

**ЕКОНОМІЧНІ ІНТЕРВАЛИ ВАРТОСТІ ВТРАТ  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ВИБОРУ ПЕРЕТИНУ  
ПРОВІДНИКІВ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ**

---

V. OCHERED'KO

**ECONOMIC INTERVALS OF COST OF LOSSES OF  
ELECTRIC POWER ARE FOR CHOICE OF  
CROSSING OF EXPLORERS OF LINE OF  
ELECTRICITY TRANSMISSION**

**Анотація.** Економічне обґрунтування технічних рішень, включно вибір перетину кабельних і повітряних ліній електропередачі, залишається актуальною задачею при спорудженні і експлуатації електричних мереж підприємств і міст.

**Ключові слова:** економічне обґрунтування, економічні критерії, економічні інтервали.

**Аннотация.** Экономическое обоснование технических решений, включительно выбор сечения кабельных и воздушных линий электропередачи, остается актуальной задачей при сооружении и эксплуатации электрических сетей предприятий и городов.

**Ключевые слова:** экономическое обоснование, экономические критерии, экономические интервалы.

**Annotation.** The economic ground of technical decisions, inclusive choice of section of cable and air busses of electricity transmission, remains a actual task at building and exploitation of electric networks of enterprises and cities.

**Key words:** economic ground, economic criteria, economic intervals.

### Постановка проблеми

Економічне обґрунтування технічних рішень, включно вибір перетину кабельних і повітряних ліній електропередачі, залишається актуальною задачею при спорудженні і експлуатації електричних мереж підприємств і міст. Сучасний стан впровадження ринкових відносин в Україні, країнах СНД, наслідки світової фінансової кризи 2008 р. та сучасні постановки проблем енергозбереження вносять свої особливості до вирішення техніко-економічних задач.

Традиційно проблема економічного обґрунтування включає дві складові: 1) вибір економічного критерію та 2) забезпечення достовірними, розповсюдженими, доступними та несуперечливими даними для техніко-економічних розрахунків.

Критерієм як в теоретичному, так і практичному аспекті, найчастіше використовували приведені витрати [1,2], в тому числі і з врахуванням фактору часу [3]. Слід відзначити, що при використанні єдиного за змістом показника приведених витрат існували певні розбіжності точок зору щодо нормативів для його обчислення. Такі розбіжності існували на рівні економіки колишнього СРСР і були представлені двома науковими школами акад. Хачатурова Т.С. та акад. Федоренка М.П. Окрім цього, розбіжності існували на рівні електроенергетичної галузі. Певні розбіжності залишаються і тепер.

Значне місце в практичному аспекті належить дисконтованим витратам [4], що побудовані на розповсюдженому в світовій практиці інтегральному дисконтованому чистому прибутку (NPV). Окрім цього, в теоретичному аспекті, існує пропозиція акад. Будзко І.А. та д.т.н. Левина М.С. щодо енергетично доцільної щільності струму [5] для мінімізації витрат провідникового металу. В теоретичному плані були розроблені і інші пропозиції, але вони, як і вищезазвані, вимагали вирішення питань забезпечення відповідними вхідними даними.

З врахуванням складності отримання вхідних даних, спрощення процедури мінімізації вибраного критерію в умовах широкого практичного впровадження техніко-економічних розрахунків, найбільше практичне розповсюдження отримали економічна щільність струму [6], економічні інтервали струму [7] та потужності [8].

В сучасних умовах впровадження ринкових відносин в Україні і країнах СНД проблема вибору економічного критерію не знята з порядку денного. Ряд робіт [9,10] направлено на оцінку відмінності і встановлення раціональної сфери застосування приведених і дисконтованих витрат. В умовах суттєвого скорочення кредитування в Україні, відсутності рекомендацій щодо вибору рівня нормативів (норми дисконту, розрахункового періоду, цін) для розрахунків того чи іншого критерію виникає задача логічного поєднання двох вищезазваних складових з використанням для цього інтервалів вартості витрат електроенергії [11], що були використані для спрощення вибору перетину ліній електропередачі за мінімумом приведених витрат.

**Задачі дослідження** полягають в: а) оцінці можливості розповсюдження інтервалів вартості витрат електроенергії на випадок використання як критерію дисконтованих витрат і забезпеченні спрощення вибору перетину ліній електропередачі; б) обґрунтуванні практичної цінності інтервалів вартості витрат активної електроенергії; в) уточненні відмінності вибору перетину ліній електропередачі за різними критеріями.

**Результати дослідження.** Розглянемо вибір перетину лінії електропередачі за критерієм економічності. Подібна задача зустрічається для електромереж вище 1000 В, але при певних умовах може бути доцільною і для електромереж до 1000 В. Спочатку приймаємо як критерій економічності приведені витрати. При розповсюджених припущеннях постійного щорічного навантаження і спорудженні ЛЕП на початку першого року її експлуатації приведені витрати в розрахунку на 1 км для  $i$ -го перетину ЛЕП мають вид:

$$PB_i = E_n K_i + E_o K_i + E_a K_i + AR_i, \quad (1)$$

де  $K_i$  – вартість 1 км ЛЕП  $i$ -го перетину, грн/км;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень для галузі, 1/рік, наприклад, для підприємств Укрзалізниці [2],  $E_n = 0,1$  1/рік, а для приватних

підприємств встановлюється виходячи з фінансових умов їх розвитку;  
 $E_o, E_a$  – річні відрахування на обслуговування і амортизацію для ЛЕП, в.о.;  
 $R_i$  – питомий активний опір  $i$ -го перетину ЛЕП, Ом/км;  
 $A$  – річна вартість втрат електроенергії на 1 Ом активного опору провідника ЛЕП, грн/(рік·Ом).

Річна вартість втрат активної електроенергії в провіднику ЛЕП може бути визначена, наприклад, за наступним виразом:

$$A = 3I_M^2 \tau C_0 10^{-3}, \quad (2)$$

де  $I_M$  – максимальний розрахунковий струм, А;

$\tau$  – річна кількість годин максимальних втрат активної електроенергії, год/рік;

$C_0$  – вартість втрат 1 кВт·год активної електроенергії, грн/кВт·год.

Відокремлення в формулі (1) річної вартості втрат (2) здійснено цілеспрямовано і є відмінним від підходу, коли відокремлюють струм, щоб вивести економічні інтервали навантаження, або потужність – для відповідної задачі. Застосування (2), по перше, зводить залежність приведених витрат до лінійної функції. По-друге, це дозволяє поєднати перевагу вибору перетину ЛЕП за економічними інтервалами (точність дотримання мінімуму приведених витрат) з перевагами вибору за допустимим тепловим навантаженням (належність до паспортних даних), тобто забезпечується тісний зв'язок параметру  $A$  з властивостями ЛЕП.

Записавши аналогічно (1) вираз для приведених витрат  $i+1$ -го перетину провідника, знаходимо точку рівно економічності суміжних перетинів провідника ЛЕП:

$$E_n K_i + E_o K_i + E_a K_i + AR_i = E_n K_{i+1} + E_o K_{i+1} + E_a K_{i+1} + AR_{i+1}. \quad (3)$$

Звідси знаходимо вираз для розрахунку інтервалів вартості втрат електроенергії:

$$A = (E_n + E_o + E_a) \frac{K_{i+1} - K_i}{R_i - R_{i+1}}. \quad (4)$$

Отриманий параметр річної вартості втрат активної електроенергії ЛЕП (скорочено – «вартості втрат») визначає найбільше значення річної вартості втрат, яке можна допустити на  $i$ -ий перетин, для забезпечення мінімуму приведених витрат. І цю властивість будемо мати на увазі в подальшому, тому в формулі (3) в подальшому будемо використовувати індекс  $i$  біля параметру  $A$ . Хоча, одночасно, значення за формулою (4) є найменше для наступного  $i+1$ -го перетину за умови мінімізації приведених витрат.

Розрахувавши за формулою (4) відповідне значення для кожного з перетинів ЛЕП, можна отримати певну таблицю [11] інтервалів вартості втрат для вибору за мінімумом приведених витрат. Як і слід було очікувати, знайдений по (4) параметр, як правило, зростає в міру зростання перетину провідника ЛЕП. Подібні таблиці можна розрахувати для різних періодів функціонування економіки в зв'язку зі зміною в часі самої вартості ЛЕП. В даній частині статті не наводимо таких розрахунків з певних причин, які викладені нижче.

Інтервали вартості втрат аналогічні за призначенням відомим економічним інтервалам струму, але на відміну від них є більш узагальненим показником, не залежать ні від питомої вартості втрат електроенергії, ні змінності роботи навантаження, а залежать лише від параметрів ЛЕП і економічних умов вибору.

Така властивість параметру  $A_i$  дозволяє не лише здійснювати спрощення процедури вибору перетину провідників ЛЕП, а і проводити порівняльний аналіз окремих перетинів. В результаті аналізу було встановлено, що для деяких кабелів напругою понад 1000 В при зростанні перетину параметр вартості втрат (4) має «провали», тобто зменшується при зростанні перетину. Для періоду планової економіки часів СРСР подібне явище не мало місця при використанні окремих дискретних перетинів кабелів вище 1000 В, але було присутнє при використанні паралельної прокладки кабелів. В сучасних умовах впровадження ринкових відносин подібне явище розповсюджене, про що буде сказано нижче, для деяких типів кабелів як щодо дискретного ряду перетинів, так і при паралельній прокладці кабелів.

В подальшому розглянемо можливість використання інтервалів вартості втрат електроенергії для іншого критерію економічності – дисконтованих витрат, а також проведемо аналіз перетинів окремих ЛЕП, що існують на сучасному ринку. Для коректності розгляду приймаємо допущення, аналогічні вибору за мінімумом приведених витрат. При умові компаундування на кінець

розрахункового періоду витрати, для зручності розгляду, розділені на дві складові. Перша складова залежить від витрат першого року служби ЛЕП, а друга – для решти років розрахункового періоду, починаючи з другого року служби. В цілому для  $i$ -го перетину провідника ЛЕП вираз для дисконтованих витрат має вид:

$$DB_i^K = (K_i + E_o K_i + AR_i)(1+E)^{T-1} + (E_o K_i + AR_i) \sum_{t=2}^T (1+E)^{T-t}, \quad (5)$$

де  $T$  – розрахунковий період, рік;

$E$  – норматив дисконтування, в.о., а решта позначень відповідають позначенням в формулах (1)–(2).

Для двох суміжних  $i$ -го та  $(i+1)$ -го перетинів провідників ЛЕП рівняння економічної рівноваги за дисконтованими витратами, аналогічно (3), має вид:

$$\begin{aligned} & (K_i + E_o K_i + AR_i)(1+E)^{T-1} + (E_o K_i + AR_i) \sum_{t=2}^T (1+E)^{T-t} = \\ & = (K_{i+1} + E_o K_{i+1} + AR_{i+1})(1+E)^{T-1} + (E_o K_{i+1} + AR_{i+1}) \sum_{t=2}^T (1+E)^{T-t}. \end{aligned} \quad (6)$$

Здійснивши відповідні процедури групування подібних членів отримуємо вираз для річної вартості втрат, при якій суміжні  $i$ -ий та  $(i+1)$ -ий перетини провідників будуть забезпечувати рівноеконічний результат:

$$A_i = \left( E_o + \frac{(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=1}^T (1+E)^{T-t}} \right) \frac{K_{i+1} - K_i}{R_i - R_{i+1}}. \quad (7)$$

Отриманий вираз (7) для розрахунків інтервалів вартості втрат може бути використаний для спрощення процедури вибору перетинів провідників ЛЕП за мінімумом дисконтованих витрат. Для цього необхідно за формулою (7) розрахувати таблицю, що ставить у відповідність перетин провідника і гранично допустиму для нього вартість річних втрат. Ця таблиця буде незмінною для ситуації при вибраному розрахунковому періоді  $T$  та нормі дисконтування  $E$ . Тоді процедура вибору буде зводиться до встановлення розрахункової річної вартості за формулою (2) та вибору найближчої більшої вартості втрат для відповідного перетину провідника ЛЕП.

З іншого боку, використання виразу (7) для аналізу економічних властивостей дискретного ряду перетинів має певні незручності. Подібні незручності виникають також за потреби в практичних ситуаціях оцінити вплив розрахункового періоду  $T$  та норми дисконтування  $E$  на кінцевий вибір. Тому замість виразу (7), який відповідає річній вартості втрат, використовуємо вираз (8), що умовно названий «дисконтованими річними втратами активної електроенергії». Скорочена термінологія при цьому буде відповідно «дисконтована вартість втрат» та «інтервали дисконтованої вартості втрат». Вираз (8) отримано з виразу (7) шляхом ділення обох частин на коефіцієнт, що робить дисконтовану вартість втрат залежною лише від параметрів ЛЕП. При цьому маємо:

$$A_{\partial i} = \frac{K_{i+1} - K_i}{R_i - R_{i+1}}. \quad (8)$$

Розрахункова дисконтована вартість втрат залежить від умов використання ЛЕП і має у відповідності до формул (7) та (2) такий вид:

$$A_p = \frac{3I_m^2 \tau C_0 10^{-3}}{E_o + \frac{(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=1}^T (1+E)^{T-t}}}. \quad (9)$$

Аналогічні викладки можна здійснити для випадку дисконтування на початок розрахункового періоду, що передбачено відповідними рекомендаціями [4]. При цьому вираз дисконтованих витрат для  $i$ -го перетину має вид:

$$DB_i^n = \sum_{t=1}^T (K_i + E_o K_i + AR_i)(1+E)^{-t}. \quad (10)$$

Записавши рівняння рівноваги для суміжних перетинів, аналогічно формулі (6) після нескладних перетворень отримуємо дещо відмінний від формули (9) вираз для розрахункової дисконтованої вартості витрат:

$$A_p = \frac{3I_m^2 \tau C_0 10^{-3}}{E_o + \frac{(1+E)^{-1}}{\sum_{t=1}^T (1+E)^{-t}}} \quad (11)$$

При проведенні розрахунків і більш детальному розгляді формул (9) та (11) можемо переконатись в їх ідентичності, оскільки формула (9) може бути одержана з формули (11) шляхом одночасного множення чисельника і знаменника другої складової загального знаменника на множник  $(1+E)^T$ . В подальшому будемо використовувати формулу (9) як більш зручну для розрахунків.

Для демонстрації спрощення вибору за мінімумом дисконтованих витрат та аналізу економічних властивостей дискретного ряду перетинів ЛЕП з допомогою інтервалів вартості витрат розглянемо вибір перетину кабелю АСБл напругою 10 кВ на наступному прикладі.

Вартість кабелю в розрахунку на 1км згідно з даними реально діючого постачальника станом на 1.02.2011 р. наведена в таблиці 1. В цій же таблиці надані додаткові розрахунки інтервалів дисконтованої вартості витрат (8) для кожного окремого кабелю, а також для паралельної прокладки двох кабелів.

Таблиця 1

Початкові техніко-економічні показники кабелю АСБл-10

Перетин, $F_i$ , мм <sup>2</sup>	Ціна, $K_i$ , грн./км	Опір, $R_i$ , Ом/км	$R_i - R_{i+1}$ , Ом/км	$K_{i+1} - K_i$ , грн./км	$A_i$ , тис.грн./Ом
70	95 226,4	0,447	0,118	14 998	127,1
95	110 224,2	0,329	0,068	20 964	308,3
120	131 188,6	0,261	0,053	8 019	151,3
150	139 137,9	0,208	0,039	23 522	603,1
185	162 659,5	0,169	0,039	38 146	978,1
240	200 805,8	0,13	0,026	77 470	2979,6
2×150	278 275,8	0,104	0,0195	47 043	2412,5
2×185	325 319,0	0,0845	0,0195	76 292	3912,4
2×240	401 611,6	0,065			

Отже, задача полягає у виборі за мінімумом дисконтованих витрат перетину кабелю для навантаження  $I_m = 200$  А, при розрахунковому періоді  $T = 10$  років, питомій вартості витрат електроенергії  $C_0 = 70$  коп./кВт·год, кількості годин максимальних витрат електроенергії  $\tau = 2000$  год/рік, нормі дисконтування  $E = 0,22$  та нормі витрат на експлуатаційне обслуговування  $E_o = 0,063$ .

З таблиці видно, що з ростом перетину параметр витрат електроенергії не є завжди зростаючим, тому кабель 120 мм кв. не може бути використаний ні за яких умов експлуатації, якщо вибір здійснюється за мінімумом дисконтованих витрат. Окрім цього, оскільки формули розрахунку інтервалів вартості (4) та (8) відрізняються лише додатковим множником, вищезазначений перетин не буде використовуватись і при виборі за мінімумом приведених витрат. Подібне явище пояснюється тим, що вищезазначений перетин не буде забезпечувати мінімуму витрат ні за яких значень вартості витрат електроенергії, і це можна представити графічно. При цьому лінія дисконтованих витрат кабелю 120 мм кв. ні за яких розрахункових витрат активної електроенергії не пролягає нижче ліній дисконтованих витрат інших перетинів.

В подальшому перетин кабелю 120 мм кв. необхідно виключити з розгляду, а інтервал вартості витрат для перетину 95 мм кв. повторно визначити по формулі (8) але з врахуванням параметрів суміжного перетину 150 мм кв., тобто:

$$A_{095} = (139137,9 - 110224,2) \div (0,329 - 0,208) = 238956 \text{ грн./Ом.}$$

Аналогічно виключається з розгляду перетин 2×150 мм кв., після чого отримуємо уточнену таблицю 2 для вибору кабелів АСБл-10.

Таблиця 2

## Уточнені техніко-економічні показники кабелю АСБл-10

Перетин, $F_i$ , мм <sup>2</sup>	Ціна, $K_i$ , грн./км	Опір, $R_i$ , Ом/км	$R_i - R_{i+1}$ , Ом/км	$K_{i+1} - K_i$ , грн./км	$A_i$ , тис. грн./Ом
70	95 226,4	0,447	0,118	14 998	127,1
95	110 224,2	0,329	0,068	20 964	239,0
150	139 137,9	0,208	0,039	23 522	603,1
185	162 659,5	0,169	0,039	38 146	978,1
240	200 805,8	0,13	0,026	77 470	2736,6
2×185	325 319,0	0,0845	0,0195	76 292	3912,4
2×240	401 611,6	0,065			

Далі, за формулою (9) знаходимо розрахункову дисконтовану вартість втрат активної електроенергії:

$$A_p = 3 \times 200^2 \times 2000 \times 0,7 \times 10^{-3} \div (0,063 + (1 + 0,22)^9 \div ((1 + 0,22)^9 + 1,22^8 + \dots + 1,22^0))) = 617,9 \text{ тис.грн./Ом.}$$

З врахуванням вищезгаданого знаходимо найближче більше значення інтервалу вартості 978,1 тис.грн./Ом, що відповідає перетину 185 мм<sup>2</sup>.

Для перевірки були здійснені розрахунки дисконтованих витрат для всіх перетинів за заданих умов використання кабелю, що наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

## Дисконтовані витрати для умов прикладу

Перетин АСБл-10, мм <sup>2</sup>	70	95	120	150	185	240
Дисконтовані витрати, тис.грн.	2894,8	2443,5	2279,4	2086,1	2081,7	2191,2

Як видно з таблиці 3, саме перетин кабелю 185 мм<sup>2</sup> забезпечує мінімум дисконтованих витрат.

Інтервали вартості втрат електроенергії дозволяють також відповісти на питання щодо відмінностей результату вибору за дисконтованими і приведеними витратами. Адже існує точка зору [9,10], що такі підходи мають однаковий результат, що не виключається. Але це не завжди так.

Виходимо з того, що результати вибору за дисконтованими і приведеними витратами будуть однакові в тому випадку, якщо інтервали вартості втрат будуть збігатися. Це, у відповідності з формулами (4) та (7), відповідає умові :

$$E_n + E_o + E_a = E_o + \frac{(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=1}^T (1+E)^{T-t}}. \quad (12)$$

Звідси маємо умову ідентичності (збігу) вибору за дисконтованими і приведеними витратами:

$$E_n = \frac{(1+E)^{T-1}}{\sum_{i=1}^T (1+E)^{T-i}} - E_a. \quad (13)$$

З формули (13) видно, що збіг результатів вибору за дисконтованими і приведеними витратами можливий, але лише при певних значеннях норм дисконтування, величини розрахункового періоду та співвідношення коефіцієнтів амортизації і нормативної ефективності капітальних вкладень. Аналіз графічних залежностей (13) показує, що дискретність перетину кабелів дещо зрівнює результати вибору за різними критеріями, але не ліквідує принципової відмінності між ними.

Прийняті на початку дослідження припущення задачі, а саме, незмінність умов використання ліній електропередачі (струм, вартість втрат електроенергії, змінність роботи) та відмова від врахування ліквідаційної вартості не зменшують можливості використання інтервалів вартості втрат. В більш загальному випадку, записавши умову рівноцінності, після проведення аналогічних (5) – (9) викладок отримуємо, за умови оцінки інтервалів за формулою (8), наступну формулу розрахункової вартості втрат:

$$A_p = \frac{3 \cdot 10^{-3} \sum_{t=1}^T I_t^2 \tau_t C_t (1+E)^{T-t}}{(1+E)^{T-t} + \sum_{t=1}^T E_t (1+E)^{T-t} - E_d}, \quad (14)$$

де  $I_t, \tau_t, C_t, E_t$  – відповідно, максимальний розрахунковий струм, річна кількість годин максимальних втрат активної електроенергії та норматив витрат на експлуатацію лінії електропередачі в  $t$ -ий рік розрахункового періоду;

$E_d$  – прогнозне значення коефіцієнта (відносно початкової вартості) ліквідаційної вартості ЛЕП для останнього року розрахункового періоду, в.о.;

$T$  – розрахунковий період, рік;

$E$  – норматив дисконтування, в.о., постійний для розрахункового періоду.

Більш загальний випадок (14) вибору перетину ліній електропередачі не змінює послідовності вибору, наведеної в прикладі. Змінюються лише розрахункова величина втрат, але кількість розрахунків значно зменшується і неекономічні перетини ЛЕП з вибору виключаються, оскільки уточнена таблиця інтервалів вартості втрат активної електроенергії є незмінною і для цього випадку.

З іншого боку, більш загальний випадок (14) вибору перетину ліній електропередачі загострює питання поєднання економічного змісту критерію вибору та забезпечення достовірними, розповсюдженими, доступними та несуперечливими даними. Як варіант подальшого вирішення цих двох аспектів відносно державних підприємств може бути використаний прийом коректування нормативного коефіцієнта капітальних вкладень з урахуванням мінімальних капітальних вкладень в суміжних галузях [12]. Подібний прийом вимагає додаткових досліджень. Але оскільки його результати зводяться до встановлення певного («еквівалентного») значення нормативу  $E_n$ , то для спрощення вибору перетину ліній електропередачі з урахуванням ефекту в суміжних галузях і підгалузях можна також використати інтервали вартості втрат активної електроенергії.

### Висновки

1. Інтервали вартості втрат активної електроенергії в лінії електропередачі є більш узагальнюючим параметром порівняно з економічними інтервалами струму і можуть бути використанні для спрощення економічного вибору перетину лінії електропередачі як за приведеними, так і за дисконтованими витратами.
2. Інтервали вартості втрат дозволяють встановити серед існуючих такі перетини кабельних ліній електропередачі, які економічно недоцільно використовувати ні за яких умов проектування і експлуатації.
3. Інтервали вартості втрат можуть бути використані для внутрішнього проектування ліній електропередачі з позицій системного підходу, в тому числі відмови від випуску окремих їх перетинів, маркетингового обґрунтування цін, функціонально-вартісного аналізу процесу виробництва кабельних ліній електропередачі та монтажу повітряних ліній електропередачі.
4. Збіг результатів вибору перетину ліній електропередачі за приведеними і дисконтованими витратами можливий лише в певних діапазонах умов використання лінії електропередачі, що загострює проблему якості економічного критерію при виборі перетину ліній електропередачі.
5. Інтервали вартості втрат активної електроенергії можуть бути розраховані для різних видів економічного критерію і різних умов використання ліній електропередачі, тому можуть бути використані для потреб узгодження виду економічного критерію і вхідних даних для його розрахунку при проектуванні і експлуатації ліній електропередачі. При цьому питання вибору власне критерію економічності вимагає додаткових досліджень.

### Література

1. Блок В.М. Выбор оптимальных сечений проводов и кабелей по кривым экономических интервалов. – Электричество. – 1975. – №1. – С.78 – 80.
2. Методика визначення економічної ефективності заходів енергозбереження, що впроваджуються на залізницях України. – К.:2005. – ЦІЕ – 004. – 52 с.
3. Денисов В.И. Техничко-экономические расчеты в энергетике: Методы экономического сравнения вариантов. – М.: Энергоатомиздат. – 1985.

4. Визначення економічної ефективності капітальних вкладень в енергетику. Методика. Енергосистеми і електричні мережі. ГКД 340.000.002-97.- К.: Міненерго України.-1997. - 52с.
  5. Будзко И.А., Левин М.С. Энергетически целесообразная плотность тока в проводах электрических линий. – Электричество.- 1985.- №2. – С.19-22.
  6. Грудинский П.Г., Приклонский Е.Н. Нормы на экономическую плотность тока. Электричество. – 1957, № 3.
  7. Веников В.А., Астахов Ю.Н. Экономические интервалы для выбора оптимальных вариантов энергетических объектов и их применение при технико-экономических расчетах электропередач.– Изв. АН СССР. Энергетика и автоматика.– 1962.– № 3.–С.13–19.
  8. Холмский В.Г., Винославский В.Н., Фиш М.Л. Экономический интервал мощностей при передаче по линии с проводами определенной марки.– Труды института теплоэнергетики АН УССР.– 1950.– № 3.
  9. Зорин В.В. К вопросу о выборе параметров линий электропередач.– Энергетика: економіка, технології, екологія.– К.: НТУУ «КПІ». – 2008.– № 2.– С. 61– 67.
  10. Мисриханов М.Ш., Мозгалев К.В., Неклепаев Б.Н., Шунтов А.В. О технико-экономическом сравнении вариантов электроустановок при проектировании. – Электрические станции. – 2004. – № 2. – С. 2–8.
  11. Очердько В.И. Упрощение экономического выбора сечения проводов и кабелей. – Деп.рукопись.– К.: УкрНИИНТИ.– 1984, №767–84Деп. – 6 с.
  12. Очердько В.И. Отклик на статью Будзко И.А., Левина М.С. «Энергетически целесообразная плотность тока в проводах электрических линий. – Электричество.– 1985.– №2. – С.19–22.».– Электричество.– 1986.– №7.– С.–69.
- 
- 
- 
-