

# КЕРУВАННЯ РЕЖИМОМ РОБОТИ МАЛО ЗАВАНТАЖЕНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ НАПРУГОЮ 6-10 КВ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

Проаналізовано роботу систем електропостачання з розподіленою генерацією. Доведено значний вплив місця встановлення джерел роззосередженої генерації на ефективність роботи систем електропостачання. Запропоновано алгоритм визначення місця встановлення джерел роззосередженої генерації в розподільних мережах напругою 6-35кВ.

**Ключові слова:** розподільні мережі, роззосереджена генерація, підвищення ефективності

## Abstract

The operation of power supply systems with distributed generation is analyzed. It has been proven that the place of installation of distributed generation sources has a significant effect on the efficiency of power supply systems. An algorithm for determining the place of installation of sources of distributed generation in distribution networks with a voltage of 6-35 kV is proposed.

**Keywords:** distribution networks, distributed generation, efficiency improvement

## Вступ

В багатьох країнах набуло поширення використання міні та мікроелектростанцій для часткового або повного забезпечення власних потреб споживачів в електроенергії. Широке розповсюдження малої енергетики пов'язано, в першу чергу з появою високоефективних газотурбінних і парових установок [1] та розвитком відновлювальних джерел енергії.

Особливість систем електропостачання (СЕП) сільськогосподарських регіонів України полягає в роззосередженості навантаження на значній території, наявності протяжних повітряних ліній 10 та 0,38кВ і, як наслідок, низькій надійності та великих втратах напруги і потужності. Разом з цим в даних мережах присутні сезонні сільськогосподарські підприємства, для яких власні генеруючі потужності дозволяють зменшити вартість приєднання до розподільних електричних мереж, та при цьому постає питання щодо можливості додаткового прибутку за рахунок продажу електроенергії в систему. Одне, використання джерел розподіленої генерації (ДРГ) в СЕП може значно підвищити надійність та ефективність забезпечення споживачів електричною енергією. Але одночасно це створює й нові проблеми, пов'язані із втручанням в режими роботи існуючих систем, що потребує цілеспрямованого керування нормальним та після аварійним режимами роботи таких мереж. Тому існує необхідність в розробці нових принципів оцінювання раціональної потужності ДРГ для забезпечення ефективності роботи мало завантажених електричних мереж.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи систем електропостачання з джерелами розподіленої генерації, шляхом вибору оптимального місця встановлення ДРГ.

## Результати досліджень.

Відсутність єдиного управління в західних енергосистемах, в яких відсутня монополія на забезпечення енергією, неодноразово призводила до значних системних аварій [2]. Аналогічні негативні наслідки можуть виникнути і в розподільних мережах з ДРГ, тому при встановленні ДРГ має бути розрахований вплив джерела на ефективність роботи системи в цілому, бо інакше це може викликати порушення керованості та стійкості системи електропостачання і, як наслідок, погіршення якості надаваних послуг іншим споживачам.

При живленні приймачів електричної енергії споживача, який збирається встановити ДРГ, від однієї ТП 10/0,4 кВ маємо наступну послідовність: розрахунок необхідної потужності ДРГ; формування схеми; розрахунок та аналіз режимів роботи розподільної мережі з ДРГ; визначення статичної та динамічної стійкості ДРГ; налаштування релейного захисту (розподільної мережі, ДРГ, системи поділу мережі при зовнішньому кз); висновки щодо доцільності роботи генератора паралельно з енергосис-

темою, або в якості автономного джерела енергії; розрахунок терміну окупності; остаточне прийняття рішення про доцільність використання власних генеруючих потужностей.

В роботі запропоновано алгоритм пошуку місця встановлення ДРГ в розподільній електричній мережі 10 кВ (рис. 1). Для спрощення вважатимемо, що споживачем встановлюється лише один генератор наперед заданого типу на власній земельній ділянці.

При живленні споживача від декількох ТП, що характерно для сільськогосподарських кооперативів, ферм тощо, задача значно ускладнюється, бо формування схеми і режимів роботи слід розглядати одночасно - маємо справу з оптимізаційною задачею (блок «Оптимізація місця розташування та схеми підключення ДРГ до існуючої мережі» на рис.1).



Рис. 1 Алгоритм встановлення одного джерела

В цьому випадку необхідно обрати місце встановлення джерела (можливе вирішення задачі в розрізі покращення показників як у певного територіально обмеженого споживача, так і для енергокомпанії в цілому), точку (схему) підключення до існуючих розподільних мереж або зміну конфігурації фрагменту існуючих мереж для підвищення якості електроенергії, надійності електропостачання власних приймачів електроенергії, забезпечення високих енергетичних показників системи за умови незмінності, або покращення цих показників в інших споживачів, підключених до тієї самої розподільної мережі.

## Висновки

Використання джерел РГ в розподільних електричних мережах впливає на ефективність роботи системи електропостачання в цілому, що зумовлює необхідність проведення комплексного аналізу режиму роботи всієї розподільної електричної мережі.

Задача оптимізації розміщення ДРГ у розподільних мережах сільських регіонів навіть у розглянутій вузькій постановці є багатоцільовою, до того ж містить значну кількість змінних керування (в загальному випадку це кількість, потужності, типи та місця розташування ДРГ, схеми електричних мереж тощо), до того ж частина змінних є безперервними, а частина - дискретними. Одним з методів, який дозволяє розв'язувати задачі подібної складності є метод оптимізації під назвою генетичні алгоритми [3], який є синтезом аналітичних та чисельних методів пошуку екстремуму цільової функції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Воропай Н. І. Інтелектуальні електроенергетичні системи: концепція, стан, перспективи/ Воропай Н. І. // Автоматизація та ІТ в енергетиці. 2011. №3. С. 25-33.
2. Праховник А.В. Малая знергетика: распределенная генерация в системах знергоснабжения. Освіта України, 2007.464с.
3. Бодунов В. М. Рекомендації щодо вибору потужності джерел розподіленої генерації в розподільних електричних мережах сільських регіонів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2012.№3 С.115-118.

**Кутіна Марина Василівна** – канд. технiчн. наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, e-mail: mkytina@gmail.com.

**Львук Назар Романович**– студент групи ЗЕ-19б, кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.

**Kutina Marina Vasylyvna** – Candidate of Science, senior lecturer in Department of electrical power consumption and power management, e-mail: mkytina@gmail.com.

**Lyuk Nazar Romanovych** – student of group ЗЕ-19б, Department of Electrical Engineering Systems of Power Consumption and Energy Management, Vinnytsia National Technical University.