

Ю. А. Веремійчук¹
А. І. Замулко¹

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ГРУП СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Проведено дослідження графіків електричних навантажень у розрізі груп споживачів електричної енергії з використанням підходів кластерного аналізу. Результатом роботи є розподіл групи споживачів електричної енергії за рівнем регулювання навантаження для впровадження методів управління електроспоживанням.

Ключові слова: групи споживачів, управління електроспоживанням, кластерний аналіз, індикатор споживання електричної енергії.

Вступ

В умовах впровадження ринкових механізмів управління в електроенергетичній галузі особливої актуальності набуває питання залучення споживачів електричної енергії до участі у вирівнюванні графіка електричних навантажень (ГЕН), а також напрацювання пропозицій щодо формування впливу на основні групи споживачів в частині забезпечення управління їх електроспоживанням. Такий аналіз дозволить виявити можливості та обґрунтувати доцільність застосування управлінських заходів стосовно окремих груп споживачів.

Виклад матеріалу

Процеси управління виробництвом, передачею і споживанням електричної енергії, які характеризуються багатьма зовнішніми та внутрішніми факторами, потребують постійного дослідження та удосконалення, що підтверджується активним розглядом цих питань у наукових виданнях.

Однією з характеристик ГЕН є нерівномірність, яка в Україні зумовлюється зростанням споживання побутових та комунальних груп, без збільшення потужності споживання базових енергоємних виробництв. Важливість контролю та дослідження нерівномірності споживання електричної енергії підтверджується низкою документів, зокрема наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України № 7 від 15.01.2008 «Про затвердження Порядку організації проведення вимірів електричного навантаження в режимний день» і є підґрунтям для оцінки поточних і довгострокових режимів роботи об'єднаної енергетичної системи України (далі — ОЕС України), планування режимів роботи ОЕС України, дослідження динаміки зростання навантаження та створення розрахункових моделей ОЕС України, на основі яких розробляється схема перспективного розвитку ОЕС України, визначення енергодефіцитних вузлів ОЕС України та планування заходів щодо забезпечення надійного електропостачання.

Для проведення дослідження використовувалися дані вимірювань електричного навантаження у режимні дні з 2007 р. по 2012 р. з урахуванням класифікації існуючих споживачів.

Метою роботи є дослідження характеристик ГЕН груп споживачів електричної енергії з використанням методів кластерного аналізу, шляхом виділення однотипних груп, для яких можуть бути сформовані однакові підходи щодо використання методів управління електроспоживанням.

Для дослідження ГЕН груп споживачів електричної енергії сформовано та реалізовано таку процедуру:

- визначено показники для проведення аналізу, які дозволяють провести оцінювання ГЕН [1];
- обґрунтовано можливість використання кластерного аналізу як методу, що дозволяє з максимальною ефективністю виділити групи [2];
- проаналізовано отримані результати.

Дослідження проводилось з використанням пакету статистичного аналізу PASW Statistics 18. Відповідно до агломеративного алгоритму кластеризації визначено міру схожості між групами споживачів і взаємні зв'язки, за результатом отримано дендрограму, на якій відслідковується процес поєднання груп від 15 до 2. Рис. 1—3 наочно представляють результати кластеризації груп споживачів з використанням різних показників за період з 2007 р. по 2012 р.

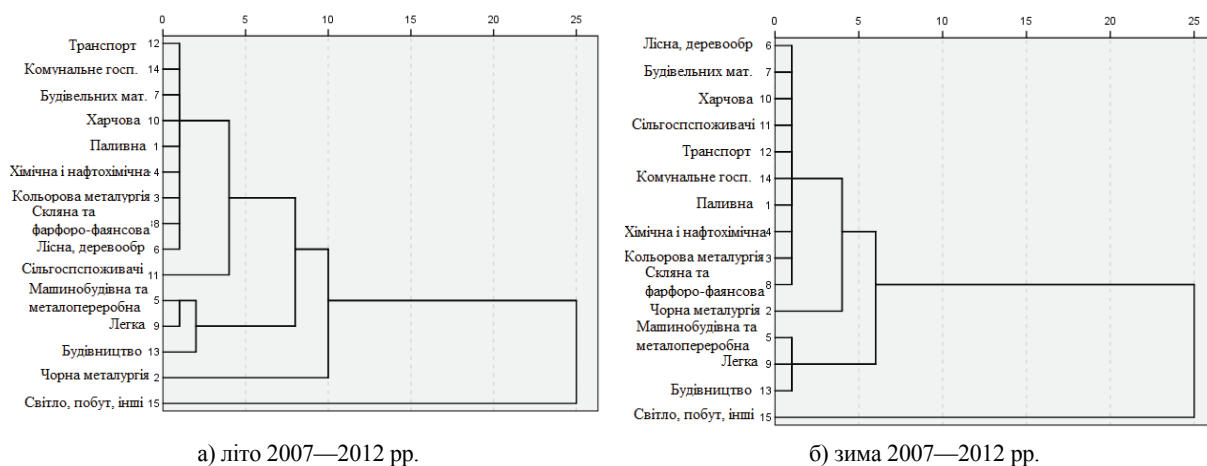


Рис. 1. Результати кластеризації груп споживачів за характеристиками ГЕН у режимні дні (Кн, Кз, Кнп, Рс, Рвід, Дп)

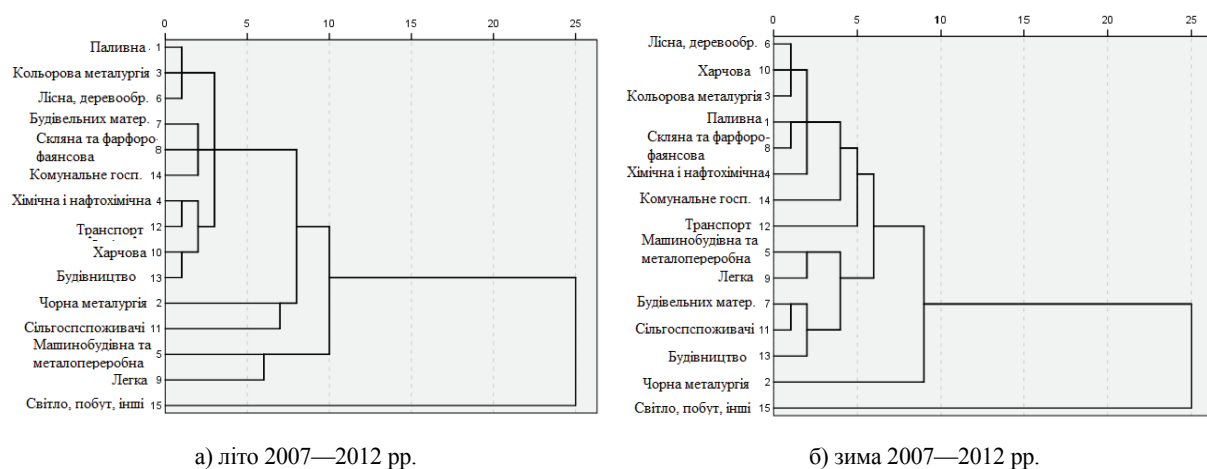
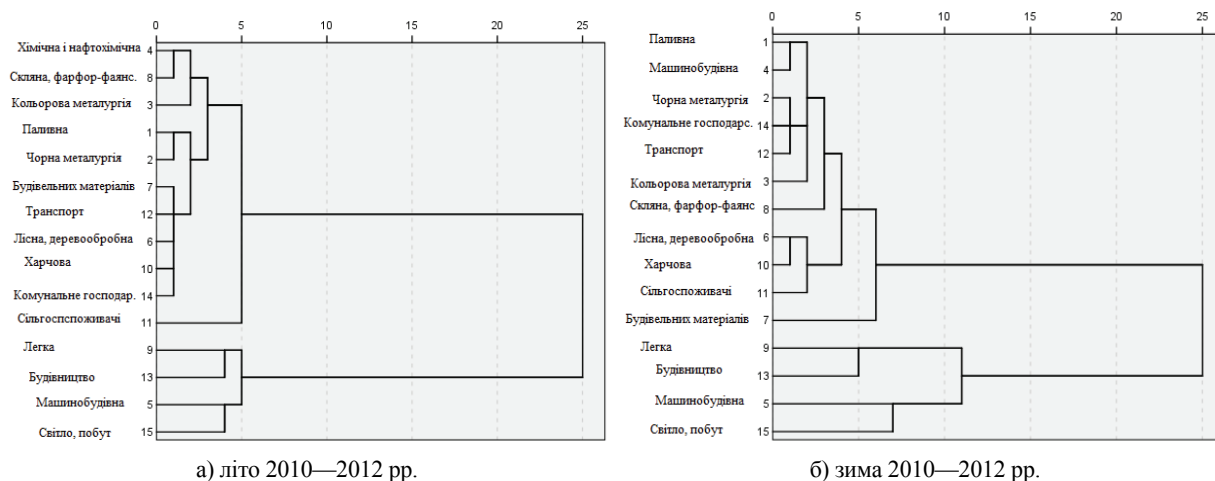
Рис. 2. Результати кластеризації груп споживачів за характеристиками ГЕН у режимні дні (ΔK_n , ΔK_z , ΔP , ΔD_p)

Рис. 3. Результати кластеризації груп споживачів за морфометричними параметрами ГЕН

Проаналізувавши результати проведення кластеризації, вирішено дослідити групи за узагальненим (інтегральним) індикатором споживання електричної енергії. Отже, кожену групу споживачів можна охарактеризувати певними значеннями коефіцієнтів, наприклад, K_n , K_z , K_{np} , потім інтерпретувати як деяку точку P_i , координатами якої є величини z_{ij} , $j=1, 2, 3, \dots, n$. Далі визначимо координати точки $P_0 = (z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0n}) \rightarrow \max(\min)$, яку називатимемо еталоном і відповідно до алгоритму, представленого авторами [3], проведемо обчислення. Результати показано на рис. 4.

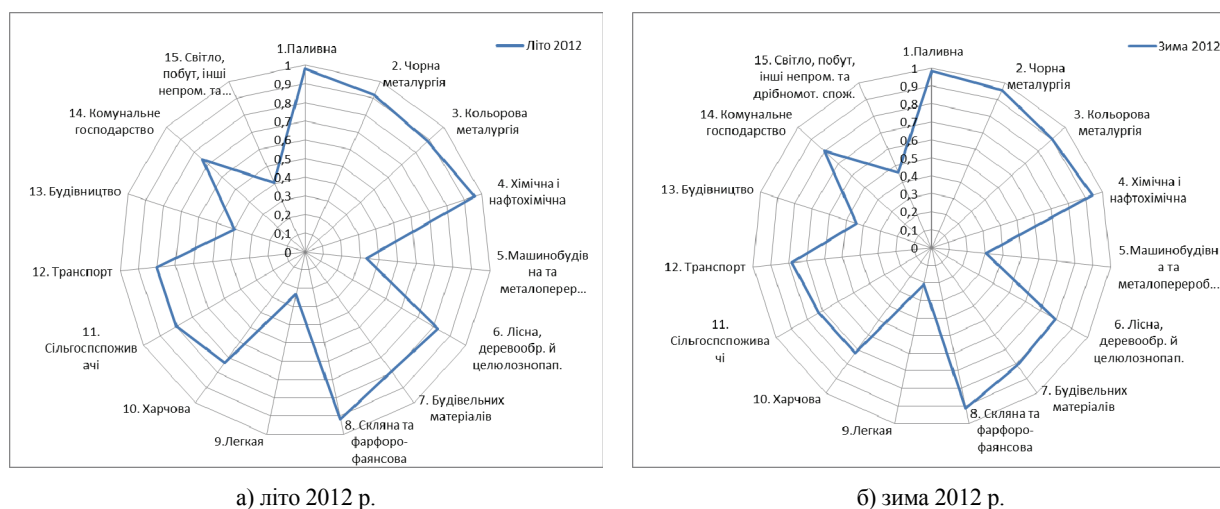


Рис. 4. Діаграма, що ілюструє значення інтегрального індикатора споживання електричної енергії за групами

Враховуючи існуючі статистичні дані, за якими проведено дослідження в розрізі груп споживачів з використанням математико-статистичних методів, можна розподілити споживачів за рівнем регулювання навантаженням (табл.).

Класифікація методів управління електроспоживанням за групами споживачів

Рівень регулювання навантаження				
	високий	достатній	задовільний	незадовільний
Групи споживачів	чорна металургія; паливна; хімічна і нафтохімічна; кольорова металургія	харчова; лісна, деревообробна й целюлознопаперова; будівельних матеріалів; легка; сільгоспспоживачі; машинобудівна та металопереробна; скляна та фарфоро-фаянсова	комунальне господарство; транспорт	світло, побут, інші непромислові та дрібномот. споживачі
Методи управління електро-споживанням	економічні; технічні	економічні; адміністративні; технічні	економічні; адміністративні; комунікативні; технічні	економічні; адміністративні; комунікативні; технічні

Аналізуючи питому вагу споживання електроенергії за 2011 р. за виділеними групами можна стверджувати, що на групу з високим рівнем регулювання навантаження припадає 35,47 %, з достатнім — 13,56 %, задовільним — 18,72 %, низьким — 25,51 %. Тому впровадження методів управління відповідних групах за рівнями регулювання навантаження є досить важливим.

Висновки

1. За результатами роботи проаналізовано розподіл груп споживачів, сформовано підходи щодо використання методів управління електроспоживанням та наведені пропозиції для підвищення ефективності виділення груп споживачів.

2. Доведено, що використання запропонованого підходу щодо дослідження графіків електричних навантажень на рівні обласних електропередавальних організацій та їх районних підрозділів дозволить ефективно впроваджувати методи управління електроспоживанням.

3. Для підвищення ефективності виділення груп споживачів необхідно використовувати додаткові показники, які пов'язані з режимом експлуатації основного енергетичного обладнання зі встановленою потужністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Демов О. Д. Морфометрія графіка електричних навантажень / О. Д. Демов, Т. І. Коменда, Н. В. Команда // Енергетика та електрифікація. — 2009. — № 8. — С. 59—62.
2. Розен В. П. Підвищення якості проведення енергетичного моніторингу ВНЗ шляхом застосування методів кластерного ієрархічного аналізу та центрографічного методу визначення концентрації згущення об'єктів / В. П. Розен, Ф. В. Ткаченко // Енергетика та електрифікація. — 2013. — № 3. — С. 32—37.
3. Лукань Л. Застосування кластерного аналізу для оцінки розвитку малого підприємства в регіонах України / Л. Лукань, Г. Цегелик // Формування ринкової економіки в Україні. — 2009. — Вип. 19. — С. 73—80.

Рекомендована кафедрою електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 30.01.2014

Веремійчук Юрій Андрійович — аспірант кафедри електропостачання, **Замулко Анатолій Ігорович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електропостачання e-mail: abonne@i.ua.

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

Yu. A. Veremiichuk¹
A. I. Zamulko¹

The research of the charts of electrical loads of groups of electric energy users

¹National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

It has been conducted the investigation on studying of graphs of electrical loads in terms of groups of electricity consumers with the use of cluster analysis approach. Result of the work is a distribution group of electricity consumers in terms of load regulation for the implementation of management methods of electric power consumption control.

Keywords: consumer groups, electric power consumption control, data clustering, indicator of electricity consumption

Veremiichuk Yuriy A. — Post-Graduate Student of the Chair of electrical, **Zamulko Anstolii I.** — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Assistant Professor of the Chair of electrical, e-mail: abonne@i.ua.

Institute for Energy and Power of electrical

Ю. А. Веремийчук¹
А. И. Замулко¹

Исследование графиков электрических нагрузок групп потребителей электрической энергии

¹Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

Проведено исследование графиков электрических нагрузок в разрезе групп потребителей электрической энергии с использованием подходов кластерного анализа. Результатом работы является разделение группы потребителей электрической энергии по уровню регулирования нагрузки для внедрения методов управления электропотреблением.

Ключевые слова: группы потребителей, управление электропотреблением, кластерный анализ, индикатор потребления электрической энергии.

Веремийчук Юрій Андреевич — аспірант кафедри електропостачання, **Замулко Анатолій Ігорович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електропостачання, e-mail: abonne@i.ua.

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту