

# Програмна Система для Планування Виробітку Електричної Енергії з Відновлювальних Джерел

Ігор Сокорчук  
кафедра програмної інженерії  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
Харків, Україна  
ihor.sokorchuk@nure.ua

## Software System for Planning Electricity Generation from Renewable Sources

Ihor Sokorchuk  
dept. of Software Engineering  
Kharkiv National University of Radio Electronics  
Kharkiv, Ukraine  
ihor.sokorchuk@nure.ua

**Анотація**—розглядається програмна система для планування виробітку, постачання та споживання електричної енергії з відновлювальних джерел. Описуються алгоритми визначення обсягів виробітку та постачання електричної енергії.

**Abstract**—the software system for planning the generation, supply and consumption of electricity from renewable resources is considered. Algorithms for determining the generation and supply of electricity are described.

**Ключові слова**—виріток електричної енергії; сонячна електростанція.

**Keywords**—electricity generation; solar power plant.

### I. ВСТУП

За даними Євростату [1] в усіх країнах ЄС спостерігається ріст використання відновлювальних джерел енергії. У Швеції ця частка складає понад 50%, у Фінляндії 40%, Данії, Латвії, Австрії – понад 30%. Такий стрімкий розвиток використання відновлювальних джерел енергії спостерігається не тільки у ЄС але й у світі. В Україні частка виробництва електричної енергії з відновлювальних джерел також активно зростає.

Електростанції, що виробляють електричну енергію з відновлювальних джерел, на сьогодні приєднують переважно до розподільчих мереж. Особливістю їх експлуатації є те, що потужність окремого об'єкту цієї мережі є обмеженою, і на сьогодні не може перевищувати 30 кВт. Таке обмеження пов'язане із технічними

можливостями цих мереж. Програмні рішення для обліку енергоресурсів у таких системах запропоновані у [2].

Водночас, вже на сьогодні кількість окремих виробників електричної енергії в Україні, що приєднані до розподільчої мережі електропостачання становить майже 30 тисяч, а динаміка зростання кількості сонячних електростанцій за минулий період у 2020 році складає понад 30%. Для кожного такого об'єкта необхідно спланувати виробництво електричної енергії яке визначається, як можливістю генерації цього обсягу електростанцією, так і можливістю її транспортування через розподільчу мережу електропостачання.

### II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для розв'язку задачі оперативного планування виробітку електричної енергії для мережі з сонячною електростанцією використовується наступний алгоритм.

#### A. Підготовча стадія:

Крок 1.1. Побудувати графову імітаційну модель мережі електропостачання.

Крок 1.2. Виокремити у графі частини із циклами та без циклів (розділити імітаційну модель мережі на центральний граф та приєднані до нього дерева).

Крок 1.3. Визначити втрати на транспортування електричної енергії та граничні навантаження на кожній ділянці (за різницями показів приладів обліку) і присвоїти ці значення ребрам графа та дерев.



В. Стадія пошуку шляхів передачі електричної енергії у графовій частині мережі.

Крок 2.1. Спрогнозувати обсяги виробітку та споживання електричної енергії.

Крок 2.2. Обчислити обсяги електричної енергії, що транспортуватиметься через центральний граф як суму небалансів у деревах.

Крок 2.3. Обчислити загальний небаланс (визначити обсяг електричної енергії, що передаватиметься із мережі або споживатиметься нею із зовні).

Крок 2.4. Присвоїти обчислений небаланс вершині, що позначає точку приєднання електромережі до зовнішньої енергосистеми.

Крок 2.5. Побудувати шляхи передачі електричної енергії як найкоротші шляхи між вузлами графа.

Крок 2.6. Визначити гранично допустимі навантаження для кожного шляху, як найменше значення із множини значень допустимих навантажень на ділянках шляху.

Крок 2.7. Розв'язати транспортну задачу з врахуванням граничних обмежень на транспортування.

Крок 2.8. Визначити навантаження на кожній ділянці транспортування електричної енергії.

Крок 2.9. Визначити перевантажені ділянки.

Крок 2.10. Вилучити (заблокувати) ребра графа, що описують перевантажені ділянки.

Крок 2.11. Повторювати кроки 2.4..2.8, поки мережа матиме перевантажені ділянки.

С. Стадія балансування обсягів виробітку

Крок 3.1. Визначити небаланс у дереві та присвоїти його кореню дерева.

Крок 3.2. Присвоїти листкам дерева прогнозовані значення виробітку та споживання електричної енергії. Усім ребрам дерева присвоїти нульове значення передачі електричної енергії

Крок 3.3. Обійти дерево від кореня у глибину і пронумерувати вузли та ребра дерева.

Крок 3.4 Виконати обхід дерева у ширину від листків до кореня. Обчислити небаланс електричної енергії в кожному вузлі на шляху обходу. Присвоїти небаланс ребру, що веде до кореня.

Крок 3.5. Перевірити, що навантаження на ребрах не перевищує гранично допустимі навантаження на ділянки мережі.

Крок 3.6. Перейти на один рівень ближче до кореня.

Крок 3.7. Повторювати кроки 3.2..3.6 поки не буде досягнуто кореня дерева.

Блок-схема для цього алгоритму наведена на рисунку 1.

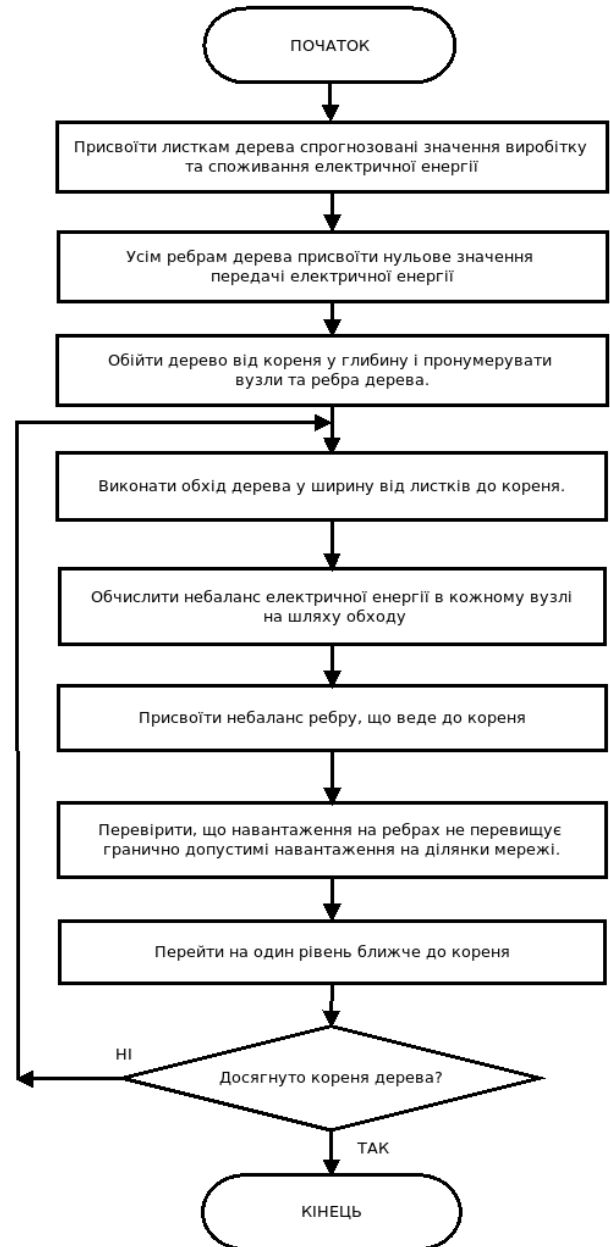


Рис. 1 - Алгоритм оперативного планування виробітку електричної енергії

Описані методи та алгоритми дозволяють побудувати програмну систему для оперативного планування виробітку електричної енергії сонячною електростанцією, приєднаною до розподільчої мережі.

#### ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Eurostat Statistics Explained // URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/> (дата звернення: 15.10.2020)
- [2] Сокорчук І. П. Комп'ютерна програма «Вимірювально-обчислювальний комплекс автоматизованої системи обліку енергоресурсів Promenergy/E7», свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір No 21713 від 15.08.2007

