *Bryanskaya-Litejnaya* **IS** b_i **AND** *Cherepetskay-Cementnaya* **IS** c_k **AND**
Cementnaya-Dyatkovskaya **IS** a_n **AND** *Cementnaya-Litejnaya* **IS** s_m **AND**
Vojlovo **IS** v_p **THEN** *regim* **IS** r_j

где b_i – терм переменной *Bryanskaya-Litejnaya*; i – индекс диапазоне [1..7];
 c_k – терм переменной *Cherepetskay-Cementnaya*; k – индекс диапазоне [1..7];
 a_n – терм переменной *Cementnaya-Dyatkovskaya*; n – индекс диапазоне [1..7];
 s_m – терм переменной *Cementnaya-Litejnaya*; m – индекс диапазоне [1..7];
 v_p – терм переменной *Vojlovo*; p – индекс диапазоне [1..5];
 r_j – терм переменной *regim*; j – индекс диапазоне [1..6].

Как представляется, внедрение разработанного модуля интеллектуального анализа режимов позволит повысить эффективность работы региональных диспетчерских организации. Результаты применения данного модуля для качественной оценки режима энергорайона ПС 220 кВ Литейная позволили сделать вывод о целесообразности создания подобных нечетко-логических систем для других энергорайонов электроэнергетической системы России.

Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации МК-1534.2020.9 «Методы моделирования сложных систем с использованием нечетко-сетевых алгоритмов и роевого интеллекта».

Список литературы

1. Павлов, В.И. Эффективность информационной поддержки оператора при управлении объектом энергетики/ В.И. Павлов, Т.В. Аксенова, В.В. Аксенов// Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 3. – С. 70-75.
2. Башлыков, А.А. Проектирование систем принятия решений в энергетике/ А.А. Башлыков // М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1986. – 120 с.
3. Пащенко, Ф.Ф. Системы информационной поддержки принятия решений в энергетике/ Ф.Ф. Пащенко, И.С. Дургарян, А.Ф. Пащенко, О.Н. Белова, Е.Ю. Медведева // Датчики и системы. – 2014. – №6. – С. 24-33.
4. Булыгина, О.В. Элементы системы поддержки принятия решений в автоматизированной системе диспетчерского управления АО "СО ЕЭС"/ О.В. Булыгина, К.А. Булыгин // Электроэнергетика глазами молодежи-2019: материалы юбилейной X Международной научно-технической конференции. – 2019. – С. 140-141.

Материал поступил в редколлегию 07.10.20.