

## КРИТЕРІЇ ПОБУДОВИ ПАРАМЕТРИЧНОГО РЯДУ ПЕРЕРІЗУ ПРОВОДІВ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

Мороз О. М., Романченко В. І., Черемісін М. М.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновані рекомендації щодо вибору шкали перерізу проводів ліній електропередач на базі математичного моделювання.

**Постановка проблеми.** Ускладнення схем електропостачання, підвищення вимог до надійності, економічності, якості електроенергії приводить до необхідності оптимального вибору основних параметрів електричних мереж.

**Аналіз останніх досліджень.** Вибір перерізу проводу проводиться з врахуванням: 1 – техніко-економічних показників; 2 – пропускної спроможності проводів; 3 – механічної стійкості проводів; 4 – умови утворення корони. Критерієм вибору перерізу проводу, згідно [1], є мінімум приведених витрат. Але застосування значення нормованої економічної густини струму має ряд недоліків, які відмічаються в [2,3,4,5]:

1 – не отримується однозначне рішення, так як необхідно округлити переріз до стандартних значень;

2 – передбачається лінійна залежність  $K = f(F)$ ;

3 – витрати на втрати враховуються однакові по всій території;

4 – враховується дефіцит кольорового металу.

Вказані недоліки відносяться і до методу економічних інтервалів. Так, згідно [2], економічний струм по методу економічних інтервалів визначається за формулою:

$$j_s = \sqrt{\frac{p}{\tau\beta}} \sqrt{\frac{\kappa_2 - \kappa_1}{3(R_1 - R_2)}}, \quad (1)$$

де  $p$  – відрахування від капітальних вкладень;

$\tau$  – години втрат;

$\beta$  – вартість 1 кВт·год електроенергії;

$\kappa_1, \kappa_2$  – вартість ліній порівнювальних перерізів,

тис. грн/км;

$R_1, R_2$  – опір лінії, ом/км.

При будь-якій залежності від перерізу в різниці  $(\kappa_1 - \kappa_2)$  постійна складова вартості лінії відсутня. А для ліній електропередачі на уніфікованих опорах  $j_s$  може бути близьким до нуля або від'ємним.

Методика по визначенню економічної густини струму, запропонована авторами [6], зв'язана з конкретною шкалою стандартних перерізів проводів з врахуванням існуючих цін.

Із цього витікає, що традиційний підхід вибору перерізу проводу повітряної лінії не в повній мірі враховує тенденцію кількісного та якісного розвитку систем електропостачання. Крім того ринкові умови функціонування енергетики вимагають високої якості електропостачання. У зв'язку з цим в основу побудо-

ви параметричних рядів рекомендуються векторні рішення.

**Мета статті.** Метою даної роботи є методика вибору шкали перерізу проводів ліній електропередачі на базі уніфікації та математичного моделювання.

**Основні матеріали дослідження.** При виборі і обґрунтуванні математичних моделей в першу чергу повинні бути вирішені наступні питання: вибір класу моделі, врахування ймовірних властивостей інформації, вимоги до точності моделі. При рішенні практичних завдань витрачається декілька якісно різних ресурсів. Тому оптимізаційні завдання енергетики є багатокритеріальними. Крім цього існуючі труднощі привносять такі параметри й фактори, інформація про які носить наближений або невизначений характер.

У зв'язку з цим пропонується мінімізувати вектор критеріїв

$$V(F_{ij}) = \{A_{ij}(F_i, I_j)\}, i = 1, 3; j = 1, 5, \quad (2)$$

який охоплює весь простір електричних мереж по  $i$ -м критеріям й  $j$ -му класу напруги

$$V(F_{ij}) = \{ \min(A_{1j}(F_j, I_j), A_{2j}(F_j, I_j), A_{3j}(F_j, I_j)) \}, \\ F_j \in G_j; I_j \in Y_j \subset R, \quad (3)$$

де  $F_j = (F_{ij}, \dots, F_{mj})$  – сукупність незалежних параметрів мережі;

$I_j = (I_{ij}, \dots, I_{nj})$  – сукупність залежних параметрів.

У якості оптимізаційного незалежного параметру  $F_j$  прийнято переріз проводів. До числа залежних параметрів  $I_j$  відноситься середньоквадратичний струм у лінії при обмеженнях:

$$G_j^{\min} \leq G_j \leq G_j^{\max},$$

$$Y_j^{\min} \leq Y_j \leq Y_j^{\max}, \quad (4)$$

$$f_{ij}^{\min} \leq f_{ij}(F_j, I_j) \leq f_{ij}^{\max}.$$

Обмеження (4) представлені як:

– рівень радіоперешкод  $f_1(F_j) \leq 40qB$ ;

– рівень акустичних перешкод  $f_2(F_j) \leq 45qB(A)$ ;

– напруженість електричного поля на поверхні проводів  $0,5 \leq f_3(F_j) \leq 0,9$ .

Обмеження виділяють в  $n$  – мірному просторі параметрів  $n$  – мірний паралелепіпед  $\Pi$  [7].

Найбільш прийнятним методом рішення завдання є метод обходу вузлів просторової сітки з визначенням безлічі ефективних точок. Первісна безліч варіантів утворює область  $Q$  для  $j$  –го класу напруги, що одночасно задовольняє й параметричні й функціональні обмеження.

Виключивши неефективні точки, одержуємо область Парето-оптимальних рішень для кожного класу напруги на якій для вибору остаточного рішення застосовується функція зовнішнього доповнення для повітряних ліній  $j$ -го класу напруги.

Функція зовнішнього доповнення представляє собою функцію виду  $f_{\text{ооп}} = f(F_*)$ , що будується з аналізу рішення завдання [8].

Процедура вибору тієї чи іншої точки на паретовій області зводиться до задачі вибору вектора параметрів з деякої фіксованої множини  $\lambda$ . Це дає можливість перенести пошук кінцевого рішення на множину  $\lambda$  та представити задачу до виду

$$u[f(F_*)] \rightarrow \min, \quad F_* \in \lambda, \quad (5)$$

де  $[f(F_*)]$  представляє собою відображення простору критеріїв в простір параметрів, яке здійснюється за допомогою методів параметризації.

Зовнішнє доповнення задачі багатокритеріальної оптимізації характеризує інформацію як з кількісної так і з якісної сторони. Кількісний аспект зовнішнього доповнення це вектор параметрів  $F_*$  який дає можливість параметризувати багатокритеріальну задачу та представити її до скалярного виду.

Якісне рішення такої задачі залежить від методу пошукової оптимізації в просторі  $\lambda$  та від алгоритму параметризації.

Отримані результати аналізу дають можливість найбільш ефективно побудувати уніфікований параметричний ряд перерізу проводів для повітряних ліній всіх класів напруги. Результати розрахунків наведені в табл.1

Таблиця 1 – Структура перерізів

Показник	Номинальна напруга, кВ				
	10	35	110	330	750
Оптимальний переріз фази, мм <sup>2</sup>	35 95	95	150	860	2300
Конструкція фази	АС-70	АС-150 АС-70	АС-150 АС-300	2АС-300 4АС-150	3АС-600 6АС-300

**Висновки.** На основі системного підходу рекомендується параметричний ряд перерізу проводів, який задовольняє критеріям і обмеженням уніфікованих ліній електропередачі.

Шляхом зниження втрат електроенергії в електричних мережах є уніфікація перерізів проводів.

Уніфікація стандартних перерізів проводів дає можливість скоротити запаси резервного обладнання, покращити умови будівництва та експлуатації.

#### Список використаних джерел

1. Рокотян С. С. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / С. С. Рокотян и И. М. Шапиро. – М.: Энергтоиздат, 1985.
2. Блок В. Н. Электрические сети и системы / В. Н. Блок – М.: Высшая школа, 1986.
3. Зельцбург Л. М. Экономическая плотность тока / Л. М. Зельцбург – Нижний Новгород : Электропроект, 1990.
4. Поспелов Г. Е. Выбор сечений проводов электрических сетей по экономическому фактору / Г. Е. Поспелов // Энергетика. (Изд. Высш. Учеб. Заведений и энерг. объединений СНГ). – 2002. - №2.
5. Выбор альтернативных вариантов линии электропередачи напряжением выше 1000 В: [Электронный ресурс] / В. В. Зорин // archive.nbuv.gov.ua.
6. Поспелов Г. Е. Методика анализа и расчетов основных технико-экономических показателей электрических сетей / Г. Е. Поспелов – Мн.: БГПА, 1996.
7. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтение и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа. – М.: Радио и связь, 1981.
8. Черемисин Н. М. Системный подход в обосновании стратегии рационального проектирования ВЛ Украины / Н. М. Черемисин, В. И. Романченко // Энергетика и электрификация. – 1999. - №8. - С.28-35.

#### Аннотация

### КРИТЕРИИ ПОСТРОЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЯДА СЕЧЕНИЯ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Мороз А. Н., Романченко В. И., Черемисин Н. М.

*Предложены рекомендации выбора шкалы сечения проводов линии электропередачи на базе математического моделирования.*

#### Abstract

### CRITERIA OF A SERIES OF PARAMETRIC SECTION OF THE WIRE OVERHEAD LINES

O. Moroz, V. Romanchenko, M. Cheremisin

*Recommendations choice of the scale section of wires transmission line based on mathematical modeling.*