

УДК 621.311

doi:10.20998/2413-4295.2016.18.09

## НОРМУВАННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ КРИТЕРІАЛЬНИМ МЕТОДОМ З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОНЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

П. Д. ЛЕЖНЮК<sup>1</sup>, О. О. РУБАНЕНКО<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Кафедра електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, УКРАЇНА

<sup>2</sup> Кафедра електротехнічних систем, технологій та автоматизації в АПК, Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, УКРАЇНА

\*email: lena\_rubanenko@bk.ru

**АНОТАЦІЯ.** В статті розглянута можливість вдосконалення існуючих та розробки нових методів оптимізації режимів, коли критерієм оптимальності є втрати електроенергії під час її транспортування з врахуванням планового значення технічних втрат потужності в умовах неповноти вихідних даних. Запропоновано метод визначення нормативного значення втрат електроенергії в електричних мережах агропромислового комплексу, який полягає в уточненні коефіцієнтів при членах нормативної характеристики. В статті запропоновано три алгоритми вирішення задач високої міри складності, до яких і відноситься задача визначення планового значення технічних втрат потужності.

**Ключові слова:** планове значення технічних втрат потужності, нормативне значення електроенергії, нейронечітке моделювання, критеріальне програмування, критерій подібності, функція належності, впливний фактор, оптимальне керування, втрати електроенергії, міра складності.

## VALUATION OF POWER LOSSES IN ELECTRICAL NETWORKS OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX BY CRITERION METHOD WITH USE NEURO-FUZZY MODELLING

P. D. LEZHNYUK<sup>1</sup>, O. O. RUBANENKO<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Department of electric stations and systems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, UKRAINE

<sup>2</sup> Department of electrical engineering systems, technologies and automation in agriculture, Vinnytsia national agrarian University, Vinnytsia, UKRAINE

\*email: lena\_rubanenko@bk.ru

**ABSTRACT** The article considers the possibility of improving existing and developing new methods of the modes optimization, when the optimality criterion is the power losses during its transportation taking into account the planned values of power losses in conditions of incomplete initial data. Proposed method of determination normative value of power losses in electrical networks of agro-industrial complex, which is clarification coefficients from members of normative characteristic. The paper proposed three algorithms of decision of tasks of high complexity, which concerns the problem of determining the planned value of the technical power losses. The article proposes a synthesized method in which to extend the scope of criterial method uses the advantages of neural modeling. Accordingly developed: algorithm for solving problems of large complexity criterion programming by presenting the similarity criteria in the form of membership functions; the algorithm of decision of task of great complexity criterion method by using fuzzy similarity criteria; algorithm for solving problems of large complexity criterion method by using fuzzy sets of similarity criteria, which are based on the application of the Mamdani algorithm. The first algorithm is used when the known membership function of the current value of the underlying similarity criterion of the set of its allowed values that satisfy the constraint, the known values of the coefficients at the terms of the objective function and the values of the degrees of the arguments of the objective function. The advantages of the first algorithm include the ability to quickly determine the values of parameters of membership functions and ease of determining the basic similarity criteria. Due to this algorithm can easily be realized in the form of a program. The disadvantages of this algorithm include the complexity of the choice of the type of the membership function of the similarity criterion. The second algorithm requires the calculation of the fuzzy basis of the similarity criterion.

**Keywords:** the planned value of technical power losses, the regulatory value of electricity, neuro modeling, programming criterion, the similarity criterion, membership function, factor of the influence, optimal control, power losses, the degree of difficulty.

### Вступ

Задача зменшення втрат електроенергії при її транспортуванні в електричних мережах агропромислового комплексу є актуальною. Одним із способів зменшення втрат електроенергії, який добре зарекомендував себе в розподільних мережах, є їх нормування. Для досягнення нормативного значення технічних втрат електроенергії потрібно відслідкову-

вати поточне значення втрат активної потужності. Потрібно здійснювати оптимальне керування нормальними режимами електричних мереж агропромислового комплексу таким чином, щоб поточні втрати потужності не перевищили планового їх значення. Тому при оптимальному керуванні нормальними режимами доцільно в якості критерію оптимальності використовувати втрати активної потужності і намагатись їх значення звести до планового. Це гарантує, що в

кінці звітнього періоду значення втрат електроенергії не перевищить норматив. Тому актуальною є задача вдосконалення існуючих та розробки нових методів оптимізації режимів, коли критерієм оптимальності є втрати електроенергії під час її транспортування з врахуванням планового значення технічних втрат потужності в умовах неповноти вихідних даних.

### Мета роботи

Таким чином, метою даної роботи є зменшення втрат потужності за рахунок вдосконалення керування параметрами нормальних режимів в електричних мережах агропромислового комплексу з врахуванням планового значення технічних втрат потужності.

### Визначення технічних втрат електроенергії критеріальним методом з застосуванням нейронечіткого моделювання.

При оптимальному керуванні нормальними режимами в електричних мережах агропромислового комплексу потрібно контролювати відхилення поточних втрат потужності від планового їх значення:

$$\Delta P = \Delta P - \Delta P_{\text{план}}, \quad (1)$$

де  $\Delta P$  - поточні втрати потужності;  $\Delta P_{\text{план}}$  - планові втрати потужності. Тоді, загальносистемний комплексний критерій оптимальності [1-3]:

$$F = f(\Delta P, \Delta P_{\text{план}}, P(\delta), P(\omega), \sum_{i=1}^q \Pi_{T_i}), \quad (2)$$

де  $\Delta P$  - поточні втрати активної потужності в електричних мережах агропромислового комплексу;  $P(\delta U)$  - потужність, еквівалентна збитку споживачів, обумовленому низькою якістю напруги;  $P(\omega)$  - потужність, еквівалентна збитку внаслідок недовідпуску електроенергії, викликаному відмовами трансформаторів, зокрема відмовами пристроїв РПН;  $\Pi_{T_i}$  - штрафна функція, яка вводиться для обліку ресурсу трансформаторів, зокрема перемикачів пристроїв РПН;  $q$  - кількість регульованих трансформаторів.

Задачу керування нормальними режимами електричних мереж агропромислового комплексу можна представити в такому вигляді [2]:

мінімізувати:

$$y(x) = \sum_{i=1}^{m_1} a_i \cdot \prod_{j=1}^n x_j^{\alpha_{ji}} \quad (3)$$

за умов

$$Q_k(x) = \sum_{i=m_k+1}^{m_{k+1}} a_i \prod_{j=1}^n x_j^{\alpha_{ji}} \leq G_k, \quad (4)$$

$$k = \overline{1, p}; \quad x_j > 0, \quad j = \overline{1, n},$$

де  $y(x)$  - деякий узагальнений критерій оптимальності (загальносистемні втрати потужності, планові втрати

потужності);  $a_i, \alpha_{ji}$  - постійні коефіцієнти;  $x_j$  - змінні параметри;  $n$  - кількість змінних параметрів;  $m$  - сумарна кількість членів обмежень і цільової функції;  $m_1$  - кількість членів цільової функції;  $k$  - номер обмеження;  $m_k$  - кількість членів  $k$ -го обмеження;  $p$  - кількість обмежень.

Відповідна (1) двоїста задача може бути сформульована таким чином [3-10]:  
максимізувати

$$d(\pi_o) = \prod_{i=1}^m \left( \frac{a_i}{\pi_{io}} \right)^{\pi_{io}} \prod_{k=1}^p \left( \frac{\lambda_k}{G_k} \right)^{\lambda_k} \quad (5)$$

за умов, які представлені у вигляді ортонормованої системи рівнянь

$$\begin{vmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1m_1} & \alpha_{1m_1+1} & \alpha_{1m_1+2} & \dots & \alpha_{1m} & \pi_1 & 0 \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2m_1} & \alpha_{2m_1+1} & \alpha_{2m_1+2} & \dots & \alpha_{2m} & \pi_2 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \alpha_{3m_1+1} & \alpha_{3m_1+2} & \dots & \alpha_{3m} & \pi_3 & 0 \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nm_1} & \alpha_{nm_1+1} & \alpha_{nm_1+2} & \dots & \alpha_{nm} & \dots & \dots \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \pi_m & 1 \end{vmatrix} = 0, \quad (6)$$

де  $m_1 + 1$ ;  $m_1 + 2$  і т. ін. - індекси членів системи рівнянь (4), які відповідають членам обмежень (4).

Так як матриця  $\alpha$ , як правило, прямокутна, то система рівняння (6) формує область розв'язків двоїстої задачі критеріального програмування (КП), в якій знаходиться і оптимальний розв'язок. Розмірність області розв'язків в КП прийнято визначати мірою складності  $t = m - n - 1$ . Область розв'язків може бути сформована шляхом виділення базисних (незалежних) критеріїв подібності і перетворення матриці  $\alpha$  методом Гаусса-Жордана. В результаті такого перетворення отримуються вектори нормалізації і нев'язки, які зв'язують залежні критерії подібності з базисними. В умовах невизначеності пропонується записати базисні критерії подібності через функції належності. Тоді вектор критеріїв подібності з використанням функцій належності для базисних критеріїв подібності запишеться [3]:

$$\pi_{io} = \beta_{oi} + \sum_{b=1}^t \beta_{ib} \cdot \mu_b, \quad i = \overline{1, m}, \quad (7)$$

де  $\mu_b$  - функції належності для базисних критеріїв подібності;

$\beta_{io}$  - елемент вектору нормалізації;

$\beta_{ij}$  - елемент вектору нев'язки.

### Розробка алгоритмів розв'язання задач великої міри складності

Пропонується синтезований метод, в якому для розширення області застосування критеріального методу використовуються переваги нейронечіткого моделювання [6-10].

Відповідно до цього розробляються: алгоритм розв'язання задач великої міри складності КП шляхом подання критеріїв подібності у вигляді функцій

належності (рис.1); алгоритм розв'язання задач великої міри складності критеріальним методом шляхом використання нечітких критеріїв подібності (рис. 2); алгоритм розв'язання задач великої міри складності критеріальним методом шляхом використання нечітких множин критеріїв подібності, який базується на застосуванні алгоритму Мамдані (рис. 3).

Перший алгоритм (рис. 1) використовується, коли відома функція належності поточного значення базисного критерію подібності до множини його оптимальних значень, яка задовольняє обмеження, відомі значення коефіцієнтів при членах цільової функції і значення степенів аргументів цільової функції.

До переваг першого алгоритму можна віднести можливість швидкого визначення значень параметрів функції належності і простоту визначення базисних критеріїв подібності. Завдяки цьому алгоритм може легко реалізуватись у вигляді програми.

До недоліків цього алгоритму можна віднести складність вибору типу функції належності критерію подібності.

Другий алгоритм, блок-схема якого наведена на рис. 2, передбачає розрахунок нечіткого базисного критерію подібності.

Функції належності, від значень яких залежить нечіткий базисний критерій подібності, визначаються з використанням програмного комплексу MATLAB, а саме ANFIS-редактора і реалізованого в ньому алгоритму нечіткого висновку Сугено, який дозволяє побудувати функції належності по вибірці ретроспективних даних і в разі потреби скоригувати їх параметри.

Третій алгоритм використовується тоді, коли є нечітка множина значень базисних критеріїв подібності.

До переваг цього алгоритму відноситься можливість врахування досвіду експертів. До недоліків відноситься потреба уточнювати отриманий розв'язок методами дихотомії, золотого перерізу та ін.

Третій алгоритм використовується тоді, коли є нечітка множина значень базисних критеріїв подібності. До переваг цього алгоритму відноситься можливість врахування досвіду експертів.

До недоліків відноситься потреба уточнювати отриманий розв'язок методами дихотомії, золотого перерізу та ін. Використовуючи один з алгоритмів визначаємо планові значення технічних втрат потужності:

$$\Delta P_{план} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot P_i P_j + \sum_{i=1}^n A_i \cdot P_i \quad (8)$$

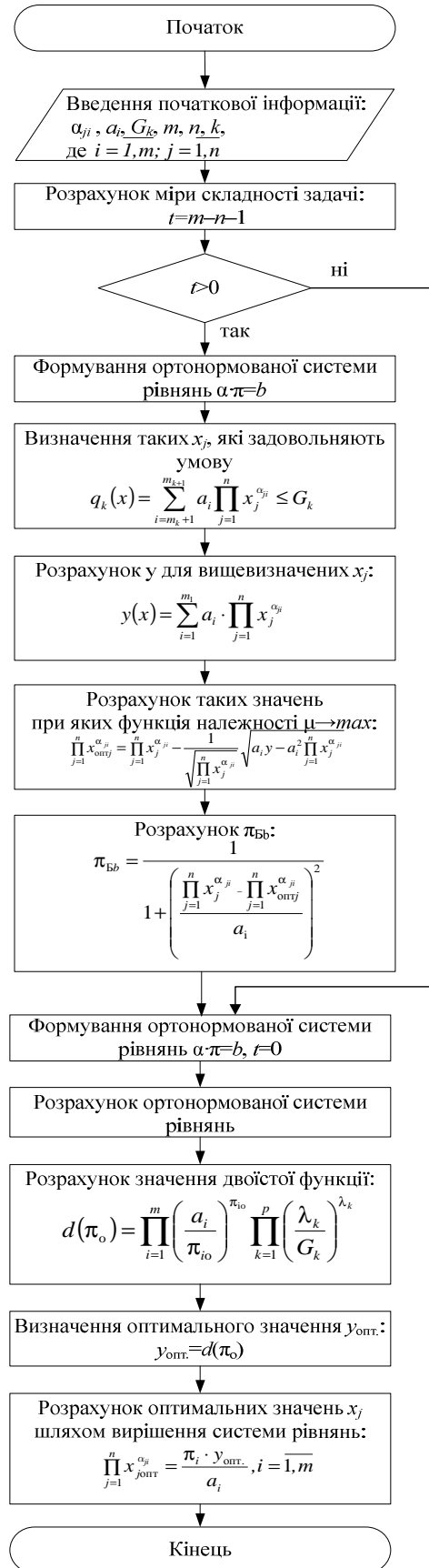


Рис. 1 – Блок-схема алгоритму розв'язання задач великої міри складності КП шляхом подання критеріїв подібності у вигляді функцій належності

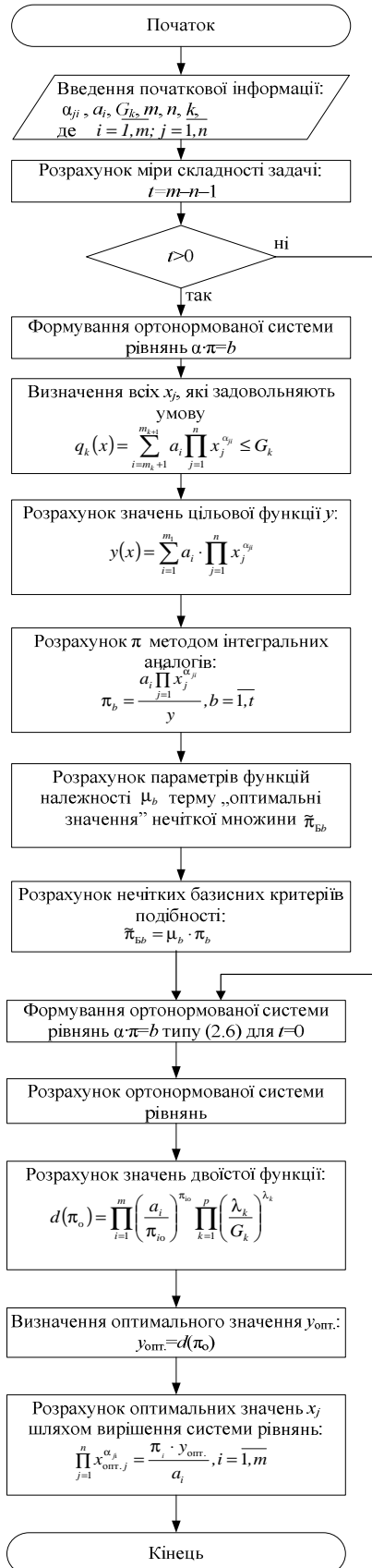


Рис. 2 – Блок-схема алгоритму розв'язання задач великої міри складності КП шляхом використання нечітких критеріїв подібності

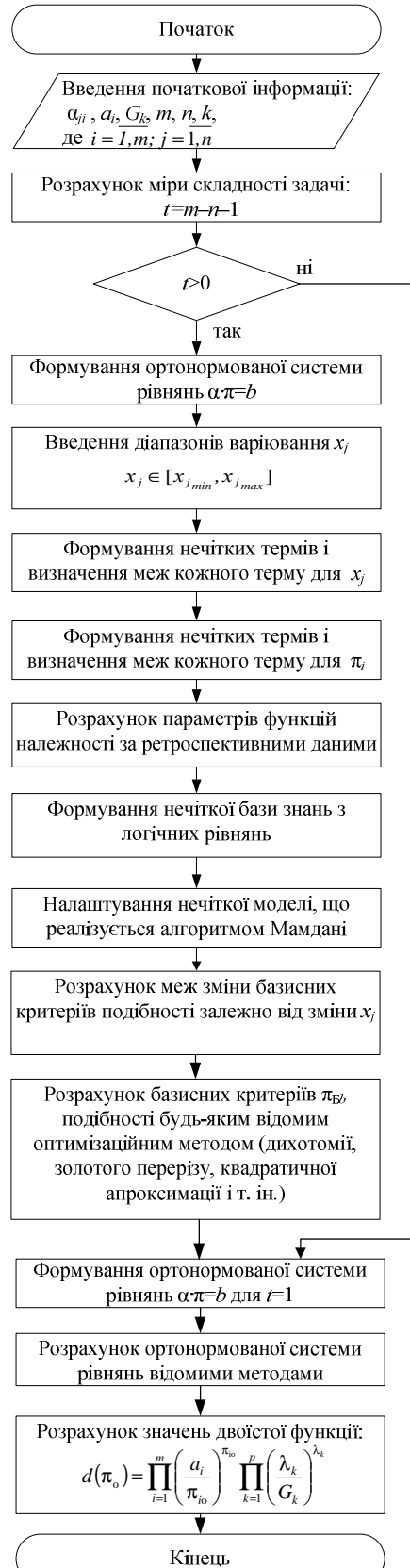


Рис. 3 – Блок-схема алгоритму розв'язання задач великої міри складності критеріальним методом шляхом використання нечітких множин критеріїв подібності

Запишемо ортонормовану систему рівнянь.  
Для 4-ох впливних факторів запишеться:  
мінімізувати

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{норм}} = & A_{11}P_1^2 + A_{22}P_2^2 + A_{33}P_3^2 + A_{44}P_4^2 + \\ & + A_{12}P_1P_2 + A_{13}P_1P_3 + A_{14}P_1P_4 + \\ & + A_{23}P_2P_3 + A_{24}P_2P_4 + A_{34}P_3P_4 + \\ & + B_1P_1 + B_2P_2 + B_3P_3 + B_4P_4 \end{aligned} \quad (9)$$

за умов  $\frac{P_1}{P_1P_2} + \frac{P_2}{P_1P_2} + \frac{P_3}{P_1P_2} + \frac{P_4}{P_1P_2} \leq P_c$  ;

$P_1, P_2, P_3, P_4 > 0$ , де  $P_c = \frac{P_1}{\Delta P^2}$ .  $P_1, P_2, P_3, P_4$  – впливні

фактори (потужність навантаження на шинях, потужність потужного підприємства та ін.).

$$\begin{cases} 2\pi_1 & +\pi_5 & +\pi_6 & +\pi_7 & & +\pi_{11} & -\pi_{16} & & -\pi_{17} & -\pi_{18} & & =0 \\ & 2\pi_2 & & +\pi_5 & & +\pi_8 & +\pi_9 & & +\pi_{12} & -\pi_{15} & +\pi_{16} & -\pi_{17} & -\pi_{18} & -\pi_{19} & =0 \\ & & 2\pi_3 & & +\pi_6 & & +\pi_8 & & +\pi_{10} & & +\pi_{13} & & +\pi_{17} & & =0 \\ & & & 2\pi_4 & & +\pi_7 & +\pi_9 & +\pi_{10} & +\pi_{14} & & +\pi_{18} & & & & =0 \\ \pi_4 & +\pi_5 & +\pi_6 & +\pi_7 & +\pi_8 & +\pi_9 & +\pi_{10} & +\pi_{11} & +\pi_{12} & +\pi_{13} & +\pi_{14} & +\pi_{15} & +\pi_{16} & +\pi_{17} & +\pi_{18} & +\pi_{19} & =1 \end{cases}$$

Розрахуємо нормативне значення технічних втрат електроенергії за розрахунковий період методом середніх навантажень. Метод середніх навантажень полягає в розрахунку втрат електроенергії за формулою:

$$\Delta W \neq k_l k_k \Delta P_{cp} T_j k_{\phi}^2, \quad (10)$$

де  $k_l=1,02$  – коефіцієнт, який враховує вплив втрат в арматурі повітряних ліній [3],  $\Delta P_{cp}$  – втрати потужності в мережі при середніх за розрахунковий інтервал навантаженнях вузлів;  $k_{\phi}^2$  – коефіцієнт форми графіка сумарного навантаження мережі за розрахунковий інтервал;  $k_k=0,99$  – коефіцієнт, який враховує відмінність конфігурації графіків активного і реактивного навантаження різних віток мережі [3];  $T_j$  – тривалість  $j$ -го розрахункового інтервалу, годин. Коефіцієнт форми графіка сумарного навантаження мережі за розрахунковий період розраховується за виразом :

$$k_{\phi}^2 = \sum_{i=1}^m P_i^2 \Delta t_i / (P_{cp}^2 T)$$

де  $P_i$  – значення навантаження на  $i$ -му ступені графіка навантаження тривалістю  $\Delta t_i$ , годин;  $m$  – число ступенів графіка за розрахунковий період;  $P_{cp}$  – середнє навантаження мережі.

### Висновки

Запропоновано вирішення актуальної науково-прикладної задачі підвищення ефективності оптимального керування параметрами нормальних режимів електричними мережами агропромислового комплексу критеріальним методом з застосуванням нейронечіткого моделювання в умовах неповноти вихідних даних, що полягає у вдосконаленні математичних моделей та методів визначення ПЗТВП

для врахування їх значень при формуванні керуючих впливів.

### Список літератури

- Лежнюк, П.** Оптимальне керування нормальними режимами електроенергетичних систем критеріальним методом з урахуванням планового значення технічних втрат потужності / **П. Лежнюк, О. Рубаненко** // *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. – 2011. – №1. – С. 86-90.
- Петрушенко, О. Ю.** Розв'язання двоїстої задачі оптимального керування нормальними режимами ЕС з застосуванням нейро-нечіткого моделювання / **Петрушенко О. Ю., Петрушенко Ю. В., Рубаненко О. О.** // *Праці інституту електродинаміки*. – 2012. – №2. – С. 36-37.
- Методика расчета нормативных (технологических) потерь электроэнергии в электрических сетях: утв. министерством промышленности и энергетики Российской Федерации (Минпромэнерго России) 03.02.2005 № 21. – М.: 2005. – 159 с. – (Нормативный документ Минпромэнерго России).
- Chiang, M.** Geometric programming for communication systems Electrical Engineering Department / *Foundations and Trends in Communications and Information Theory*. – Princeton University, Princeton New Jersey. – 2005. – Vol. 2. – №1/2. – P. 1-153. ISBN: 1-933019-09-3; ISSN: Paper version 1567-2190; Electronic version 1567-2328
- Boyd, S.** A tutorial on geometric programming / **Stephen Boyd, Seung-Jean Kim, Lieven Vandenberghe, Arash Hassibi** / Education section. – 2006.– Stanford. – 64 p. – doi:10.1007/s11081-007-9001-7.
- Bertsekas, D. P.** Dynamic programming and optimal control, volume 1. Athena Scientific Belmont, MA, 3 edition. – 2005. ISBNs: 1-886529-26-4 (Vol. I, 3rd Edition), 1-886529-44-2 (Vol. II, 4th Edition), 1-886529-08-6
- Powell, W. B.** Approximate Dynamic Programming: Solving the curses of dimensionality / **W. B. Powell** // *John Wiley & Sons*. – vol. 703. – 2007. ISBN: 978-0-470-60445-8
- McLeish, D. L.** Bounded relative error importance sampling and rare event simulation / **D. L. McLeish**. // *ASTIN Bulletin*. – 2010. – No 40(1).
- Grigoras, G.** An improved fuzzy method for energy losses evaluation in distribution networks / **G. Grigoras, G. Cartina, E. C. Bobric** // *MELECON 2010: 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference*. – 2010. – P. 131-135. – doi:10.1109/MELCON.2010.5476324.
- Cartina, G.** Improved fuzzy load models by clustering techniques in optimal planning of distribution networks / **G. Cartina, G. Grigoras, E. C. Bobric, D. Comanescu** // *PowerTech*. – June 28 - July 29 2009. – 2009. – *IEEE*. – Bucharest. – P. 1 – 6. – doi: 10.1109/PTC.2009.5282025.

### Bibliography (transliterated)

- Lezhniuk, P., Rubanenko, O.** Optymalne keruvannya normalnyimi rezhymamy elektroenerhetychnykh system kryterialnym metodom z urakhuvanniam planovoho znachennia tekhnichnykh vtrat potuzhnosti [Optimal control of normal modes of electric power systems based criterion method planned value of technical power losses]. *Visnyk*

- Vinnitskoho politekhnichnoho instytutu [Bulletin Vinnitsa Polytechnic Institute], 2011, **1**, 86-90.
- 2 **Petrushenko, O. Iu. Petrushenko Iu. V., Rubanenko, O. O.** Rozv'iazannia dvoitoi zadachi optymalnogo keruvannia normalnymy rezhymamy ES z zastosuvanniam neiro-nechitkoho modeliuвання [Addressing the dual problem of optimal control ES normal modes using fuzzy modeling]. Pratsi instytutu elektrodynamiky [Proceedings of the Institute of Electrodynamics], 2012, **2**, 36-37.
  - 3 Metodyka rascheta normatyvnykh (tekhnohycheskykh) poter elektroenerhyi v elektrycheskykh setiakh: utv. mynysterstvom promishlennosti y enerhetyky Rossyiskoi Federatsyy (Mynpromenerho Rossyy) 03.02.2005 [The methodology for calculating regulatory (technological) power losses in electric networks: approved. Ministry of Industry and Energy (Ministry of Energy of Russia)]. – Moscow, 2005, **21**, 159 p.
  - 4 **Chiang M.** Geometric programming for communication systems Electrical Engineering Department / *Foundations and Trends in Communications and Information Theory*. – Princeton University, Princeton New Jersey, 2005, **1/2(2)**, 1-153. ISBN: 1-933019-09-3; ISSN: Paper version 1567-2190; Electronic version 1567-2328.
  - 5 **Boyd, S., Kim, S.-J., Vandenberghe L., Hassibi, A.** A tutorial on geometric programming. *Education section*, Stanford, 2006, 64 p., doi 10.1007/s11081-007-9001-7.
  - 6 **Bertsekas, D. P.** Dynamic programming and optimal control, volume 1. *Athena Scientific Belmont*, MA, 3 edition, 2005. ISBNs: 1-886529-26-4 (Vol. I, 3rd Edition), 1-886529-44-2 (Vol. II, 4th Edition), 1-886529-08-6
  - 7 **Powell, W. B.** Approximate Dynamic Programming: Solving the curses of dimensionality, *John Wiley & Sons*, 2007, **703**. ISBN:978-0-470-60445-8.
  - 8 **McLeish, D. L.** Bounded relative error importance sampling and rare event simulation. *ASTIN Bulletin*. 2010, **40(1)**.
  - 9 **Grigoras, G., Cartina, G., Bobric, E. C.** An improved fuzzy method for energy losses evaluation in distribution networks. *MELECON 2010: 15th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference*. 2010, 131-135, doi:10.1109/MELCON.2010.5476324.
  - 10 **Cartina, G., Grigoras, G., Bobric, E. C., Comanescu, D.** Improved fuzzy load models by clustering techniques in optimal planning of distribution networks. *PowerTech*, June 28 - July 29 2009, *IEEE*, Bucharest, 2009, 1 - 6, doi:10.1109/PTC.2009.5282025.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Лежнюк Петро Дем'янович** – доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри електричних станцій і систем, м. Вінниця, Україна; e-mail: lpd@inbox.ru.

**Petro Lezhnyuk** – Doctor of Technical Sciences (Ph. D.) Ph. D., Professor, Vinnytsia national technical University, head of chair of electric stations and systems. Vinnytsia, Ukraine; e-mail: lpd@inbox.ru.

**Рубаненко Олена Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехнічних систем, технологій та автоматизації в агропромисловому комплексі, Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна; e-mail: lena\_rubanenko@bk.ru.

**Olena Rubanenko** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent of Department of electrical engineering systems, technologies and automation in agriculture, Vinnytsia, Ukraine; e-mail: lena\_rubanenko@bk.ru.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Лежнюк, П. Д.** Нормування втрат електроенергії в мережах агропромислового комплексу критеріальним методом з застосуванням нейрон-нечіткого моделювання / **П. Д. Лежнюк, О. О. Рубаненко** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 18 (1190). – С. 60-65. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.09.

*Please cite this article as:*

**Lezhnyuk, P., Rubanenko, O.** Valuation of power losses in electrical networks of agro-industrial complex by criterion method with use neuro-fuzzy modelling. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, **18** (1190), 60-65, doi:10.20998/2413-4295.2016.18.09.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Лежнюк, П. Д.** Нормирование потерь электроэнергии в сетях агропромышленного комплекса критеріальным методом с использованием нейро-нечеткого моделирования / **П. Д. Лежнюк, Е. А. Рубаненко** // *Вестник НТУ «ХПІ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 18 (1190). – С. 60-65. – doi:10.20998/2413-4295.2016.18.09.

**АННОТАЦІЯ** В статті розглянуто можливість удосконалення існуючих і розробки нових методів оптимізації режимів, коли критерієм оптимальності являються втрати електроенергії в час її транспортування (передачі) з урахуванням планового значення втрат потужності в умовах неповноти вихідних даних. Предложено метод визначення нормативного значення втрат електроенергії в електричних мережах агропромислового комплексу, який полягає в уточненні коефіцієнтів при членах нормативної характеристики. В статті запропоновано три алгоритми рішення задач високої міри складності, до яких належить задача визначення планового значення технічних втрат потужності.

**Ключові слова:** планове значення технічних втрат потужності, нормативне значення електроенергії, нейронне моделювання, критеріальне програмування, критерій подоби, функція належності, впливаючий фактор, оптимальне управління, втрати електроенергії, ступінь складності.

*Надійшла (received) 08.05.2016*