



**ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ МОДЕЛЮВАННЯ ШТУЧНИХ  
НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ  
ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕНЕРГІЇ  
В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ 10/0,4 кВ**

Овчаров В.В., д.т.н.,

Катюха І.А., аспірант\*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (06192) 42-32-63

**Анотація** – робота присвячена аналізу існуючих програмних засобів моделювання штучних нейронних мереж, їх перевагам та недолікам при прогнозуванні втрат потужності та енергії в сільських електричних мережах.

**Ключові слова** – штучні нейронні мережі, прогнозування втрат, сільські розподільчі електричні мережі.

*Постановка проблеми.* Прогнозування втрат електричної енергії в електромережах є одним з важливіших завдань в роботі підприємств-постачальників електричної енергії [1]. Це необхідно як для вирішення внутрішніх завдань техніко-економічного регулювання роботи мереж, так і для представлення звітної інформації керівним організаціям. У теперішній час вимоги до якості розрахунку та прогнозування втрат електроенергії постійно зростають – це обумовлюється переходом на ринкову систему відносин в електроенергетиці.

*Аналіз останніх досліджень.* В останні часи для вирішення задач електропостачання з використанням штучних нейронних мереж займались С.В. Попов, Ю.Б. Заїграєва, Г.К. Вороновський, О.О. Мірошнік та інші [1, 2], що свідчить про те, що інтерес до штучних нейронних мереж надзвичайно високий, та обумовлює постійну розробку програмних продуктів, які дозволяють створювати та досліджувати штучні нейронні мережі для різного роду практичних завдань.

*Формулювання мети статті.* Метою роботи є аналіз існуючих програмних засобів для вирішення задач прогнозування втрат електричної енергії в розподільчих мережах 10/0,4 кВ.

*Основна частина.* Найбільш складним є прогнозування втрат потужності та енергії в мережах 10/0,4 кВ. З одного боку це пов'язано

з великою довжиною і розгалуженістю схем мережі, з іншого – з нерівномірністю навантаження фаз в мережах 0,4 кВ.

Розрахунок втрат електричної енергії в мережах 10/0,4 кВ нормативними методами використовує значну кількість припущень, що веде до зростання похибки та спотворення очікуваних результатів прогнозу. Розрахунок втрат потужності інтелектуальними методами, як приклад штучними нейронними мережами, потребує потужної апаратної частини та складної бази для програмної реалізації. В статті зроблен аналіз існуючих програмних засобів реалізації штучних нейронних мереж для прогнозування втрат електричної енергії в розподільчих мережах.

Штучні нейронні мережі є видом математичних моделей, які будуються по принципу організації та функціонування їх біологічних аналогів – мереж нервових клітин (нейронів) головного мозку. Побудова їх ґрунтується на тому, що нейрони можна змодельовати достатньо простими автоматами, а вся складність мозку, гнучкість його функціонування та інші важливі якості визначаються зв'язками між нейронами.

Існуючі в даний момент програмні засоби дозволяють створювати штучні нейронні мережі різних архітектур, здійснювати їх візуалізацію, навчати, налагоджувати, проводити розрахунки, прогнози та дослідження, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач, які складно реалізуються за допомогою стандартних методів.

Так універсальна система *Neuro Solutions* призначена для моделювання широкого кола штучних нейронних мереж. Голова перевага даного нейропакета у його гнучкості. Крім традиційно використаних парадигм, в систему входить потужний редактор візуального проектування нейронної мережі, яка дозволяє створювати практично будь-які власні нейронні структури, алгоритми та критерії.

Нейропакет має також достатньо потужні засоби для організації навчальних вибірок, вбудовані конвертери спрощують спільну роботу програми з іншими продуктами [1].

Прикладна програма MATLAB уявляє собою настольну лабораторію для математичних розрахунків, проектування електричних схем та моделювання складних систем [2]. Вона має вбудовану мову для програмування і досить багатий інструментарій для штучних нейронних мереж, який включає в себе створення, навчання, тренування, графічний та командний інтерфейс для побудови архітектури мереж. Графічний інтерфейс дозволяє користувачеві обирати структури нейромереж з широкого переліку і представляє безліч алгоритмів навчання для кожного типу.

Перевага пакету MATLAB у тому, що при його використанні користувач не обметений моделями нейронних мереж та їх парамет-

рами жорстко закладеними в нейросимуляторі, але має можливість самостійно сконструювати таку мережу, яка буде оптимальною для вирішення поставленого завдання. Для роботи з нейронними мережами в пакеті MATLAB необхідно знати як саме середовище, так і значну кількість функцій вбудованого пакету Neural Network Toolbox [2].

Прикладна програма STATISTICA - потужне забезпечення для аналізу даних та пошуку статичних залежностей [3]. В цій програмі робота з штучними нейронними мережами представлена в модулі STATISTICA Neural Networks, яка складається з набору нейромережевих методів аналізу даних. Програма має виключно прості та доступні аналітичні засоби. Так, наприклад, не маючий аналогів автоматичний конструктор мережі – Automatic Network Designer може знайти оптимальну архітектуру для мережі [4].

Нейропакет BrainMaker є достатньо простим програмним засобом при моделюванні багат шарових нейронних мереж, які навчаються за допомогою алгоритму зворотнього поширення похибки. Основною перевагою цього пакету можна вважати велику кількість параметрів настройки алгоритму навчання нейронних мереж, в тому числі можливість навчання з обмеженням на вагові коефіцієнти. Програма BrainMaker призначена для вирішення завдань, для яких поки що не знайдені формальні методи та алгоритми, вхідні дані неповні, зашумлені та суперечливі. До таких завдань відносять саме прогнозування втрат електричної енергії в сільських мережах, особливо у вихідні та святкові дні.

Пакет Neuro Office призначений для проектування інтелектуальних програмних модулів, побудованих на основі нейронних мереж з ядерною організацією [5]. Результатом проектування є навчена нейронна мережа з програмним інтерфейсом, що відповідає моделям багатокомпонентних об'єктів (СОМ-технологія), і дозволяє легко вбудувати інтелектуальний модуль в будь яку програму пакету Microsoft Office, а також в будь який проект користувача. Це спростить користування та налаштування систем у віддалених підстанціях без обслуговуючого персоналу, а також здешевить втрати на розробку нового програмного продукту.

Пакет Neuro Office містить в собі три взаємодоповнюючі компоненти. Neuro View – засіб для візуального проектування структурних моделей та топології штучних нейронних мереж. Neuro Emulator – засіб для навчання та перевірки адекватності нейронних модулів до набору реальних даних. ActiveX – компонент, призначений для вбудови в програмні проекти та офісні прикладні програми.

Neuro Office дозволяє природнім шляхом зв'язати інструментальний рівень проектування з прикладним рівнем користувача. СОМ-інтерфейс дозволяє вбудовувати у прикладні програми довільну кіль-

кість нейронних модулів. В результаті нейронна мережа може бути реалізована як ансамбль пов'язаних нейронних модулів подібно структурам людського мозку. Всі компоненти пакету підтримують механізм віртуальної пам'яті, що дозволяє довести загальну кількість синаптичних ваг до 250 мільйонів [6].

*Висновки.* Програмні засоби дозволяють створювати штучні нейронні мережі різних архітектур, здійснювати їх візуалізацію, навчати, налагоджувати, виконувати розрахунки, прогнозувати та досліджувати, а також вирішувати широкий спектр прикладних задач, які складно реалізуються за допомогою стандартних методів. На основі всебічного дослідження та аналізу існуючих програмних продуктів для моделювання штучних нейронних мереж, виявлення їх переваг та недоліків, дуже складно визначити найкращу. До вибору програмного продукту з метою дослідження втрат електричної енергії в сільських розподільчих мережах треба підходити з точки зору необхідної точності очікуваних результатів.

#### Література

1. *Воротницкий В.Э.* Методы оценки потерь мощности и электроэнергии по их обобщенным параметрам в распределительных сетях 6-10 кВ./ *В.Э. Воротницкий, М.А. Калинин* // Вестник ВНИИЭ. М., 2000. - С 115 - 122.
2. *Медведев В.С.* Нейронные сети. MATLAB 6 / *В.С.Медведев, В.Г.Потемкин* // М: Диалог-МИФИ 2002 - 496 с.
3. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks / Пер. с англ. М.: Горячая линия - Телеком, 2001. - 654 с.
4. *Заиграева Ю. Б.* Нейросетевые модели оценки и планирования потерь электроэнергии в электроэнергетических системах : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.14.02 / *Заиграева Юлия Борисовна*; [Место защиты: Новосиб. гос. техн. ун-т]. - Новосибирск, 2008.
5. *Srinivasan D.* Demand Forecasting using fuzzy Neural Computation with special Emphasis on Weekend and Public Holiday Forecasting / *D. Srinivasan and oth.* // IEEE Transactions on Power Systems, 1995. v.10, № 4. - P. 1102 – 1113
6. *Железко Ю.С.* Расчет нормативных характеристик технических потерь электроэнергии / *Ю.С. Железко, А.В. Артемьев, О.В. Савченко* // Электрические станции, 2002. № 2. - С. 45 - 52.

**ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИ-  
РОВАНИЯ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕ-  
ЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 10/0,4 кВ**

Овчаров В.В., Катюха И.А.

*Аннотация* – работа посвящена анализу существующих программных средств моделирования искусственных нейронных сетей, их преимуществам и недостаткам при прогнозировании потерь мощности и энергии в сельских электрических сетях.

**SOFTWARE FOR MODELING OF ARTIFICIAL NEURAL  
NETWORKS FOR FORECASTING OF LOSSES CAPACITY  
AND ENERGY IN DISTRIBUTIVE NETWORKS OF 10/0,4 kV**

V. Ovcharov, I. Katyukha

*Summary*

**It is work is devoted to the analysis of existing software of modeling of artificial neural networks, their advantages and shortcomings when forecasting losses of capacity and energy in rural electric networks.**