

УДК 621.311

**О.Б. БУРИКІН** (канд. техн. наук, доц.), **В.О. ЛЕСЬКО** (канд. техн. наук, доц.),  
**В.А. ВИДМИШ, С.В. ГУЦОЛ**  
Вінницький національний технічний університет  
[prof\\_vydmysh@mail.ru](mailto:prof_vydmysh@mail.ru)

## ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ВЗАЄМОВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЕНЕРГОСИСТЕМ З УРАХУВАННЯМ ЗМІННИХ ПАРАМЕТРІВ

*В роботі розглядається метод оптимального керування взаємовпливом електричних мереж енергосистем з урахуванням змінних параметрів електричної мережі, що дозволяє підвищити ефективність оптимального керування режимами електричних мереж з метою зменшення додаткових втрат потужності від адресних і транзитних перетікань за нових економічних умов функціонування енергетичного сектору.*

**Ключові слова:** електроенергетична система, оптимальне керування, взаємовплив електричних мереж, адресні перетоки, транзит потужності, змінні параметри, метеопараметри, кліматичні втрати, опір обмоток трансформатора, опір лінії.

**Вступ.** Останні десятиліття в Україні відбуваються реформи в енергетичному секторі з метою впровадження ринкових методів керування. Відбувається зміна економічних умов функціонування та перехід від оптового ринку до балансуєчого ринку електроенергії, коли здійснюється адресне електропостачання.

Внаслідок неоптимальності режимів ЕМ адресні перетікання викликають додаткові втрати електроенергії, які зменшують їх економічну ефективність. Першопричиною неоптимальності режимів ЕМ є неоднорідність як конструктивний параметр.

Оптимізація режимів неоднорідної ЕС може здійснюватись шляхом ліквідації першопричини, тобто зниженням міри неоднорідності за рахунок спрямованого коригування параметрів пасивних елементів ЕС (реконструкція ліній, введення пристроїв повздовжньої компенсації), або шляхом примусової корекції струморозподілу на етапі експлуатації існуючих мереж за допомогою наявних пристроїв керування (трансформаторів з РПН, вольтододаєткових трансформаторів (ВДТ) тощо).

Примусова корекція струморозподілу виконується для певного часового зрізу, при чому в розрахункових моделях використовуються довідникові параметри, як приклад, ЛЕП приведені до температури навколишнього середовища 20°C, однак температура навколишнього середовища для даного зрізу може суттєво відрізнятись від вказаного значення. Змінюватись у часі можуть і інші конструктивні параметри електричних мереж [1, 2].

Вдосконалення методів оптимального керування струморозподілом електричних мереж врахуванням змінних параметрів дозволить підвищити ефективність оптимального керування режимами електричних мереж з метою зменшення додаткових втрат потужності від адресних і транзитних перетікань в темпі процесу.

**Класифікація змінних параметрів математичної моделі ЕМ.** Оптимізація нормальних режимів роботи ЕМ здійснюється за умови мінімуму цільової функції, в якості якої приймаються сумарні втрати активної потужності в ЕМ [3], тобто:

$$\Delta P = F(x, u, \psi, t) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $x$  – параметри режиму ЕМ;  $\psi$  – фактори, що викликають зміну параметрів ЕМ;  $u$  – параметри регульовальних пристроїв (коефіцієнти трансформації трансформаторів, автотрансформаторів і вольтододаєткових трансформаторів, навантаження джерел реактивної потужності);  $t$  – період часу. Згідно [1] до переліку впливових факторів  $\psi$  в задачах оптимального керування потоками потужності в ЕС можна віднести:

$$\psi = (v, k_t, n, \alpha, \gamma, \theta), \quad (2)$$

де  $v$  – порядок гармонічних складових;  $k_t$  – коефіцієнти трансформації трансформаторів;  $n$  – номер балансуєчого вузла;  $\alpha$  – кут відкриття перетворювачів;  $\gamma$  – показник неоднорідності;  $\theta$  – температура навколишнього середовища.

Врахування змінних параметрів під час керування параметрами регульовальних пристроїв дозволить уточнити розрахунок керувальних впливів, що за суттєвих відхилень параметрів від довідникових підвищить ефективність оптимального керування режимами електричних мереж.

На рис. 1 приведено основні причини зміни параметрів ЕМ кліматичного та режимного характеру, а також параметри пов'язані з оперативним керуванням.

Як показано на рис.1 пасивні параметри заступної схеми ЕМ, які у загальноприйнятих моделях розрахунку усталеного режиму можуть відрізнятись від довідникових параметрів, і змінюють свої значення залежно від багатьох факторів. Наприклад, на опір ЛЕП впливає температура навколишнього середовища, інтенсивність сонячного випромінювання та струм який протікає по лінії. Зміна вологості впливає на величину провідностей ЛЕП. Для трансформаторів зміна коефіцієнту трансформації  $k_t$  викликає зміну кількості витків по яким протікає струм навантаження, таким чином активний та реактивний опір трансформатора змінюється.



Рисунок 1 – Основні причини зміни параметрів

Таким чином, під час моделювання оптимального керування струморозподілом електричних мереж необхідно враховувати відхилення пасивних параметрів від довідникових даних, що за певних умов може сягати 30% від паспортних даних [4].

#### Оптимальне керування струморозподілом електричних мереж з урахуванням змінних параметрів.

Оптимальне керування струморозподілом електричних мереж, як відомо [5], досягається введенням в контури схеми е.р.с. небалансу, причому їх значення і напрямок повинні бути такими, щоб примусовий струморозподіл наближався до струморозподілу, розрахованому для заступної г-схеми мережі. Е.р.с. небалансу вводяться в контури за допомогою трансформаторів, автотрансформаторів та спеціальних ВДТ. Відомо [5], що е.р.с. небалансу у відносних одиницях визначаються добутком коефіцієнтів трансформації, що входять у контур з урахуванням напрямку його обходу [2, 4, 5]:

$$\dot{E}_{нб*} = 1 - \dot{k}, \quad (3)$$

де  $\dot{E}_{нб*} = \dot{E}_{нб} \cdot U_6^{-1}$ ;  $U_6$  – напруга базисного вузла;  $\dot{k}$  – вектор добутків коефіцієнтів трансформації, що входять у контур з урахуванням напрямку його обходу.

Для забезпечення однозначності розв'язання задачі оптимізації струморозподілу в ЕС [5] кількість регульованих трансформаторів приймається рівною кількості контурів, тобто решта трансформаторів, що входять у контур є незмінними. Тоді кожен елемент виразу (3) визначається так:

$$\dot{E}_{нб*d} = 1 - \prod_d \dot{k}_d^{деп} \cdot \dot{k}_d^{хор}, \quad (4)$$

де  $\dot{k}_d^{хор}$  – коефіцієнт трансформації регульованого трансформатора, що знаходяться в хорді d-го контуру заступної схеми;  $\prod_d \dot{k}_d^{деп}$  – добуток незмінних коефіцієнтів трансформації трансформаторів d-го контуру заступної схеми, які входять у дерева графа.

Як видно з виразу (4) значення коефіцієнтів трансформації, необхідних для наближення струморозподілу до оптимального, обумовлюються значеннями зрівнювальних е.р.с. розрахованих для необхідного часового зрізу. Таким чином, врахування змінних параметрів ЕМ під час розрахунку оптимальних параметрів регульованих пристроїв можливе двома способами:

– врахування змінних параметрів у математичній моделі усталеного режиму ЕМ, результати розрахунку якої дозволяють визначити  $\dot{E}_{нб*d}$  на основі уточнених параметрів режиму;

– уточнення параметрів регулювальних пристроїв  $\prod_d \dot{k}_d^{\text{дер}} \cdot \dot{k}_d^{\text{хор}}$  врахуванням змінних параметрів електричної мережі.

Практична реалізація першого способу є ускладненою, так як потребує постійного уточнення параметрів схеми електричної мережі на етапі введення початкових даних у математичну модель усталеного режиму. Крім того, як було показано вище, основні причини зміни параметрів схеми ЕМ мають різний характер виникнення та можуть бути взаємопов'язаними. Тому, застосування такого способу врахування змінних параметрів ускладнює аналіз чутливості оптимальних рішень у задачах керування поточкорозподілом ЕС.

Розв'язання останньої задачі можливе шляхом уточнення параметрів регулювальних пристроїв, що входять у контур заступної схеми електричної мережі. Такий підхід дозволить використовувати існуючі моделі оптимального керування та їх практичні реалізації фактично без змін в роботі основного алгоритму.

**Метод врахування змінних параметрів математичної моделі оптимального керування режимом електричної мережі у вигляді коефіцієнтів трансформації її віток.** На сьогоднішній день врахування зовнішніх впливів навколишнього середовища під час оптимального керування струморозподілом в електричних мережах України реалізовано мало. Відсутність методики нормування втрат електроенергії, а також використання у розрахунках наближеної методики врахування кліматичних втрат на корону та витоки у ізоляторах [6], дає можливість маніпулювати вказаними втратами для покриття недоліків ведення режиму електричних мереж. Крім того, єдина методика врахування змінних параметрів відсутня зважаючи на різний характер виникнення та складність приведення до єдиного базису.

Пропонований підхід уточнення параметрів регулювальних пристроїв  $\prod_d \dot{k}_d^{\text{дер}} \cdot \dot{k}_d^{\text{хор}}$  врахуванням змінних параметрів електричної мережі дозволить провадити аналіз чутливості оптимальних рішень у задачах керування поточкорозподілом ЕС. Суть пропонованого підходу полягає у врахування змінних параметрів математичної моделі оптимального керування струморозподілом електричної мережі, шляхом представлення всіх віток електричної схеми у вигляді трансформаторних зв'язків. При чому коефіцієнти трансформації таких віток враховують додаткову зміну напруги між початком і в кінці вітки викликану зміною її параметрів. Більш детально суть такого підходу наведено нижче.

Заступну схему лінії електропередачі (ЛЕП) (рис. 2а) або трансформатора (рис. 2б), можна представити у вигляді заступної схеми вітки з ідеальними трансформаторами (рис. 2). Зазвичай коефіцієнт трансформації такої вітки буде рівний одиниці, але при зміні її параметрів для уточнення повного опору в розрахунковій моделі ЕМ, його можна представити у вигляді функції від змінних параметрів.

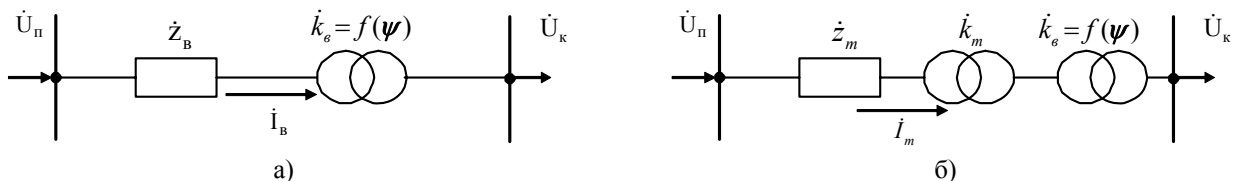


Рисунок 2 – Заступна схема вітки ЕМ з ідеальним трансформатором для врахування змінних параметрів у ЛЕП (а) та трансформаторі (б)

Коефіцієнт трансформації вітки визначається зі співвідношення напруг початку  $\dot{U}_n$  та кінця лінії  $\dot{U}_k$ , справедливого для режиму холостого ходу  $\dot{U}_n = \dot{k}_g \dot{U}_k$ . Тоді для режиму навантаження:

$$\dot{z}_g \dot{I}_g = \dot{U}_n - \dot{k}_g \dot{U}_k, \quad (5)$$

де  $\dot{k}_g$  – комплексний коефіцієнт трансформації ідеального трансформатора;  $\dot{I}_g$  – струм у вітці;  $\dot{z}_g$  – опір вітки.

Згідно (5), якщо розмістити ідеальні трансформатори в усіх вітках заступної схеми, можна записати такий матричний вираз:

$$\dot{z}_g \dot{I}_g = \dot{U}_n - \dot{K} \dot{U}_k, \quad (6)$$

де  $\dot{z}_g$  – діагональна матриця повних опорів віток розрахункової схеми ЕМ;  $\dot{I}_g$  – матриця струмів у вітках;  $\dot{K}$  – діагональна матриця комплексних коефіцієнтів трансформації (якщо в  $i$ -й вітці немає трансформатора, то  $i$ -й діагональний елемент  $\dot{k}_{i,i}=1$ );  $\dot{U}_n$ ,  $\dot{U}_k$  – вектори напруг вузлів, що є вузлами, відповідно, початку та кінця віток (у вітках з трансформаторами вузол початку відповідає первинній стороні).

Якщо в  $i$ -й вітці реальний трансформатор відсутній та відбувається зміна її повздовжніх параметрів, то  $i$ -й діагональний елемент  $\dot{k}_{i,i} \neq 1$ , а визначається зі співвідношення первинної і вторинної напруг:

$$\dot{k}'_{ij} = \frac{\dot{U}_{\kappa i}}{\dot{U}_{\kappa i} - \sqrt{3} \cdot \dot{I}_{\epsilon ij} \cdot \Delta z_{\epsilon ij}}, \quad (7)$$

де  $\Delta z_{\epsilon ij}$  – зміна опору вітки, що знаходиться між і-тим та j-тим вузлами.

Якщо в і-й вітці відбувається зміна її поперечних параметрів (наприклад, активної провідності), то і-й діагональний елемент пропонується визначати за таким виразом:

$$\dot{k}''_{ij} = \frac{\dot{U}_{\kappa i}}{\dot{U}_{\kappa i} - \sqrt{3} \cdot (\dot{I}_{\epsilon ij} + \Delta \dot{I}_{\epsilon ij}) \cdot z_{\epsilon ij}}, \quad (8)$$

де  $\Delta \dot{I}_{\epsilon ij}$  – зміна струму вітки, що знаходиться між і-тим та j-тим вузлами, викликана зміною поперечних параметрів заступної схеми електричної мережі.

Тоді, комплексний коефіцієнт трансформації вітки:

$$\dot{k}^{\text{вітки}} = \dot{k}'_{ij} \cdot \dot{k}''_{ij}. \quad (9)$$

Враховуючи (9) вираз для визначення е.р.с. небалансу (5) з урахуванням впливу змінних параметрів можна записати у такому вигляді:

$$\dot{E}_{\text{нб*д}} = 1 - \prod_d (\dot{k}^{\text{дер}} \cdot \dot{k}^{\text{вітки}}) \cdot \dot{k}_d^{\text{хор}}. \quad (10)$$

Таким чином, вираз (10) може бути використано в якості математичної моделі оптимального керування взаємовпливом ЕМ у вигляді лінеаризованої багатомірної системи з урахуванням змінних параметрів. Визначені співвідношення між векторами спостереження та керування можуть бути використані у розробці алгоритмів автоматизації керування нормальними режимами ЕМ і законів функціонування (регулювання станів) регульованих пристроїв з урахуванням умов їх практичної реалізації.

**Визначення коефіцієнтів трансформації віток схеми електричної мережі викликаних зміною її параметрів.** Для перевірки адекватності застосування розробленого підходу до моделювання впливу змінних параметрів проведено розрахунковий експерименту на прикладі фрагменту електричної мережі напругою 110 кВ, граф схема якої зображена на рис. 3. Дана схема містить 5 вузлів та 6 віток.

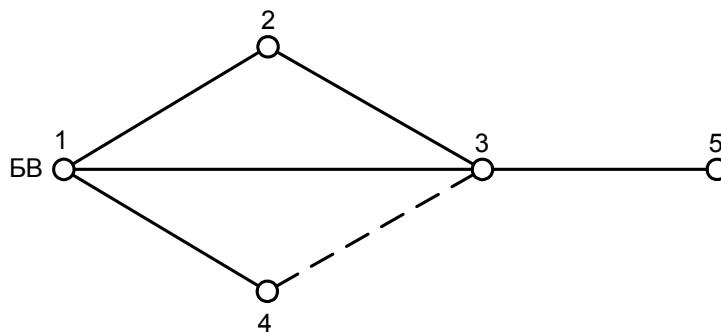


Рисунок 3 – Розрахункова схема ЕМ 110 кВ

Розрахунки виконано у системі для автоматизованого конструювання схем електричних мереж і розрахунку електричних режимів “ГрафСканер”. Розрахований режим вхідної мережі знаходиться в області допустимих значень. Суть розрахункового експерименту полягала у перевірці можливості заміни приросту опору вітки, викликаної зміною її параметрів, коефіцієнтом трансформації розрахованим за виразом (7) таким чином, щоб напруги на початку і в кінці вітки для обох способів урахування змінних параметрів співпадали.

Для розрахункового експерименту у схемі змінювався активний та реактивний опори вітки 3-4 в діапазоні від 50 до 150 % від довідникового значення її опору приведенного до температури навколишнього середовища 20°C, з кроком у 10 %. Загалом розраховано 11 режимів роботи мережі, які імітують зміну параметрів вітки 3-4 в залежності від умов навколишнього середовища, для яких значення напруг вузлів приведено в табл. 1.

Для вказаних у табл. 1 значень змін опору вітки 3-4 за виразом (7) розраховано коефіцієнти трансформації вітки, значення яких необхідно ввести у розрахункову модель, без зміни опору вітки, для отримання аналогічних значень напруг у вузлах схеми. Результати розрахунків приведено у табл. 2.

З метою більш наочного аналізу покажемо отримані результати у вигляді графічних залежностей напруги у вузлах 3 і 4 від зміни опору вітки та розрахованого коефіцієнту трансформації (рис. 4). Як видно з графічних залежностей використання пропонованого способу викликає незначні відхилення напруги у вузлах, від традиційного способу введення додаткового опору у вітку схеми, лише за суттєвих змін параметрів вітки понад 30% від довідникових даних, що фактично ніколи не зустрічається на практиці.

Таблиця 1 – Значення напруг у вузлах схеми при зміні опору вітки 3-4

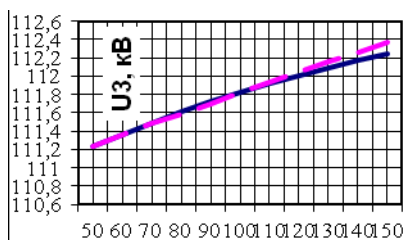
dZ, %	R <sub>3-4</sub> , Ом	X <sub>3-4</sub> , Ом	U <sub>2</sub> , кВ	U <sub>3</sub> , кВ	U <sub>4</sub> , кВ	U <sub>5</sub> , кВ
50	3	12	111,45	111,23	108,22	120,04
60	3,6	14,4	111,5	111,36	107,88	120,17
70	4,2	16,8	111,54	111,49	107,56	120,29
80	4,8	19,2	111,58	111,61	107,26	120,4
90	5,4	21,6	111,62	111,72	106,99	120,5
100	<b>6</b>	<b>24</b>	111,65	111,82	106,73	120,6
110	6,6	26,4	111,68	111,92	106,49	120,69
120	7,2	28,8	111,71	112	106,26	120,77
130	7,8	31,2	111,74	112,09	106,04	120,85
140	8,4	33,6	111,77	112,17	105,84	120,92
150	9	36	111,8	112,24	105,65	120,99

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів трансформації вітки 3-4 залежно від зміни її опору.

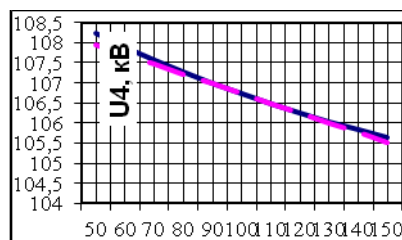
dZ, %	k <sup>вітки</sup>	U <sub>2</sub> , кВ	U <sub>3</sub> , кВ	U <sub>4</sub> , кВ	U <sub>5</sub> , кВ
50	0,977	111,45	111,24	107,94	120,05
60	0,9816	111,49	111,36	107,7	120,17
70	0,9861	111,53	111,48	107,45	120,28
80	0,9907	111,57	111,59	107,21	120,38
90	0,9954	111,61	111,7	106,97	120,49
100	1	111,65	111,82	106,73	120,6
110	1,0047	111,69	111,93	106,48	120,71
120	1,0094	111,73	112,04	106,24	120,81
130	1,0141	111,77	112,16	106	120,91
140	1,0188	111,8	112,26	105,76	121,02
150	1,0236	111,84	112,37	105,51	121,12

Таким чином, отримані результати підтверджують адекватність запропонованого способу заміни приросту опору вітки, викликаного зміною її параметрів, відповідним коефіцієнтом трансформації, застосування якого у розрахунковій моделі буде викликати аналогічний спад напруги у вітці.

Використання вказаного способу у математичній моделі оптимального керування усталеними режимами ЕМ (4) у вигляді уточненої моделі (10) дозволить підвищити ефективність оптимального керування струморозподілом ЕМ врахуванням змінних параметрів (2), шляхом перерахунку їх впливу у коефіцієнти трансформації віток.



а)



б)

— розрахунок з використанням коефіцієнтів трансформації; — розрахунок з використанням введення у вітку схеми додаткового опору.

Рисунок 4 – Залежність напруги початку а) та кінця б) вітки 3-4 в залежності від зміни її опору та з врахуванням її змінних коефіцієнтів трансформації

**Висновки.** 1. Запропоновано новий спосіб урахування змінних параметрів електричної мережі у математичній моделі оптимального керування її струморозподілом. Такий підхід дозволяє розробити єдину методику врахування причин зміни параметрів кліматичного і режимного характеру, а також факторів пов'язаних з оперативним керуванням з приведенням їх до єдиного базису.

2. Можливість кількісної оцінки впливу окремих змінних параметрів ЕМ на оптимальні керувальні впливи дозволяє виконувати аналіз чутливості оптимальних рішень у задачах керування взаємовпливом ЕС. Кількісна оцінка впливу факторів різного характеру може бути використана для розробки методу визначення коефіцієнтів чутливості у вигляді критеріїв подібності, а також алгоритму визначення керувальних впливів з урахуванням змінних параметрів та критеріїв подібності.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П.Д. Врахування змінних параметрів електричної системи в її розрахунковій моделі усталеного режиму / П.Д. Лежнюк, В.А. Видмиш // Научные труды КГПУ “Проблемы создания новых машин и технологий”. - 2004. – Выпуск 2. – С. 144 – 146.

2. Бурикін О.Б. Оптимальне керування нормальними режимами електричних мереж з урахуванням метеопараметрів на базі Інтернет технологій / О.Б. Бурикін, В.А. Видмиш // Вісник ВПІ. – 2011. – № 6. – С. 67–71.

3. Лежнюк П. Д. Взаємовплив електричних мереж і систем в процесі оптимального керування їх режимами: монографія / П. Д. Лежнюк, В.В. Кулик, О. Б. Бурикін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 123 с.

4. Воротницький В.Э. Оценка погрешностей расчета переменных потерь электроэнергии в ВЛ из-за неучета метеоусловий / В.Э. Воротницький, О.В. Туркина //Электрические станции. - 2008. - № 10. - С. 42-49.

5. Оптимальне керування потоками в неоднорідних електричних системах з урахуванням чутливості / [П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. Б. Бурикін, В. В. Тептя] // Вісник національного університету “Львівська політехніка”: Електроенергетичні та електромеханічні системи. – 2010. – № 666. – С. 56-61. – ISSN 0321-0499.

6. Методика по визначенню втрат електроенергії в трансформаторах і лініях електропередач / затверджена Заст. Міністра енергетики України з енергетичного нагляду В. А. Дарчук. – Київ, 1998 р.

#### REFERENCES

1. Lezhnyuk P.D., Vydmysh V.A. An account of variable parameters of the electrical system in its calculation model of a steady mode. *Opublikovano nauchniye trudy KGPU “Problemy sozdaniya novyh mashin i tehnologiy”*. 2004; 2: 144-146.

2. Burykin O.B., Vydmysh V.A. Optimal control of electrical networks by the normal modes taking into account meteoroparameters on a base the Internet technologies. *Visnyk VPI*. 2011; 6: 67-71.

3. Lezhnyuk P.D., Kulyk V.V., Burykin O.B. *Vzayemovplyv elektrychnykh merezh i system v protsesi optymalnogo keruvanniya yih regyamy* [Interconnected power system electric networks interference in the process of their modes optimal control] Vinnytsia: UNIVERSUM- Vinnytsia, 2008. 123 p.

4. Vorotniskiy V.E., Turkina O.V. Estimation of variable losses calculation errors of electrical power in HV lines caused by unaccount of meteorconditions. – *Electrical stations*. 2008; 10: 42-49.

5. Lezhnyuk P.D. An power flows optimal control in the non-uniform electrical systems taking into account a sensitiveness. Lezhnyuk P.D., Kulyk V.V., Burykin O.B. Teptya V.V. *Visnyk nationalnogo universitetu “Lvivska politehnika”*: *Elektroenergetychni ta elektromehanichni systemy*. 2010; 666: 56-61. – ISSN 0321-0499.

6. A method of electrical power losses determination in transformers and power transmission lines / zatverdzhena zast. Ministra eneretyky Ukrainy z eneretychnogo naglyadu. V.A. Darchuk – Kyiv. 1998.

Надійшла до редакції 15.03.2013

Рецензент: Е.Г. Курінний

О. Б. БУРЫКИН, В. О. ЛЕСЬКО, В. А. ВЫДМЫШ, С. В. ГУЦОЛ  
Винницкий национальный технический университет

**Оптимальное управление взаимодействием электрических сетей энергосистем с учетом изменяющихся параметров.** В работе рассматривается метод оптимального управления взаимодействием электрических сетей энергосистем с учетом изменяющихся параметров электрической сети, что позволяет повысить эффективность оптимального управления режимами электрических сетей с целью уменьшения дополнительных потерь мощности от адресных и транзитных перетоков с учетом новых экономических условий функционирования энергетического сектора.

**Ключевые слова:** *электроэнергетическая система, оптимальное управление, взаимодействие электрических сетей, адресные перетоки, транзит мощности, изменяющийся параметры, метеопараметры, климатические потери, сопротивление обмоток трансформатора, сопротивление линии.*

O. BURYKIN, V. LESKO, V. VYDMYSH, S. GUTSOL  
Vinnytsia National Technical University

**Optimal Control of the Electrical Power System Networks Interference in Response to Their Variable Parameters.** The given article is devoted to method of electrical power system networks interference optimal control taking into account the variable parameters of electric network. It allows increasing efficiency of electric networks modes optimal control with the purpose of reducing of additional power losses from address and transit power flows at new economic operating power conditions. Variable parameters are taken into account in a mathematical model of power flow optimal control, by presentation of all branches of electric scheme as transformer connections. The transformation coefficients of such branches take into account the additional voltage drop between the beginning and at the end of branch caused by the change of its parameters. The expected transformation coefficients are used for clarification of optimum parameters of present control actions, after the criterion of minimum electric network active-power losses.

**Key words:** *electrical system, power flow optimal control, interference of electrical networks, address flow, transit power, variable parameters, meteoroparameters, climatic losses, resistance of transformer windings, line resistance.*