

УДК 621.31

DOI 10.46960/39255930_2020_90

Д.М. Кочеганов, А.В. Серебряков**СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Статья описывает модель системы мониторинга технического состояния ветроэнергетической установки с использованием средств нечеткой логики. Для разработки применен программный пакет Matlab Simulink с расширением Fuzzy Logic Toolbox. В статье приведена структура и принцип работы модели, перечень лингвистических переменных, сформированных логических правил, поверхности нечеткого вывода системы. Модель может использоваться при расширении функционала систем управления ветроэнергетическими установками с целью получения оценки технического состояния оборудования и определения необходимости технического обслуживания.

The article describes a model of a system for monitoring the technical condition of a wind power plant using fuzzy logic. For development, the Matlab Simulink software package with the Fuzzy Logic Toolbox extension was used. The article describes the structure and principle of operation of the model, a list of linguistic variables, formed logical rules, and output surfaces of the fuzzy inference system. The model can be used to expand the functionality of control systems for wind power plants in order to obtain an assessment of the technical condition of the equipment and determine the need for maintenance.

Ключевые слова: имитационное моделирование, ветроэнергетика, нечеткая логика, система мониторинга.

Key words: mathematical modeling, wind power, fuzzy logic, monitoring system.

Ухудшение глобальной экологической обстановки, а также геополитические риски приводят к тому, что многие государства увеличивают долю использования возобновляемых источников энергии в своем энергетическом балансе. По данным International Renewable Energy Agency (IRENA), энергия ветра является одним из самых широко используемых возобновляемых источников энергии с суммарной установленной мощностью 623 ГВт [1]. В энергетической системе России доля использования ветровой энергии также увеличивается, о чем свидетельствует недавнее значимое событие в данной сфере - начало поставки электрической энергии Адыгейской ВЭС на оптовый рынок электроэнергии и мощности [2].

Ветроэнергетическая установка, как и любой другой современный энергетический комплекс, должна обладать развитой системой мониторинга технического состояния и удаленной диагностики для уменьшения численности обслуживающего персонала и снижения расходов на проведение планового технического обслуживания. В рамках данного исследования разработана имитационная модель системы мониторинга технического состояния ветро-

энергетической установки, предназначенная для поддержки принятий решений оператором электротехнического комплекса при оценке работоспособности оборудования и необходимости проведения технического обслуживания.

В качестве объекта диагностики рассматривается ветроэнергетическая установка малой мощности (номинальная выходная мощность 5 кВт). Установка включает в себя синхронный генератор с постоянными магнитами, вал которого соединяется с ветроколесом напрямую без редуктора. Система ориентации ветроколеса по направлению ветра – пассивная, регулировка скорости вращения ветроколеса осуществляется при помощи центробежного регулятора.

Задачей системы диагностики является формирование оценки технического состояния ветроэнергетической установки, состоящей из ветроколеса и синхронного генератора, на основе информации о параметрах оборудования, характеризующих качество его работы, и руководствуясь правилами, сформированными экспертным сообществом [3, 4, 5]. Поскольку в настоящее время нет возможности получения всей необходимой информации для однозначной оценки технического состояния устройства (степень старения материалов и деградации внутренней структуры элементов, стохастический характер изменения нагрузок и условий работы), принятие решений о проведении технического обслуживания и превентивной замене устаревшего оборудования осуществляется в условиях неполноты и несовершенства исходных данных. Для решения подобного класса задач эффективным методом является применение методов нечеткой логики. Данный подход позволяет увеличить эффективность методов классической логики при помощи использования набора правил, представляющих формализованный опыт экспертного сообщества, что позволяет построить систему, оказывающую поддержку при принятии управленческих решений даже при неполноте исходных данных.

На рис. 1 приводится структура системы. Для создания модели применен программный пакет Matlab Simulink с расширением Fuzzy Logic Toolbox [6, 7].

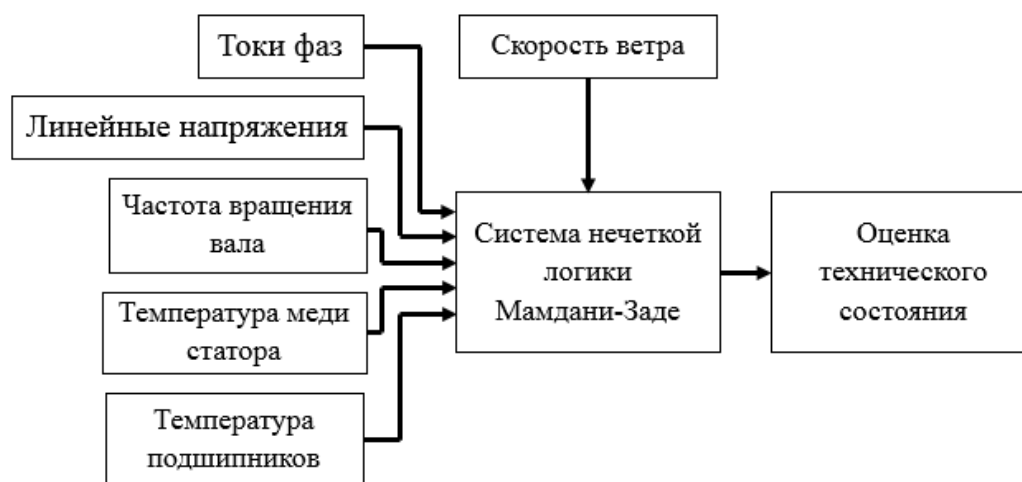


Рис. 1. Структурная схема системы мониторинга технического состояния ветроэнергетической установки