НЕЧЁТКАЯ ЛОГИКА И СОГЛАСОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ СО СКОРОСТЬЮ ПОТОКА ВЕТРА В УСЛОВИЯХ РУДНЫХ ШАХТ

Синчук Олег Николаевич
д-р техн. наук, профессор Кременчугского национального университета, г. Кременчуг
E-mail: seem@kdu.edu.ua
Бойко Сергей Николаевич
аспирант Кременчугского национального университета, г. Кременчуг
E-mail: bsn1987@i.ua

FUZZY LOGIC AND COORDINATION MODES WIND ENERGY PLANT WITH A FLOW RATE WIND IN ORE MINES

Oleg Sinchyk
Dr of Techn. Sciences, Professor of Kremenchug National University, Kremenchug
Sergey Boyko
Postgraduate Kremenchug National University, Kremenchug

АННОТАЦИЯ

Было проанализировано скорости потоков вентиляции рудных шахт. В результате принято решение построения закона управления с применением элементов нечетких множеств, что позволит реализовать контур регулирования частоты вращения ветрового колеса автоматического регулятора возбуждения на контроллере с поддержкой команд Fuzzy Logic и улучшить до оптимального качество регулирования мощности ветроустановки в условиях действий стохастических нагрузок ветра.

ABSTRACT

Analyzed the flow rates of ventilation ore mines. As a result of the decision of building control law with the use of elements of fuzzy sets, to realize the speed control loop wind wheel automatic excitation regulator controller with Fuzzy Logic and teams to improve the quality of the optimal power control wind turbine in action stochastic wind loads.

Ключевые слова: электропотребление; электрические установки; ветрогенератор; альтернативные источники энергии; нечёткая логика.

Keywords: power supply; electrical installations; wind turbine; alternative energy sources; fuzzy logic.

Важным условием повышения технико-экономических показателей ветроэнергетических установок (ВЭТУ) является соответствие характеристик агрегата ветровым режимам [2]. В настоящее время существует немало структур ВЭТУ реализирующих различные алгоритмы управления [3]. Связано это, прежде всего с тем, что при управлении ветровой энергетической установкой приходится сталкиваться с комплексом неопределенных исходных данных. То есть фактически ветроэнергетический агрегат работает по неуправляемому графику и, следовательно, особенностью «конструирования» систем автоматического управления ВЭТУ является то, что необходимо управлять нелинейным нестационарным объектом управления с неопределённым влиянием динамических ветровых нагрузок.

Разрешение этой проблемы видится в построении закона управления с применением элементов нечетких множеств, что позволит реализовать контур регулирования частоты вращения ветрового колеса автоматического регулятора возбуждения на контроллере с поддержкой команд Fuzzy Logic, улучшив качество регулирования мощности ВЭТУ [2].

При этом на вход нечеткого регулятора частоты вращения колеса предлагается подавать такие сигналы — угловую частоту вращения ветрового колеса $\omega_к$, скорость ветрового потока $V_в$, производную от скользящего значения скорости ветра $dV_{вк}/dt$, которая исчисляется блоком вычисления скользящего среднего и его производной, оптимальное значение угловой скорости $\omega_{опт}$, при котором от ветроколеса отбирается максимум мощности, причем $\omega_{опт}$ исчисляется блоком зависимости P (ω). Выходным сигналом нечеткого регулятора является сигнал задания по напряжению $U_{зад}$, который будет входным сигналом для тривходового регулятора возбуждения, для которого входными сигналами также значение напряжения на выходе выпрямителя U и тока нагрузки $I_н$. Выходным сигналом канала регуляторов системы управления

является сигнал тока возбуждения, который через блок управления возбуждением изменяет значение тока возбуждения ВЭТУ в соответствии с заданным законом.

При работе ВЭТУ в условиях шахт, скорость ветрового потока $V_в$ не должна превышать величин, приведенных в табл. 1 [2].

Таблица 1

Скорость воздуха в горных подземных выработка

Горные выработки, призабойные пространства, вентиляционные устройства	**Максимальная скорость воздуха, м/с**
Вентиляционные скважины	не ограничена
Стволы и вентиляционные скважины с подъемными установками, предназначенными только для подъема людей в аварийных случаях, вентиляционные канал	15
Стволы, предназначенные только для спуска и подъема грузов	12
Кросингы трубчатые и типа перекидных мостом	10
Стволы для спуска и подъема людей и грузов, квершлаги, главные откаточного и вентиляционные штреки, капитальные и панельные бремсберги и уклоны	8
Все другие горные выработка, угля и породы	6
Призабойной пространства очистных и тупиковых выработок	4

Блок нечеткого логического вывода о значении напряжения задания можно представить в виде структуры, изображенной на рис. 1 [1].



Рисунок 1. Структура блока нечеткого логического вывода системы управления ВЭТУ

Определим диапазон изменения входных и выходных величин и проведем их лингвистическую оценку, согласно термов, которые занесены в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристика входных и выходных величин математической модели нечеткого вывода о напряжении задания регулятора тока возбуждения ВЭТУ

Параметры	**Название**	**Диапазон значений**	**Термы**
X_1	Относительное значение скорости ветра	(0…2,2) $V_{ном}$	Легкий (Л), Слабый (СЛ), Умеренный (У), Свежий (СВ), Сильный (С)
X_2	Относительное значение угловой скорости вращения ветрового колеса	(0…1,2) $\omega_{ном}$	Очень малое (ОМ), малое (М), среднее (С), большое (Б), очень большое (ОБ)
X_3	Производная от скользящего значения скорости ветра	-1…+1	Снижается (Н), не изменяется (0), возростает (В).
X_4	Значение оптимальной скорости вращения	-1…+1	Меньше оптимума (М), оптимальное (Н), более оптимума (Б)
Y	Значение напряжения задания для регулятора тока возбуждения	(0…1.2) $U_{ном}$	Близкое к нулю (d_1), низкое (d_2), среднее (d_3), высокое (d_4), максимальное (d_5)

Осуществим расчет параметров функции принадлежности входных величин и сведем их в таблице 3, и таблице 4.

Таблица 3.

Параметры функции принадлежности значения скорости ветра X1

Скорость ветрового потока $V_в$	**Центр, b**	**Принадлежность относ.ед.**	**Характеристика силы ветра**
1,4	0,2	0,5	Легкий (Л)
2,8	0,4	1	
4,2	0,6	0,5	
4,2	0,6	0,5	Слабый (СЛ)
5,6	0,8	1	

7	1	0,5	
7	1	0,5	Умеренный (У)
8,4	1,2	1	
9,8	1,4	0,5	
9,8	1,4	0,5	Свежий (СВ)
11,2	1,6	1	
12,6	1,8	0,5	
12,6	1,8	0,5	Сильный (С)
14	2	1	
15,4	2,2	0,5	

Таблица 4.

Параметры функции принадлежности входных X2-X4 и выходных величин

Перемен-ные	**Термы**	**Параметри ФП**		**Перемен-ные**	**Термы**	**Параметри ФП**	
		центр, *b*	**розтяг, *c***			**центр, *b***	**розтяг, *c***
X_2	ОМ	0	0,1274	X_4	М	-1	0,4247
	М	0,3					
	С	0,6			Н	0	
	Б	0,9			Б	+1	
	ОБ	1,2					
X_3	Н	-1,2	0,5	Y	ОМ	0	0,1274
	0	0			М	0,3	
	В	1,2			С	0,6	
					Б	0,9	
					ОБ	1,2	

Для функционирования математической модели нечеткого логического вывода необходимо сформировать экспертную базу знаний нечетких правил, содержащую лингвистические правила зависимости Y=f(X). Базу знаний можно представить в виде [1]:

$$(x_1 = \tilde{a}_{1j} \theta_j x_2 = \tilde{a}_{1j} \theta_j \ldots \theta_j x_n = \tilde{a}_{nj}) \Rightarrow Y = d_j,\ j = 1, m \quad (1)$$

где: $\tilde{a}_{ij}$ — нечеткий терм, которым оценивается переменная x_i в j-том правиле;

Θ_j — логическая операция, связывающая фрагменты j-ого правила;

m — количество правил в базе.

База знаний ключевых нечетких правил представлена в виде табл. 5:

Таблица 5.

База знаний нечетких правил

Входы				Виход
X_1	X_2	X_3	X_4	Y
Л	ОМ	Н	М	d_1
Л	ОМ	0	Н	
СЛ	ОМ	Н	М	
СЛ	М	Н	М	d_2
СЛ	М	0	М	
У	С	Н	М	
СЛ	ОМ	В	Б	
У	С	0	Н	d_3
У	С	В	М	
У	М	В	Н	
У	Б	Н	Н	
СВ	Б	0	Н	d_4
СВ	С	В	Б	
У	Б	В	Б	
С	ОБ	0	Б	d_5
СВ	ОБ	В	Б	
СВ	Б	В	Б	

Таким образом было разработано базу знаний нечетких правил для согласования режимов работы ветроэнергетический установки со скоростью потока ветра в условиях рудных шахт.

Список литературы:

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений / Пер. с англ. Н.И. Ринго. Под ред. Н.Н. Моисеева и С.А. Орловского. — М.: Мир, 1976. — 165 с.
2. Синчук И.О., Бойко С.М., Щербак М.А. Обоснование возможности использования ортогональной ветровой установки в условиях подземных горных выработок шахт / Труды конференции CEE2012 — Алушта, 2012. — 215 с.
3. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. / Я.И. Шефтер — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 200 с.