

# ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМ ГЕНЕРУВАННЯМ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ МЕРЕЖ ВИЩОЇ НАПРУГИ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація:** В роботі доведено, що для створення бази режимів локальних електричних систем з метою подальшого її використання під час автоматизованого керування нормальними режимами електроенергетичних систем, в яких експлуатуються розосереджені джерела електроенергії, можуть бути використані методи нечіткого моделювання. Використання цих методів дає можливість прогнозувати параметри режимів локальних електричних систем в умовах неповноти початкових даних, яка зумовлена відсутністю вимірювальних пристроїв та систем передавання даних на багатьох підстанціях 6-10 кВ локальних електричних систем.

**Ключові слова:** локальні електричні системи, розосереджені джерела енергії, режими електричних мереж.

**Abstract:** It is proved that to create a local database modes of electrical systems with a view to its use in automated control normal modes of electric power systems are operated in dispersed energy sources can be used fuzzy modeling methods. Use these methods to predict mode local electric systems in incomplete source data, which is due to the lack of measuring devices and transmission systems at many local substations of 6-10 kV electric systems.

**Keywords:** the local electrical system, distributed sources of electricity, modes of electric networks.

## Вступ

Масові підключення розосереджених джерел енергії (РДЕ) до існуючих розподільних мереж в останні роки призвело до значного зростання складності енергосистем. Розподільна електрична мережа поступово перетворюється в мережу з характерними особливостями локальної електричної системи (ЛЕС). В той час коли ЛЕС працює на власне навантаження, але приєднана до централізованої системи електропостачання, то електрична мережа, у цьому випадку, не постачає постійно електроенергію споживачу в повному обсязі, а виконує невласливу раніше їй функцію резервного джерела енергії, постачаючи електроенергію «на вимогу» (за необхідністю), і несе певні витрати на підтримання такого режиму [1]. Слід відзначити, що такі режими роботи ЛЕС суттєво впливають на режими мереж різних класів напруг.

Дослідження режимів електроенергетичних мереж та систем тісно пов'язано з методами дослідження складних систем, які описують взаємодію між суб'єктами електричної мережі.

Так, наприклад, незважаючи на те, що схема електричних з'єднань відома, параметри режиму в темпі процесу його зміни відомі не завжди тому, що засоби on-line контролю параметрів поточного режиму є не в повному обсязі (відсутні на багатьох ТП розподільних мереж 10-04, кВ).

Тому актуальною є задача створення моделей локальних електричних систем, здатних прогнозувати параметри поточних режимів ЛЕС в умовах неповноти початкових даних.

В якості засобів для рішення цієї задачі які можуть бути використані методи нейро-нечіткого та натурно-імітаційного моделювання [2].

## Результати дослідження

Для створення бази режимів ЛЕС були в якості початкових даних були використані результати вимірювань вузлових струмів (в режимні дні), напруга базисного і балансуєчого вузла (співпадають), параметри ліній електропередач (активні, реактивні опори, початок та кінець віток), параметри силового понижувального трансформатора та результати попередніх розрахунків активної та реактивної вузлових потужностей.

На прикладі спрощеного фрагменту схеми ЛЕС (рис. 1) показано доцільність використання засобів нейро-нечіткого моделювання. На рис. 1 показані: шини відкритого розподільного пристрою напругою 110 кВ Дністровської ГЕС-1 (вузол 806), шини 110 кВ електричної підстанції «Михайлівка 110» (вузол 1261), шини 10 кВ електричної підстанції «Михайлівка 110» (вузол 126), шини 10 кВ сонячної

електричної станції «Слобода-Бушанська СЕС», «Слобода-Бушанська ГЕС» та навантаження (вузол 8), та шини 10 кВ трансформаторної підстанції «Село Михайлівка» (вузол 140). Повітряні лінії електропередач напругою 110 кВ, які з'єднують вузол 806 з вузлом 1261 умовно показані віткою 806-1261. Силовий трансформатор 110/10 кВ показаний віткою, що з'єднує вузли 126 (напругою 110 кВ) з вузлом 1261 (напругою 10 кВ). Повітряні лінії електропередач напругою 10 кВ, які з'єднують вузол 126 з вузлом 8 та 126 вузол з вузлом 140.

У вузлі 140 розташоване потужне навантаження, яке працює з 0 годин до 4 годин ранку. У вузлі 8 розташовані: сонячна електростанція (СЕС) та мала гідроелектростанція (МГЕС).

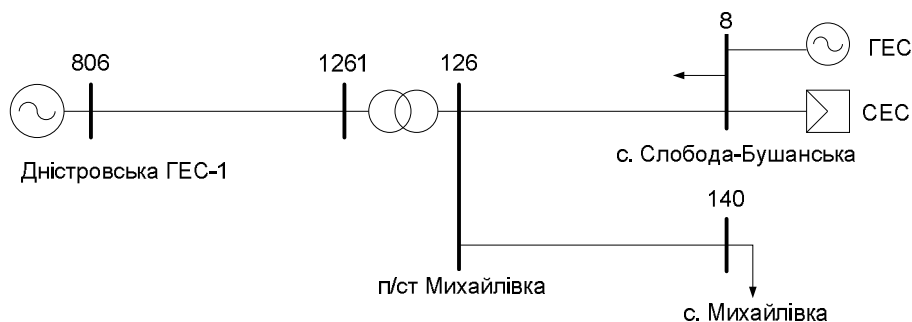


Рис. 1. Спрощений фрагмент схеми ЛЕС

Для створення математичної моделі повної потужності вузла 140 було використано параметри, за кожним з яких можна робити висновок про значення повної потужності вузла 140 ( $S_{140}$ ). Але жоден з даних параметрів не в повній мірі характеризує значення  $S_{140}$ , він лише вказує на певні зміни значення  $S_{140}$ .

Тому, задача полягає у знаходженні не завжди відомих, нечітких взаємовпливів різних режимних параметрів на значення повної потужності вузла 140 ( $S_{140}$ ) і якомога точнішому прогнозуванні параметрів режиму і їх впливу на значення  $S_{140}$ .

На даному етапі розвитку сучасного комп'ютерного забезпечення використання методів теорії нечітких множин для вирішення поставленої задачі, є не складним завданням. Це дає нам змогу врахувати ретроспективні значення різних режимних параметрів при діагностуванні значення повної потужності вузла 140 ( $S_{140}$ ) і створити базу правил їх взаємодії, в умовах відсутності аналітичного зв'язку між ними. За допомогою системи комп'ютерної математики – системи MATLAB (для цього використовувався пакет Fuzzy Logic Toolbox) – є можливість створити математичну модель повної потужності вузла 140 ( $S_{140}$ ), використовуючи яку можна відредувати раніше створену ймовірнісну вибірку навчальних даних, за якими далі можна отримати аналітичну залежність  $S_{140}$  від режимних параметрів у вигляді поліному.

## Висновки

За умов швидкого зростання кількості РДЕ розподільних мережах, значно ускладнюються схеми енергосистем, збільшуються розміри моделей. Тому для спрощення комп'ютерних моделей режимів ЕЕС з ЛЕС виправданим є еквівалентування ЛЕС. Через труднощі, що пов'язані з отриманням даних для моделей ЛЕС, перспективним напрямком є використання методів нейро-нечіткого, які можуть бути використані під час оптимального керування (в темпі процесу) режимами ЕЕС, в умовах неповноти початкових даних про параметри ЛЕС.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кириленко О. В. Енергетика сталого розвитку: виклики та шляхи побудови / О. В. Кириленко, А. В. Праховник // Праці Інституту електродинаміки НАН України. Спеціальний випуск. – Київ, 2010. – С. 10 – 16.
2. Лежнюк П.Д. Оптимальне керування нормальними режимами електроенергетичних систем критеріальним методом з застосуванням нейронечіткого моделювання : Монографія / П.Д. Лежнюк, О.О. Рубаненко – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2012. – 136 с.

**Сікорська Олена Вікторівна** — інженер кафедри електричних станцій і систем, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: alenka18121988@mail.ru;

Науковий керівник: **Олександр Євгенійович Рубаненко** — канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Olena V. Sikorska** – engineer of the Department of electric stations and systems, Department of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: alenka18121988@mail.ru;

Supervisor: **Alexander E. Rubanenko** - Candidate. Sc. Associate Professor, Department of Electric Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.