

**БОЙКО С.М.**

Криворізький національний університет

ORCID ID: 0000-0001-9778-2202

e-mail: Bsn1987@i.ua

**ВИШНЕВСЬКИЙ С. Я.**

Вінницький національний технічний університет

ORCID ID: 0000-0002-2159-603X

e-mail: Svyato.vish.ua@gmail.com

**МОСКАЛИК В. М.**

Харківський національний університет внутрішніх справ

ORCID ID: 0000-0003-4916-3102

**ПОДГОРНИХ Н. В.**

Харківський національний університет внутрішніх справ

ORCID ID: 0000-0002-1503-6896

matvienkonadya@gmail.com

## МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Альтернативним рішенням питання другого незалежного джерела живлення електроспоживачів можуть бути використані джерела розосередженої генерації, розташованої на території авіаційних підприємств, з метою електропостачання відповідальних електроприймачів у аварійних ситуаціях та у інших псевдоаварійних режимах роботи, з метою зменшення витрат за спожиту електроенергію та підвищення рівня надійності електропостачання. Водночас, аналіз розподілу потоків споживання електроенергії свідчить, що велика частка електричної енергії припадає саме на локальні енергетичні об'єкти, що обумовлює в цілому актуальність вивчення питань особливостей прогнозування електроспоживання з мережі в умовах авіаційних підприємств та актуальності застосування при цьому комбінованого підходу, особливо при впровадженні в структуру електропостачання цих підприємств розосередженої генерації. Проблематикою цієї роботи є питання підвищення енергоефективності авіаційних підприємств. Між тим, що не менш важливо, досвід показує, що незважаючи на недовантаження електричних потужностей, збитки від аварійних перерв енергозабезпечення з кожним роком зростають. Враховуючи складність технологічного процесу та специфіку функціонування авіаційних підприємств, актуальною науково-практичною задачею є розробка методу оптимізації режимів роботи енергетичного обладнання цих підприємств при впровадженні в структуру електропостачання розосередженої генерації. Між тим, що не менш важливо, досвід показує, що незважаючи на недовантаження електричних потужностей, збитки від аварійних перерв енергозабезпечення з кожним роком зростають. Кожний параметр загальної оптимізації вибору режимів роботи енергетичного обладнання гірничорудних підприємств має різний ступінь впливу. Водночас з метою достатньо енергоефективного використання таких мініелектростанцій в структурах систем електроживлення необхідно ґрунтовно аналізувати питання, пов'язані з режимами роботи енергетичного обладнання цих підприємств. Запропонований метод дозволяє оптимізувати роботу енергетичного обладнання авіаційних підприємств при впровадженні до структури їх електропостачання розосередженої генерації.

Ключові слова: розосереджена генерація, енергетичне обладнання, електропостачання авіаційних підприємств, оптимізація режимів роботи.

**SERGEY BOIKO**

Kryvyi Rih National University

**SVIATOSLAV VISHNEVSKYI**

Vinnytsia National Technical University

**VITALII MOSKALYK,**

Kharkiv National University of Internal Affairs

**NADIYAPODHORNYKH**

Kharkiv National University of Internal Affairs

## METHOD OF OPTIMIZATION OF THE OPERATING MODES OF THE ENERGY POWER SUPPLY OF AVIATION ENTERPRISES

Alternatively rishennyam nutrition Other Square dzherela zhivlennya elektrospozhyvachiv mozhut Buti vikoristani dzherela rozoseredzhenoi generatsii, rozdashovanoi on teritorii aviatsiynih pidpriemstva, of metoyu elektropostachannya vidpovidalnih elektropriymachiv in avariynih situatsiyah that have inshih psevdovariynih robot mode, of metoyu zmeshennya vitrat for spozhitu elektroenergiyu that pidvischennya rivnya nadiynosti elektropostachannya. Vodnochase, analiz rozpodilu potokiv spozhivannya elektroenergiyi svidchit scho great chastka elektrichnoi energii pripadae sama on lokalni energetichni ob'ekti scho obumovlyue in tselomu aktualnist vivchennya power Especially prognozuvannya elektrospozhyvannya of MEREZHI in the Minds of companies that aviatsiynih aktualnosti zastosuvannya at tsomu kombinovanogo pidhodu, Especially when vprovadzhenni into the structure of electrical supply of these enterprises of rose-energy generation. The problematics of tsiei work and e nutrition for the promotion of energy efficiency of aviation enterprises. Meanwhile, it's not less important, I'll show you that, regardless of the lack of electrical tension, the breakdowns in the event of emergency interruptions in energy security with skin fate are increasing. The complexity of the technological process and the specifics of the functioning of aviation enterprises, an actual scientific and practical task is the development of a method for optimizing the modes of operation of the power supply of these enterprises when introduced into the structure of the electric supply of a rose-energy generator. Meanwhile, it's not less important, I'll show you that, regardless of the lack of electrical tension, the breakdowns in the event of emergency interruptions in energy security with skin fate are increasing. The skin parameter of the global optimization of the choice of modes of operation and energy-efficient operation of the gas-mining enterprises may vary in the degree of injection. At the same time, with the method of sufficient energy-efficient use of such mini-electric power stations in the structures of power generation systems, it is necessary to analyze

*the power supply connected with the modes of robotic energy-saving possession of these enterprises. The proposition method allows optimizing the robot of the power supply of aviation enterprises with the introduction to the structure of their power supply of rose-energy generation.*

*Key words: rose-powered generation, energy supply, power supply to aviation enterprises, optimization of work modes.*

### Постановка проблеми

В контексті світової економіки, авіаційному транспорту на сьогодні з поміж інших характеристик, притаманна висока технологічна складність транспортних засобів, підвищення рівня безпеки авіаційного транспорту, посилення заходів захисту авіації від актів незаконного втручання та розвиток сучасних мультимодальних транспортних технологій та інфраструктурних комплексів під різні види транспорту [1].

Зважаючи на реалії сьогодення, питання підвищення енергоефективності авіаційних підприємств (АП) є актуальним. Між тим, що не менш важливо, досвід показує, що незважаючи на недовантаження електричних потужностей, збитки від аварійних перерв енергозабезпечення з кожним роком зростають.

Одним з альтернативних рішень питання другого незалежного джерела живлення електроспоживачів можуть бути використані джерела розосередженої генерації, розташованої на території підприємства, з метою електропостачання відповідальних електроприймачів у аварійних ситуаціях та у інших псевдоаварійних режимах роботи, з метою зменшення витрат за спожиту електроенергію та підвищення рівня надійності електропостачання.

Водночас, аналіз розподілу потоків споживання електроенергії свідчить, що велика частка електричної енергії припадає саме на локальні енергетичні об'єкти, що обумовлює в цілому актуальність вивчення питання особливостей прогнозування електроспоживання з мережі в умовах підприємств та актуальності застосування при цьому комбінованого підходу, особливо при впровадженні в структуру електропостачання цих підприємств розосередженої генерації (РГ) [2].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

У ряді попередніх досліджень автори обґрунтовують необхідність оптимізації режимів роботи електричного обладнання АП при застосуванні РГ, за критеріями економічності та ефективності передбачає формування ефективних режимів в умовах постійного зростання навантаження електроспоживачів та збільшення реальної складової спожитої електричної енергії (ЕЕ) згенерованої при використанні РГ [4–10].

Для досягнення максимального економічного ефекту при застосуванні РГ в умовах АП, систем керування навантаженням та акумулюючого обладнання (АБ), особливо важливим є організація планування електроспоживання, оперативного і оптимального вибору режимів генерації ЕЕ РГ в умовах АП та оперативного керування режимами роботи енергетичного обладнання (ЕО), яке використовується для забезпечення ефективного і безперебійного функціонування обладнання електроспоживачів АП, з метою узгодження режимів роботи джерел генерації АП і зовнішньої електромережі.

### Мета статті

Головною метою цієї роботи є розробка методу оптимізації режимів роботи енергетичного обладнання АП при впровадженні в структуру електропостачання цих підприємств РГ.

### Виклад основного матеріалу

З метою вироблення оптимізованих режимів ЕО АП, необхідно виділити основні, найбільш ефективні складові, які безпосередньо впливають на рівень оптимізації в цілому, тобто фактори впливу ( $\alpha_i$ ) та сформулювати їх зміст, визначивши ступінь впливу (прояву) на процес оптимізації. В умовах АП при

застосуванні РГ можна виділити найбільш впливові фактори, кожний з яких залежить від критеріїв  $\beta_i^j$ , які визначають ступінь впливу даного фактора на визначення оптимальних режимів роботи ЕО в умовах АП [3].

В той же час, необхідно визначитись в способах застосування кожного окремо взятого джерела ЕЕ, її розташуванні та її параметрах, економічній доцільності використання РГ в умовах АП. А отже задача оптимізації безпосередньо залежить від типу РГ, її параметрів, кількості, місць розташування, режимів використання, параметрів атмосфери, сезонів року, тарифних зон доби, впливу зовнішніх факторів на споживання і генерацію ЕЕ, а також рівня впливу РГ на екологію оточуючого середовища, з метою зменшення негативного впливу на стан атмосферного повітря, швидкості руху повітряних мас, на міграцію птахів, електромагнітне випромінювання в усіх діапазонах (СВЧ, ВЧ, СЧ, НЧ, УКВ) збереження біофлори, біоценозу на території розміщення РГ, зменшення впливу на ерозію поверхні та інше [3, 8].

Тому необхідно врахувати типи і кількість РГ та можливий вплив на вироблення оптимальних і ефективних режимів роботи ЕО АП, а саме вплив кожного джерела генерації ЕЕ ( $\gamma_{ij}^q$ ) та режимів використання РГ ( $l = 1, p$ ,  $p$  – кількість режимів).

Кожний параметр загальної оптимізації вибору режимів роботи ЕО АП має різний ступінь впливу (прояву, важливості). Тому для вироблення оптимальних режимів роботи РГ в умовах АП за критеріями економічності та ефективності, пропонуємо використати цільову функцію загального виду:

$$0 < F_i^{jq}(n, m, k, p, \mu_{\alpha_i}, \beta_i^j, \gamma_{ij}^q) = \frac{1}{n \cdot m \cdot k} \sum_{i,j,q,l=1}^{l=p, q=k, j=m, i=n} (\mu_{\alpha_i} \cdot \beta_{ijl_{cp}}^q \cdot \gamma_{ijq_{cp}}^l) =$$

$$= \frac{1}{n \cdot m \cdot k} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{q=1}^k \mu_{\alpha_i} \left( \frac{1}{k} \cdot \sum_{i,j,q,l=1}^{l=p, q=k, j=m, i=n} \beta_{ijl_{cp}}^q \right) \left( \frac{1}{p} \sum_{l=1}^p \gamma_{ijq}^l \right) < 1$$

де  $\alpha_i$  - і-й фактор,

$\beta_i^j$  - рівень впливу j-го критерію і-го фактора;

$\gamma_{ij}^q$  - рівень впливу в і-му факторі, j-му критерії

$i = \overline{1, n}$ ,  $n$  - кількість факторів,  $j = \overline{1, m}$ ,  $m$  - кількість критеріїв,  $q = \overline{1, k}$   $k$  - кількість обладнання

(ДРГ) ЕО  $l = \overline{1, p}$   $p$  - кількість режимів прояву критерію даного фактора.

$$\mu_{\alpha_i} = \frac{1}{n}, 0 < \mu_{\alpha_i} < 1, \sum_{i=1}^n \mu_{\alpha_i} = 1$$

Примітка.  $\alpha_i$  можуть бути рівнозначні, тоді

Якщо  $\alpha_i$  не рівнозначні, то ступінь їх важливості  $\mu_i$  визначають у відсотках (%) записаних

десятковим дробом,  $\mu_{\alpha_i} \in [0; 1), \beta_i^j \in [0; 1], \gamma_{ij}^q \in (0; 1)$ .

З метою з'ясування ступеня важливості кожного фактора а оптимізацію вибору режиму роботи ЕО

$$\varphi_{ij}^{ql}(\beta_{ij}^{lq}, \gamma_{ij}^{ql}) = \frac{1}{n \cdot m \cdot k} \sum_{q,l=1}^{l=p, q=k} (\mu_{\alpha_i} \cdot \beta_{ij_{cp}}^{lq} \cdot \gamma_{ij_{cp}}^{ql}), j = \overline{1, m}$$

АП, обмежують проміжні цільові функції (ПЦФ)

$q = \overline{1, k}$ ,  $l = \overline{1, p}$ , де  $i$  - номер фактора,  $j$  - номер критерію і-го фактора;  $q$  - номер електрообладнання (джерела ЕЕ),  $p$  - кількість режимів в  $j$ -му критерії в і-му факторі,  $n$  - кількість факторів,  $m$  - кількість критеріїв,  $k$  - кількість обладнання, яке споживає (генерує) ЕЕ,  $l$  - кількість режимів в  $j$ -му критерії і-го фактора[4, 9].

Якщо фактори  $\alpha_i$  рівнозначні, то  $\mu_{\alpha_i}$  мають рівні числові значення, які можна обчислити за

$$\mu_{\alpha_i} = \frac{1}{n}$$

формулою  $\mu_{\alpha_i} = \frac{1}{n}$ . Для спрощення обчислення можна прийняти кожне  $\mu_{\alpha_i}$  рівними одиниці, тобто  $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 1$ . Якщо  $\mu_{\alpha_i}$  обчислюють, то одержують числові значення у вигляді десяткових дробів, при чому

$$0 < \mu_{\alpha_i} < 1, \sum_{i=1}^n \mu_{\alpha_i} = 1$$

Якщо фактори  $\alpha_i$  нерівнозначні (рівні прояву (впливу)) різні, то ступінь то ступінь їх важливості ( $\mu_i$ )

визначають у відсотках (%), які записують у вигляді десяткових дробів, причому  $0 < \mu_{\alpha_i} < 1$ .

Для обчислення числових значень  $\beta_{i_{cp}}^{jl}, \gamma_{ij_{cp}}^l$  необхідно скласти таблицю для кожного критерію відповідного фактора, визначивши режими по кожному критерію для всіх типів обладнання, визначивши значення вагових коефіцієнтів по кожному режиму для кожного типу обладнання. В таблиці по горизонталі розміщують типи обраного обладнання ( $q = \overline{1, k}$ , кількість ЕО), а по вертикалі, для кожного критерію, номера режимів ( $l = \overline{1, p}$ ,  $p$  - кількість режимів, що відповідають даному критерію).

Наприклад, якщо  $i=2, j=1, q=5, p=3$ , тобто для 2-го фактора, 1-го критерію, із 3-ма режимами, для 5-ти типів обладнання, матимемо наступний вигляд таблиці:

$$A_{ijq}^l = \begin{pmatrix} q_1 l_1 & \dots & q_1 l_p \\ \dots & \dots & \dots \\ q_k l_1 & \dots & q_k l_p \end{pmatrix}$$

- .....в/к обладнання відносно режимів роботи ЕО  $\beta_i^j$  критерій,  $\alpha_i$

фактора, де  $q_1 l_1 = \gamma_{ijq}^l, \dots$

Тобто по вертикалі утворюються кортежі для кожного типу обладнання для  $q_1: \{\gamma_{ijq_1}^{l1}; \gamma_{ijq_1}^{l2}; \gamma_{ijq_1}^{l3} \dots\}$  ;  
 $q_2: \{\gamma_{ijq_2}^{l1}; \gamma_{ijq_2}^{l2}; \gamma_{ijq_2}^{l3} \dots\}$  ... ;  $q_k: \{\gamma_{ijq_k}^{l1}; \gamma_{ijq_k}^{l2}; \gamma_{ijq_k}^{l3} \dots\}$

Потім знаходять середнє значення вагових коефіцієнтів кожного кортежу для кожного номера обладнання, утворивши кортеж середніх значень вагових коефіцієнтів для всіх номерів обладнання за формулою:

$$\gamma_{ijq_1}^{l-p} = \frac{1}{p} \sum_{l=1}^p \gamma_{ijq_1}^l = \frac{1}{p} (\gamma_{ijq_1}^{l_1} + \gamma_{ijq_1}^{l_2} + \gamma_{ijq_1}^{l_3} + \dots)$$

Таблиця 1

Обладнання		q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>	q <sub>3</sub>	q <sub>4</sub>	q <sub>5</sub>	...	q <sub>k</sub>
$\gamma_{cp}$		$\gamma_{211cp}^l$	$\gamma_{212cp}^l$	$\gamma_{213cp}^l$	$\gamma_{214cp}^l$	$\gamma_{215cp}^l$	...	$\gamma_{21kcp}^l$
Режими $\alpha_2(\beta_2)$	l <sub>1</sub>	$\gamma_{211}^1$	$\gamma_{212}^1$	$\gamma_{213}^1$	$\gamma_{214}^1$	$\gamma_{215}^1$	...	$\gamma_{21k}^1$
	l <sub>2</sub>	$\gamma_{211}^2$	$\gamma_{212}^2$	$\gamma_{213}^2$	$\gamma_{214}^2$	$\gamma_{215}^2$	...	$\gamma_{21k}^2$
	l <sub>3</sub>	$\gamma_{211}^3$	$\gamma_{212}^3$	$\gamma_{213}^3$	$\gamma_{214}^3$	$\gamma_{215}^3$	...	$\gamma_{21k}^3$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	l <sub>p</sub>	$\gamma_{211}^p$	$\gamma_{212}^p$	$\gamma_{213}^p$	$\gamma_{214}^p$	$\gamma_{215}^p$	...	$\gamma_{21k}^p$

Аналогічно для кожного типу ЕО (q<sub>k</sub>):

$$q_1, \dots, q_k: \{\gamma_{ijq_1cp}^{l-p}; \gamma_{ijq_2cp}^{l-p}; \gamma_{ijq_3cp}^{l-p} \dots \gamma_{ijq_kcp}^{l-p}\}$$

Потім знаходять середнє сумарне загальне значення по всіх режимах і типах обладнання за формулою:

$$\gamma_{ijq_{1-k}cp}^{l-p} = \frac{1}{k} \sum_{q=1}^k \gamma_{ijq}^l = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{p} (\gamma_{ijq_1cp}^{l-p} + \gamma_{ijq_2cp}^{l-p} + \gamma_{ijq_3cp}^{l-p} + \dots + \gamma_{ijq_kcp}^{l-p})$$

Для кожного і-го фактора, j-го критерію, по всіх режимах l, для всіх типів обладнання q середнє значення вагових коефіцієнтів (по вертикалі). Аналогічно проводять обчислення числових середніх значень вагових коефіцієнтів для всіх режимів і типів обладнання по горизонталі, при чому числові значення вагових коефіцієнтів в кожній клітинці таблиці є однаковими як для  $\gamma_{ijq_1}^{l_1}$ , так і для  $\beta_{ijl_1}^{q_1}$ , тобто  $\gamma_{ijq_1}^{l_1} = \beta_{ijl_1}^{q_1}$ , які знаходяться в інтервалі [0;1], визначаються експертним шляхом [10].

Загальний вигляд оптимізації режимів роботи обладнання:

$$K_{ijlq} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \beta_{1_1} l_1 q_1 & \dots & \alpha_1 \beta_{1_1} l_1 q_2 & \dots & \alpha_1 \beta_{1_1} l_1 q_k & \dots & \alpha_1 \beta_{1_2} l_2 q_1 & \dots & \alpha_1 \beta_{1_2} l_2 q_k & \dots & \alpha_1 \beta_{1_p} l_p q_k & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_n \beta_{n_1} l_1 q_1 & \dots & \alpha_n \beta_{n_1} l_1 q_2 & \dots & \alpha_n \beta_{n_1} l_1 q_k & \dots & \alpha_n \beta_{n_2} l_2 q_1 & \dots & \alpha_n \beta_{n_2} l_2 q_k & \dots & \alpha_n \beta_{n_p} l_p q_k & \dots \end{pmatrix}$$

$$\alpha_8(\beta_8^j) \rightarrow \min$$

**Висновки і пропозиції**

1. На АП актуальним та можливим є впровадження в загальну структуру систем електроживлення розосередженої генерації на базі відновлюваних джерел енергії. Водночас з метою достатньо енергоефективного використання таких мініелектростанцій в структурах систем електроживлення необхідно ґрунтовно аналізувати питання, пов'язаних з режимами роботи енергетичного обладнання цих підприємств.
2. Запропонований метод дозволяє оптимізувати роботу енергетичного обладнання АП при впровадженні до структури їх електропостачання розосередженої генерації.

**Література**

1. Бабак В. П., Харченко В. П., Максимов В. О. та ін. Безпека авіації К., 2004. 584 с.
2. Modern aspects of application and development of Unmanned Aerial Vehicles. Monograph / T. Shmelova, S. Boiko, O. Kotov, O. Burlaka, M. Nozhnova, Yu. Bershadskaya, L. Chyzhova, D. Hinosian, V. Zhurid, V. Yemets, Yu. Oliynyk, B. Moskaluk Warsaw: iScience Sp. z.o.o. 2021. 162 p.

3. Бойко С.М. Теоретичні засади формування електроенергетичних систем з джерелами розосередженої генерації гірничорудних підприємств. / С. М. Бойко // Монографія, під редакцією доктора техн. наук, професора О.М. Сінчука. – Кременчук, 2020. – 263с.
4. Shumilova G.P., Gotman N.E., Startceva T.B. Electrical load forecasting using an artificial intelligent methods // RNSPE, 10-14 September, 2001, Proceedings. Kazan: Kazan State Power Eng. University, 2001. Vol. I. P. 440-442.
5. Baumann T., Germond A. Application of the Kohonen Network to Short-Term Load Forecasting. IEEE 0-7803-1217-1. 1993. P.407-412.
6. Кузнецов М.П. Методи оцінки випадкових параметрів роботи енергосистем з інтегрованими вітровими електростанціями / М.П.Кузнецов // Відновлювана енергетика. 2014. № 1. С. 59–64.
7. Buchholz B., Styczynski Z. Smart Grids Fundamentals and Technologies in Electricity Networks, Springer 2014. 396 p.
8. Shumilova G.P., Gotman N.E., Startceva T.B. Electrical load forecasting using an artificial intelligent methods // RNSPE, 10-14 September, 2001, Proceedings. Kazan: Kazan State Power Eng. University, 2001. Vol. I. P. 440-442.
9. Bayir R. Kohonen Network based fault diagnosis and condition monitoring of serial wound starter motors [Text] / R. Bayir, O. F. Bay: IJSIT Lecture Note of International Conference on Intelligent Knowledge Systems, Vol. 1, № 1, 2004.
10. Charytoniuk W., Chen M.S. Short-term Forecasting in Power Systems Using a General Regression Neural Network // IEEE Trans. on Power Systems. 1995. Vol. 7. № 1.

#### References

1. Babak V. P., Kharchenko V. P., Maksymov V. O. ta in. Bezpeka aviatsiyi K., 2004. 584 s. [in Russian].
2. Modern aspects of application and development of Unmanned Aerial Vehicles. Monograph / T. Shmelova, S. Boiko, O. Kotov, O. Burlaka, M. Nozhnova, Yu. Bershadskaya, L. Chyzhova, D. Hinosian, V. Zhurid, V. Yemets, Yu. Oliinyk, B. Moskaluk Warsaw: iScience Sp. z.o.o. 2021. 162 p.
3. Boyko S.M. Teoretychni zasady formuvannya elektroenerhetychnykh system z dzherelamy rozoseredzhenoyi heneratsiyi himykorudnykh pidpryyemstv. / S. M. Boyko // Monohrafiya, pid redaktsiyeyu doktora tekhn. nauk, profesora O.M. Sinchuka. – Kremenchuk, 2020. – 263s.
4. Shumilova G.P., Gotman N.E., Startceva T.B. Electrical load forecasting using an artificial intelligent methods // RNSPE, 10-14 September, 2001, Proceedings. Kazan: Kazan State Power Eng. University, 2001. Vol. I. P. 440-442.
5. Baumann T., Germond A. Application of the Kohonen Network to Short-Term Load Forecasting. IEEE 0-7803-1217-1. 1993. P.407-412.
6. Kuznyetsov M.P. Metody otsinky vypadkovykh parametrov roboty enerhosystem z intehrovanymy vitrovymy elektrostantsiyamy / M.P.Kuznyetsov // Vidnovlyuvana enerhetyka. 2014. № 1. S. 59–64.
7. Buchholz B., Styczynski Z. Smart Grids Fundamentals and Technologies in Electricity Networks, Springer 2014. 396 p.
8. Shumilova G.P., Gotman N.E., Startceva T.B. Electrical load forecasting using an artificial intelligent methods // RNSPE, 10-14 September, 2001, Proceedings. Kazan: Kazan State Power Eng. University, 2001. Vol. I. P. 440-442.
9. Bayir R. Kohonen Network based fault diagnosis and condition monitoring of serial wound starter motors [Text] / R. Bayir, O. F. Bay: IJSIT Lecture Note of International Conference on Intelligent Knowledge Systems, Vol. 1, № 1, 2004.
10. Charytoniuk W., Chen M.S. Short-term Forecasting in Power Systems Using a General Regression Neural Network // IEEE Trans. on Power Systems. 1995. Vol. 7. № 1.

Рецензія/Peer review : 17.12.2021

Надрукована/Printed :30.12.2021