

## **ОЦЕНКА МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ**

Для сравнения показателей точности прогнозирования электропотребления моделей, основанных на нейро-сетевой (ИНС) и гибридной (ANFIS) структуре в качестве объекта исследования взят цех агломерации фабрики окускования на ОАО КГОК «Ванадий». Были выполнены: анализ технологического процесса переработки руды, технологических и энергетических показателей; исследование и отбор факторов (предикторов), влияющих на электропотребление; обработка исходных данных и удаление выбросов; разработка систем прогнозирования электропотребления цеха агломерации с помощью нейро-сетевого и гибридного метода в системе Matlab, пакет *Fuzzy Logic Toolbox* [1]; оценка точности систем прогнозирования.

Исходное множество содержит 15 переменных: производство агломерата за текущую смену, время работы агломашин (2 шт.), текущий номер смены, среднесуточная температура воздуха, погребление электроэнергии (10 шт.). Далее массив исходных данных разбит на обучающее (3926 изм.), тестовое (184 изм.) и контрольное (185 изм.) множества.

В результате многократных экспериментов была получена нейронная сеть, наилучшим образом аппроксимирующая зависимость потребления электрической энергии от рассматриваемых факторов [2]. Параметры гибридной сети взяты по умолчанию.

Таблица 1. Результаты оценки моделей

Наименование показателя	Значение ИНС	Значение ANFIS
Количество циклов обучения (эпох)	26	13
Среднее квадратическое отклонение на обучающем множестве, кВт·ч	5556,4	6583,1
Среднее квадратическое отклонение на контрольном множестве, кВт·ч	5005,3	9014,4

Наименование показателя	Значение ИНС	Значение ANFIS
Среднее квадратическое отклонение на тестовом множестве, кВт·ч	6471,3	7135,4
Относительная ошибка прогноза на обучающем множестве, %	3,40	4,03
Относительная ошибка прогноза на контрольном множестве, %	2,97	3,82
Относительная ошибка прогноза на тестовом множестве, %	3,75	3,91

Заключение по результатам прогнозирования (табл. 1). Ошибки прогнозов двух моделей весьма близки, хотя модель на основе ИНС незначительно превосходит по точности гибридную сеть. Это можно объяснить использованием стандартных параметров при обучении нейро-нечеткой сети, в частности при использовании метода вычитающей кластеризации (Subtractive clustering). Дальнейшая отработка алгоритма выявления центров кластеров должна значительно повысить точность прогнозирования. Кроме того, почти вдвое меньшее количество циклов обучения, большая стабильность вычислений и довольно гибкая настройка правил с использованием нечеткой логики системы ANFIS убеждают в необходимости дальнейшего совершенствования и использования данного метода.

#### *Литература*

1. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия - Телеком, 2002. - 382 с: ил.
2. Карякин А. Л., Белов К. Д., Дегтярёв Е. А. Прогнозирование потребления электроэнергии цехом агломерации на основе метода искусственных нейронных сетей. // Изв. вузов. Горный журнал, 2008. №8. – С. 128, 129.