

УДК 519.2:620.98+621.31

Костюк В.О., к.т.н., доцент,
Інститут загальної енергетики НАН України,
Базюк Т.М., к.т.н., асистент, Міщенко Є.В., магістрант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»,

КОМБІНОВАНА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНА СИСТЕМА ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МІНІМЕРЕЖІ ІЗ СУБОПТИМАЛЬНИМИ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Системи енергопостачання споживачів з використанням технологій відновлюваної енергетики (ТВЕ) є привабливими за дотримання економічних умов, що гарантують виробнику або власникові об'єкта пільгові умови господарювання та збуту виробленої електроенергії [1]. Сучасні інструментальні програмно-інформаційні засоби [2] дають змогу продемонструвати результати ефективного розв'язування прикладних задач – пошуку раціональних проектних рішень енергопостачальних систем (ЕПС) на основі мікро- та мінімережі [3], тобто визначити структуру *гібридної* ЕПС та інтерпретувати результати техніко-економічних розрахунків.

За допомогою моделювання [2] шляхом програмної реалізації генетичних алгоритмів (GA, [4]), можуть бути отримані оптимальні, або дуже близькі до оптимальних конфігураційні рішення комбінованої ЕПС – із використанням компонентів відомих світових чи національних виробників електротехнічного обладнання. Числові значення техніко-економічних параметрів та експлуатаційних характеристик цих компонентів вміщено до бази даних. Чисельні результати моделювання проаналізовані шляхом співставлення ефективності GA порівняно з результатами використання звичайного перебору варіантів – тобто отриманих шляхом оцінювання всіх можливих/прийнятних проектних рішень.

За допомогою програмно-інформаційного комплексу (ПК) iNOGA отримано розв'язки багатокритеріальної оптимізаційної задачі (БОЗ) пошуку субоптимальної структури ЕПС для підприємства хімічної галузі, розташованого у місті Каховка. Використовуються критерії: мінімуму приведеної вартості *NPC (Net Present Cost)* та еквівалентного обсягу викидів *LCE (Level of Carbon Emission)*, також мінімуму незадоволеного попиту *UL (Unmet Load)*.

Прогнозні фінансово-економічні дані, взяті за основу для тестування моделі засобами ПК iNOGA відображені в таблиці 1.

Таблиця 1

Номінальне значення дисконту, %	15,0	Розрахунковий термін експлуатації, років	25,0
Прогнозний середній показник інфляції, %	7,0	Частка кредитних коштів, %	50,0
Вартість монтажу, €	400,0	Відсоткова кредитна ставка, %	9,0
Поточні витрати, % від кап. вартості/рік	2,0	Термін виплати кредиту, років	5,0

З метою організації розрахункового експерименту використані дані типового графіка електричних навантажень електроприймачів об'єкта (підприємства хімічної галузі) із річним обсягом споживання, що не перевищує 5000 кВт·год/рік, географічне розташування якого знаходиться в місті Каховка поблизу річки Дніпро. Для обрання обладнання вітроелектричного агрегату та сонячних фотомодулів інструментальні засоби ПК iNOGA забезпечують уведення статистичних даних щодо вітрового та сонячного потенціалу, виміряного в околиці місця розташування об'єкта електропостачання. Для застосування умов збуту надлишку виробленої електроенергії за пільговими «зеленими» тарифами згідно з вимогами українського законодавства, проектну середньозважену ціну тарифу визначено на рівні 0,13 Євро/кВт·год з

одночасною можливістю закупівлі дефіциту електроенергії з ЕМ на договірних умовах за тарифом 0,0462 Євро/кВт·год.

На рис. 1 і рис. 2 наведено розрахункові дані для конфігураційного варіанту відповідно до обраного розв'язку оптимізаційної задачі, одержаного шляхом одноцільового пошуку за одним із критеріїв – NPC чи LCE; для цих двох обраних критеріїв варіант зображено на рис. 1 номером «3» (третій із кращих розв'язків, рекомендованих алгоритмом ранжування розв'язків моделі, що його виконує ПІК iNOGA).

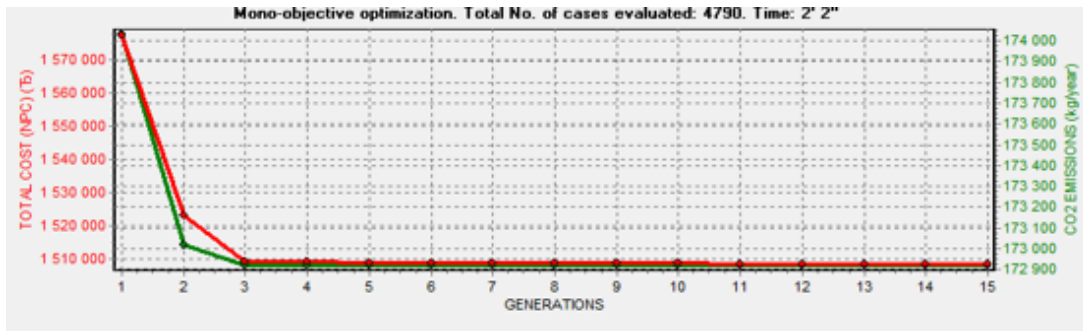


Рис. 1 – Субоптимальні конфігурації KEУ, ранжовані за одним критерієм (NPC або LCE)

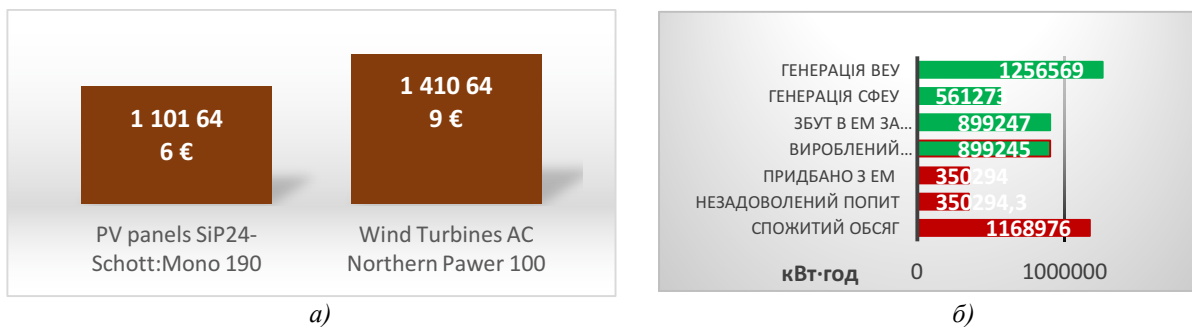


Рис. 2 – Модельні розрахункові дані: а) капітальні витрати на облаштування KEУ за проектом; б) – річний розрахунковий баланс KEУ, в кВт·год/рік

Розрахункові значення фінансово-економічних показників варіанту електропостачальної системи на основі KEУ відображені у таблиці 2, а на рис.3 зображено криву кумулятивного дисконтованого грошового потоку, в тис. Євро.

Таблиця 2

Початковий обсяг інвестицій (кап.вартість), тис.Євро	2188,77
Кредитні зобов'язання, тис.Євро	281,36
Приведені витрати на е/енергію, куплену з електромережі (від постачальника), тис.Євро	411,62
Надходження від збуту е/енергії, тис.Євро	1306,78
Ефективна приведена вартість проекту, тис.Євро	1509,12
Співставна приведена вартість за проектом постачання 100% обсягу електроенергії з розподільної мережі протягом розрахункового терміну експлуатації (25 років), тис.Євро	3401,08
Приведена нормована собівартість, Євро/кВт·год	0,05

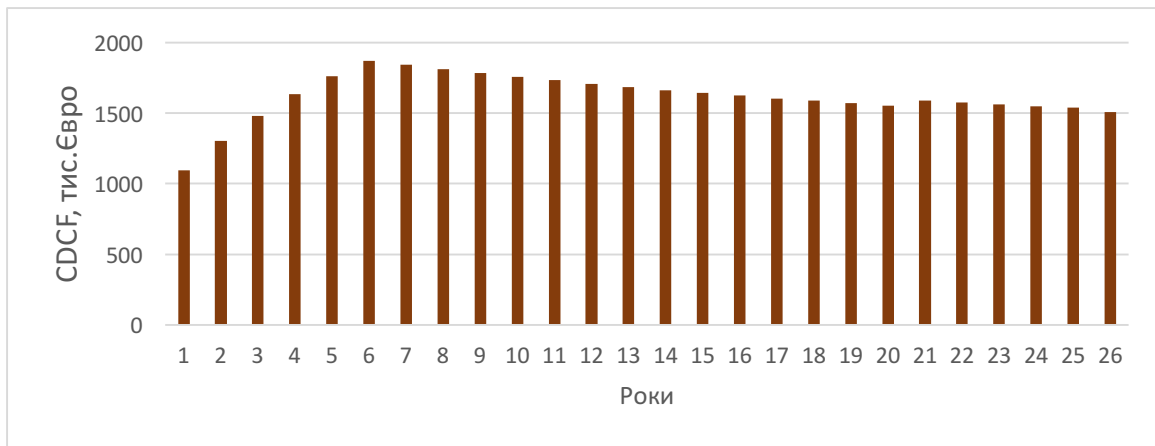


Рис.3 – Кумулятивний дисконтований грошовий потік проектного варіанту

Програма дає змогу проаналізувати обсягові показники у вигляді автоматично сформованих діаграм, де відображаються залежності з бігом часу, із бажаним відповідно до вибору дослідника відображенням усереднених значень відповідно обраного масштабу часу (рис.3) - погодинно, помісячно, також сукупні річні обсяги (див. рис. 2 б)).

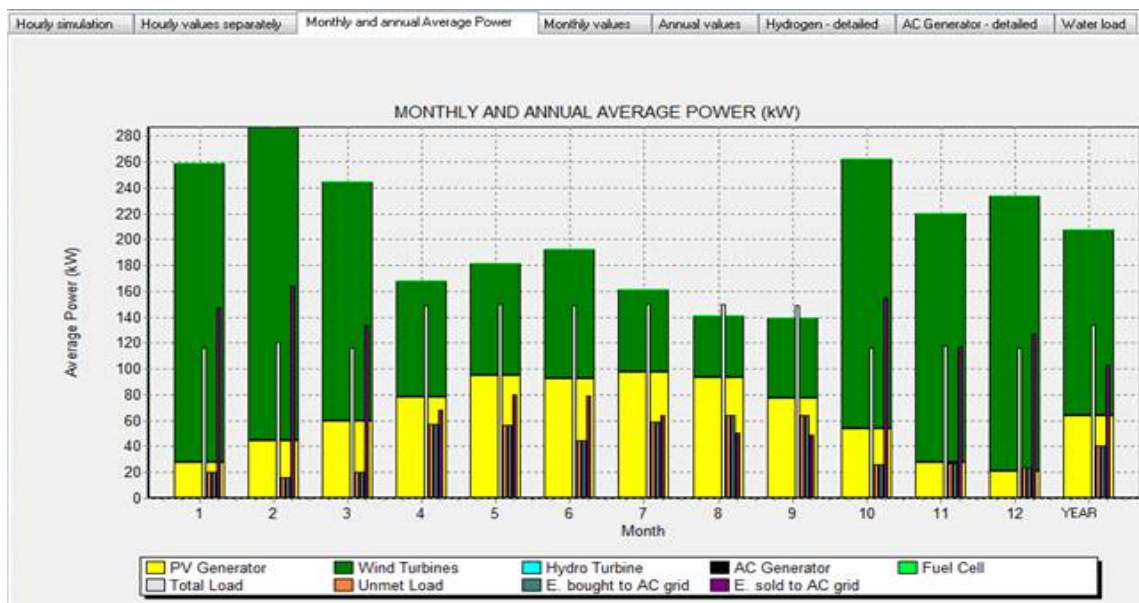


Рис.4 – Потужність генерування та споживання електричної енергії в системі електропостачання на основі КЕУ, кВт: середня щомісячна та середньорічна.

«Примітка. Малі гідротурбіни та паливні елементи не входять до складу розрахункового варіанту КЕУ»

Список використаних джерел:

- 1 Закон України Про внесення змін до Закону України "Про електроенергетику" щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради (ВВР)-2013, N 51, ст.714-Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5485-17>
2. Dufo-Lopez R, Bernal-Agusti'n JL, Contreras J. Optimization of control strategies for stand-alone renewable energy systems with hydrogen storage // Renewable Energy 2007. – No.32(7). – P.1102–1126.
3. Попов В.А. Алгоритм многокритериального управления режимами работы микросетей / В.А. Попов, Е.С. Ярмолюк, П.А. Замковой // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харків, 2014. – № 2/2 (68). – С. 61–68.
- 4.Костюк В.О. Прикладні задачі застосування гібридних моделей для оптимізації локальних електропостачальних систем з власною генерацією/ В.О. Костюк, Т. М. Базюк // Енергетика: економіка, технології, екологія. № 3– 2016». К.: НТУУ КПІ, 2016. – с.51 - 60 .