

## ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ НЕЧІТКОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Мірошник О. О.<sup>1</sup>, Катюха І. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,

<sup>2</sup> Товариство з обмеженою відповідальністю "АТП-12307" (м. Мелітополь)

*Запропоновано практичний підхід до прогнозування втрат потужності оснований на використанні штучної нейронної мережі, при розробці якої використовувався алгоритм Мамдані та алгоритм Сугено.*

**Постановка проблеми.** Сьогодні в умовах реформування оптового ринку електричної енергії залишилися невирішеними питання формування нових відносин між суб'єктами ринку і, у тому числі, чітко налагоджених відносин між споживачами та організаціями-електропостачальниками. Останні повинні обґрунтовувати рівень втрат електроенергії, які доцільно включати в тариф. Тому все більш актуальною є проблема якісного прогнозування, аналізу та управління втратами енергії як в рамках енергосистеми, так і окремих споживачів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні існує велика кількість методів та програм розрахунку, нормування та аналізу технічних втрат електроенергії, в яких використовується невелика кількість даних, які впливають на втрати. Різноманітними аспектами проблем розрахунку втрат електроенергії присвячені роботи А. В. Тихоновича, Н. І. Черкасової, П. Д. Лежнюка, С. В. Попова, І. І. Левченка. Незважаючи на значні досягнення, актуальною залишається проблема впливу дії великої кількості факторів, що можуть впливати на споживання та втрати електроенергії.

**Мета статті.** Задачі оцінки втрат електроенергії мережевих компаній пов'язані з проблемою неповноти, неточності та невизначеності значної кількості інформації. При вирішенні задач прогнозування втрат електроенергії в умовах невизначеності значної частини інформації треба враховувати вплив великої кількості факторів на даний параметр та посилення вимог до оперативних розрахунків. В результаті доводиться зустрічатися зі складностями побудови та використання математичних моделей, які використовують традиційну мову математики. Це обумовило створення інтелектуальних систем, які дозволяють здолати труднощі, що виникають при моделюванні складних систем. Один з таких методів ґрунтується на використанні штучних нейромереж (ШНМ).

**Основні матеріали дослідження.** Зміни в часі втрат потужності в розподільних мережах являють собою випадковий процес, тобто функції величин втрат випадковим чином залежать від часу, а також від ряду внутрішніх та зовнішніх факторів. Крім того, втрати потужності при передачі в електроенергетичних системах також залежать від такого зовнішнього фактору, як параметри навколишнього середовища з їх випадковою зміною.

Цілком точно можна стверджувати, що втрати енергії при передачі – непостійний процес причинно-наслідковими факторами якого є час доби та погодні

умови. Залежність навантаження від часу відображається щоденним графіком навантаження. Серед погодних факторів, які впливають на втрати потужності, пріоритетним є температура навколишнього середовища [1].

Незважаючи на різноманітність існуючих методів прогнозування втрат потужності точне моделювання є складним із-за нелінійних та складних залежностей між навантаженням та факторами, від яких вона залежить [2].

Основна ідея, яка покладена в основу нечітких нейронних мереж, полягає у тому, що використовується існуюча вибірка даних для визначення параметрів функції належності, які краще всього відповідають деякій системі логічного висновку, тобто висновки апарату нечіткої логіки [3]. А для пошуку параметрів функцій належності використовуються алгоритми навчання нейронних мереж. Такі системи можуть використовувати заздалегідь відому інформацію, навчатись, прогнозувати тимчасові ряди, отримувати нові знання та виконувати класифікацію образів.

В свою чергу, також як при класифікації образів, прогнозування втрат потужності базується на вираховуванні властивостей прогнозованого процесу [4]. Головна особливість втрат потужності при передачі – певна повторюваність вибірок, що їх характеризують в залежності від тижня та місяця [5].

Для чисельної оцінки добового прогнозування величини втрат потужності в Мелітопольських електричних мережах 35/10 кВ розроблений алгоритм, реалізований на ЕОМ. В якості інструментарію використовувався MATLAB R2011a (7.12) з вбудованим пакетом Fuzzy Logic Toolbox (2.2.14).

У якості вхідної інформації були використані дані щоденних параметрів споживаної потужності та температури. Ці дані були задані інтервально, тобто для кожного з них задавались мінімальні та максимальні значення (довірчий інтервал). Було створено дві програми прогнозування втрат потужності при передачі. Одна з них призначена для прогнозування втрат потужності в робочі дні, інша – у вихідні (враховувався "фактор дня"). При розробці нечіткої нейронної мережі, розглядалось використання режимів нечіткого виводу – алгоритму Мамдані та алгоритму Сугено.

Було виявлено, що нечітка нейронна мережа з алгоритмом Сугено має меншу помилку навчання та помилку прогнозування.

Кількість циклів навчання створеної нечіткої нейромережі склало 500 епох. У створеної мережі 4 виходи, по два на кожний з вхідних параметрів (міні-

мальне та максимальне значення для кожного вхідного параметра відповідно). Було вибрано дві функції належності для кожної вхідної змінної величини. Кожна з цих функцій належності є трапецеїдальною. На рис. 1 приведений графік температури для прогнозованого періоду.

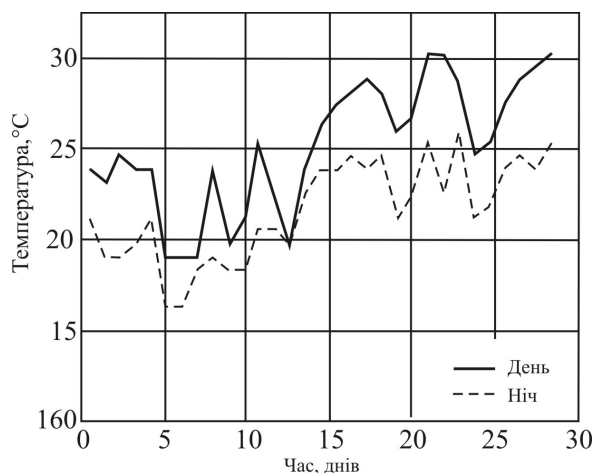


Рисунок 1 – Місячний графік температури Мелітопольського району за червень 2011 р.

Для вхідного параметру тип функції належності був заданий як constant. Мережа навчалась на архівних даних споживаної потужності та температури. Після чого була протестована на вибірці даних, які не використовувались у навчальній вибірці. На рис. 2 показаний графік прогнозованих значень втрат потужності на основі створеного програмного алгоритму, а також фізичні значення втрат. Поведінка мережі адекватна, середня помилка прогнозування склала 2,44 %.

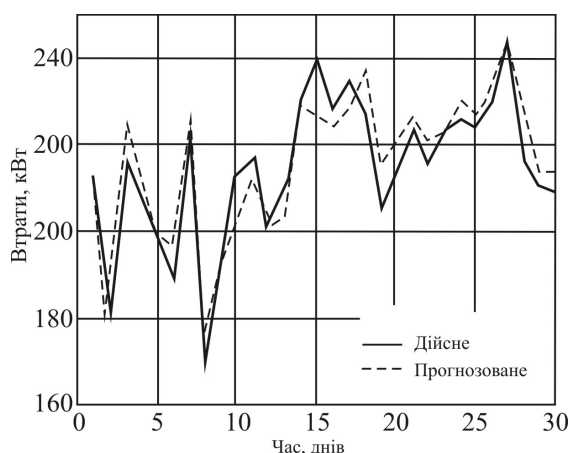


Рисунок 2 – Фактичне та прогнозоване значення втрат потужності для червня 2011 р в Мелітопольських електричних мережах напругою 10 кВ

Загальний вид створеної нечіткої нейронної мережі для вихідних днів аналогічній мережі для робочих днів. Різниця лише в тому, що кількість епох навчання склала 600. Було також обрано дві функції належності для кожної вхідної змінної. Але кожна з цих функцій належності була трикутною. Поведінка мережі також цілком адекватна, середня помилка прогнозу склала 2 %.

**Висновок.** Завдяки використанню для прогнозування втрат потужності при передачі налагодженої нечіткої-нейронної технології, реалізованої в конкретно спроектованій та навченій нечіткій нейронній мережі, стало можливим забезпечити достатньо високу точність та швидкість прогнозування втрат потужності.

#### Список використаних джерел

1. Лут Н. Т. Расчет потерь электрической энергии в распределительных сетях в реальном времени с учетом параметров окружающей среды / Н. Т. Лут, А. А. Мирошник // Энергетика і автоматика. – Київ: НУ-БІП. – 2010. – №1. – С.12 – 20.
2. Заиграева Ю. Б. Нейросетевые модели оценки и планирования потерь электроэнергии в электроэнергетических системах.: автореф. дис. к-та техн. наук 05.14.02 / Ю. Б. Заиграева; НГТУ. – Новосибирск, 2008. – 20 с.
3. Вороновский Г. К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашев, С. А. Сергеев. – Харьков: Изд-во Основа, 1997. – 112 с.
4. Филиппова Т. А. Модели и методы прогнозирования электроэнергии и мощности при управлении режимами электроэнергетических систем / Т. А. Филиппова, А. Г. Русина, Ю. В. Дронова. – Новосибирск – 2009. – 368 с.
5. Воротницкий В. Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: Учебно-методическое пособие / В. Э. Воротницкий, М. А. Калинкина М.: ИПК госслужбы, 2003. – 64 с.

#### Аннотация

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НЕЧЕТКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ

Мирошник А. А., Катюха И. А.

*Предложен практический подход к прогнозированию потерь мощности, основанный на использовании искусственной нейронной сети. При разработке нейронной сети использовался алгоритм Мамдани и алгоритм Сугено.*

#### Abstract

### PRACTICAL REALIZATION OF THE INDISTINCT NEURAL NETWORK AT FORECASTING OF LOSSES OF POWER

O. Miroshnyk, I. Katyukha

*The practical approach to forecasting of losses of the power, based on an artificial neural network is offered. By working out of a neural network the algorithm of Mamdani and algorithm of Sugeno was used.*