

пріоритетних напрямків пільгового фінансування, запровадження системи пільгового оподаткування для підприємств із розробкою чітких критеріїв надання тих або інших пільг.

Абсолютно необхідною є діяльність державних та місцевих фондів енергозбереження, адже без цього не обходилась жодна країна, проте вимагається розробка чітких правил їх наповнення та витрачання із обов'язковою публічністю їх функціонування. Аналогічно має популяризуватись створення фондів енергозбереження на підприємствах із відповідним застосуванням системи податкових пільг.

Література

1. Комплексна державна програма енергозбереження України (1996 – 2010 року) // www.uazakon.com
2. Данчук Ю. Аналіз реалізації КДПЕУ / Національне агентство України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів // www.naer.org.ua
3. Діак І.О. Повний аналіз виконання КДПЕУ за 2002 рік // Електронний журнал енергосервісної компанії „Екологічні системи”. – № 8. – 2003 // www.ecko.com.ua
4. Аналітична інформація щодо моніторингу виконання державних і регіональних програм енергозбереження та впровадження енергоефективних заходів і технологій в областях України // Державний Комітет України з енергозбереження. www.eu-directory.ea-ua.com
5. Суходоля О.М. Динаміка виконання державних і регіональних програм з енергозбереження з економії ПЕР регіонами України (по кварталах) за 2003 рік // www.sukhodolia.com
6. Annual energy Outlook 2007. With Projections to 2030 // www.eia.doe.gov – Energy Information Administration.

Надійшла 07.01.2009 р.

УДК 620.9:658.26

Н. А. ЖДАНОВА

Хмельницький національний університет

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ТЕПЛОПОСТАЧАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ НА ОСНОВІ КАРТ КОХОНЕНА

Розглянуто кластеризацію економічних показників від впровадження енергозберігаючих заходів на теплопостачальному підприємстві за допомогою нейромережових технологій (карт Кохонена). Охарактеризовано отримані результати та надано рекомендації щодо використання нейромережових методів дослідження у практиці теплопостачальних підприємств.

There has been considered the economical factors clustering from power-saving actions implementation on the heat-providing enterprise with the neuronet technologies (cards). Characterized the obtained results and recommended the application of the neuronet exploration methods for the heat-providing enterprises practice.

Постановка проблеми. Широке використання нейронних мереж відбувається в основному для дослідження економічних систем в маркетингу та бізнесі (дослідження сегментів різних ринків), фінансовій сфері (дослідження банківської та біржової діяльності), у сфері екології та природокористування (класифікація рослин) та інших галузях. Однак системи штучного інтелекту можна використовувати для класифікації даних і в теплопостачальній галузі. Наразі економічні показники від впровадження енергозберігаючих заходів на підприємствах аналізуються за допомогою статистичних методів (знаходження найбільшого, найменшого, середнього значень показника, статистичне прогнозування та інше), використання сучасних методів штучного інтелекту практично відсутнє.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У ході роботи над статтею опрацьовані матеріали щодо використання нейромереж (карт Кохонена) для класифікації ринку житла [1], аналізу ринку найбільших підприємств Росії [2], аналізу банківської діяльності [3], в сфері гідроекології [4].

Постановка завдання. Дане дослідження є спробою поєднання сучасних методів нейромережової класифікації (за допомогою карт Кохонена) із дослідженням економічних результатів впровадження енергозберігаючих заходів на теплопостачальних підприємствах. Основне завдання полягає у дослідженні груп енергозберігаючих заходів щодо доцільності їх впровадження.

Виклад основного матеріалу. Характерною особливістю сучасної економічної науки є її інтеграція з методами нейромережових технологій, нечіткої логіки та генетичних алгоритмів. Дане пов'язане з тим, що більшість економічних явищ, систем та процесів розвиваються не впорядковано, а хаотично, тобто згідно з нелінійними функціями.

Доволі перспективним напрямком дослідження є використання нейромереж, методів нечіткої логіки, генетичних алгоритмів в такій області як технічний аналіз даних.

Одним із різновидів нейронних мереж є мережі Кохонена. Карти Кохонена призначені для класифікації даних, візуального аналізу даних, зниження розмірності даних та виявлення певних закономірностей в великих об'ємах вхідної інформації. Даний тип мереж відноситься до мереж, що навчаються без вчителя, тобто для їх побудови необхідні тільки значення вхідного масиву даних.

Мережа Кохонена утворює кластери із багатовимірної множини даних та розподіляє всі дані по певних кластерах, з утворенням у результаті топологічної карти.

Оскільки офіційні статистичні джерела інформації щодо впровадження енергозберігаючих заходів на теплопостачальних підприємствах не знайдено, то в даному дослідженні проаналізовано практичне впровадження енергозберігаючих заходів на теплопостачальному підприємстві м. Хмельницького у 2007 – 2008 рр.

Нижче наведено перелік комплексних енергозберігаючих заходів та відповідні економічні показники, такі як:

- 1) вартість впровадження;
- 2) очікувана економія енергоресурсів (газ, електроенергія) в натуральних та грошових одиницях;
- 3) очікувана економія фонду оплати праці (ФОП);
- 4) термін окупності заходів.

Таблиця 1

Комплексні енергозберігаючі заходи по теплопостачальному підприємству м.Хмельницького за 2007 – 2008 рр.

№ з/п	Назва енергозберігаючого заходу	Вартість впровадження, тис. грн	Вид ПЕР і економія в натуральних одиницях		Економія коштів в рік, тис. грн			Термін окупності заходу, рік
			газ, тис. м куб.	електроенергія, тис. кВт	газ	електроенергія	ФОП	
1	Реконструкція схем теплопостачання	1,416	598,3	160,9	501,37	62,75	0	0,01
2	Встановлення регуляторів температури типу "КИАРМ"	20	9,2	33,55	7,71	13,08	0	1,0
3	Прокладання попередньоізоляованих труб (3,9 км)	3800	126,23	0	128,88		0	29,5
4	Проведення режимно-налагоджувальних робіт на котлоагрегатах – 42 од.	18,4	59	12,2	60,24	4,758	0	0,3
27	Заміна пальника на котлі ВК-21 на Р 91-А (Італія).	31,584	2,65	0	1,82	0	0	17,4
28	Проведення режимно-налагоджувальних робіт на котлоагрегатах (2008 р.)	15,1	13,61	0	9,35	0	0	1,6

Для більш глибокого аналізу впровадження енергозберігаючих заходів є деталізація наведених заходів та залучення більшої кількості економічних показників.

Отриману множину даних проаналізувати важко, хоча і можливо використовуючи методи статистики. Та все ж більш швидким та зручнішим методом дослідження є нейронні технології, а саме мережі Кохонена. Програмним середовищем дослідження є пакет Deduktor Lite (підмодуль SOMap Analiser).

Для побудови мереж Кохонена в програмі Deduktor Lite необхідно імпортувати вхідні дані, вказавши тип підключення, ім'я файлу та ім'я таблиці, викликати майстер навчання карт Кохонена, налаштувати параметри навчання (по замовчуванню), розмір карти, кольорову палітру, кількість кластерів. По закінченню процесу навчання необхідно відмітити параметри, для яких необхідно побудувати карти.

Наведемо опис карти для даного дослідження (на російській мові згідно оригіналу програми Deduktor Lite (підмодуль SOMap Analiser)):

Название подключения: Энергобережения
 Тип подключения: Файл Microsoft Excel
 Имя текстового файла:
 D:\Заходи_енергобережения.xls
 Имя таблицы:
 Лист1\$

При обучении используются поля:

Вартість впровадження, тис#грн#
 Економія - газ, тис#м#куб#
 Економія - електро- енергія, тис#кВт
 Економія - газ, тис#грн#
 Економія - електро- енергія, тис#грн#
 Економія - ФОП, тис#грн#
 Термін окупності заходу, рік

Нет первичного ключа.

Параметры обучения:

Количество эпох при грубой подстройке: 100
 Количество эпох при точной подстройке: 100
 Скорость обучения при грубой подстройке: 0.2
 Скорость обучения при точной подстройке: 0.05
 Начальный радиус обучения: 10
 Конечный радиус обучения: 1
 Модификация скорости обучения: Обратно-пропорциональная
 Начальная инициализация весов: Случайными значениями
 Параметры визуализации:
 Размер карты
 По горизонтали: 15
 По вертикали: 15
 Отображать на карте: Максимальное в ячейке
 Форма ячеек: Шестиугольники
 Цветовая палитра: Градации серого
 Показывать границы кластеров
 Количество кластеров: 4

Для візуалізації даних обрано колір комірок – градації сірого (найпростіший варіант). В такому випадку комірки, карти, в які потрапили входні елементи з мінімальним значеннями або не потрапили взагалі, зображено чорним кольором, а комірки, в які потрапили елементи з максимальним значеннями – відповідно білим кольором. Хоча можливо використовувати й кольорову палітру. Кожна побудована карта є відображенням вихідного шару нейронів, розташованих у вузлах двохвимірної координатної сітки з шестикутними комітками.

Дане програмне середовище Deductor Lite не є професійним редактором, в якому автоматично визначається кількість кластерів (альтернатива Deductor Professional), тому даний показник задається безпосередньо користувачем.

Виконано навчання самоорганізованої карти Кохонена та побудовано відповідні карти по економічних показниках (рис. 1).

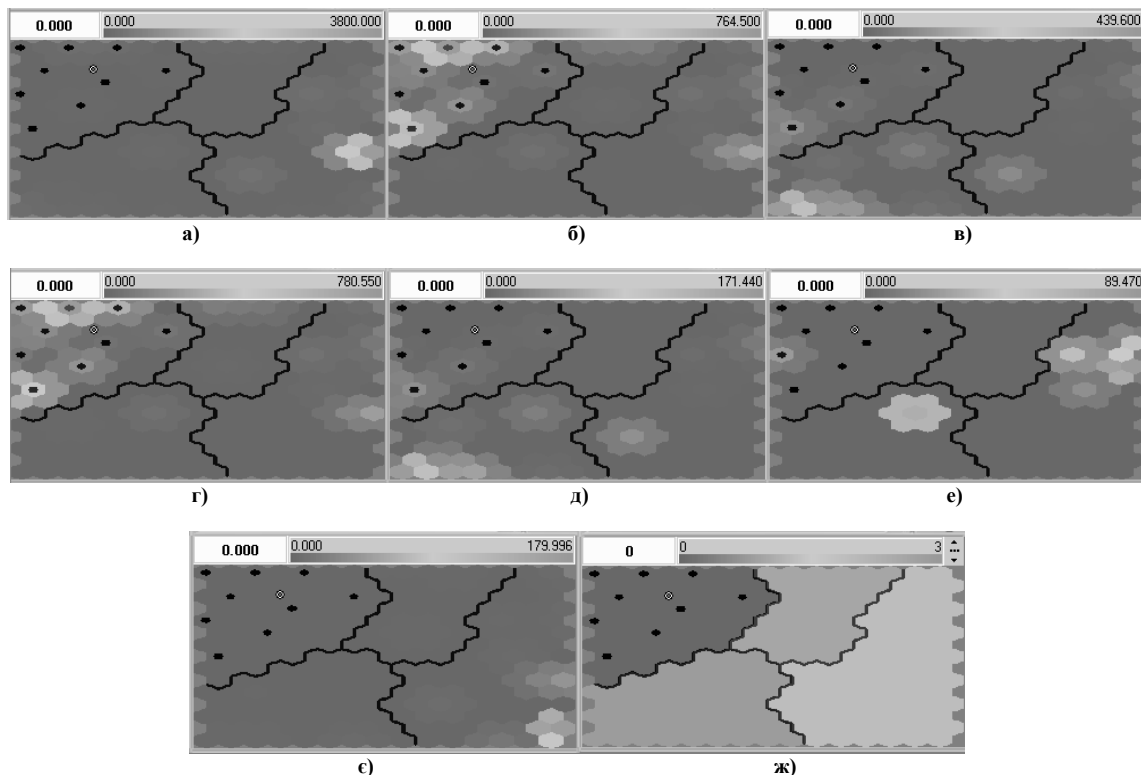


Рис. 1. Карти Кохонена: а) вартість впровадження, тис. грн; б) економія — газ, тис. м куб.; в) економія — електроенергія, тис. кВт; г) економія — газ, тис. грн; д) економія — електроенергія, тис. грн; е) економія — ФОП, тис. грн; є) термін окупності заходу, роки; ж) кластери

Нище наведено перелік № заходів відповідно до кожного кластеру:

- 1) кластер 1 – 1, 4, 6, 12, 13, 14, 16, 17, 18;
- 2) кластер 2 – 20, 23, 27;
- 3) кластер 3 – 3, 8, 9, 10, 11, 15, 22, 25, 26, 28;
- 4) кластер 4 – 2, 5, 7, 19, 21, 24;

Оцінка результатів, отриманих за допомогою мереж Кохонена, залежить від поставленої мети дослідження.

Представлені на рис. 1 карти Кохонена можна інтерпретувати наступним чином: кластер, розташований в верхньому лівому кутку має найбільше значення показника на карті; б) (економія газу в натуральних одиницях), на карті г) (економія газу в вартісному виразі) та найменші значення показника на карті а) (вартість впровадження) та на карті е) (термін окупності). Даний кластер можна охарактеризувати так: кластер містить енергозберігаючі заходи, які мають максимальну серед усіх заходів економію газу в натуральному та вартісному вигляді, характеризуються доволі невеликими сумами коштів на впровадження та мають швидкий термін окупності.

Аналогічні висновки можна зробити і щодо інших кластерів за допомогою табл. 2 (в таблиці вказані відносні рівні показників).

Таблиця 2

Узагальнення карт Кохонена

Карта	Назва показника	Кластери			
		0	1	2	3
а	Вартість впровадження, тис. грн	низький	низький	високий	низький
б	Економія – газ, тис. м куб	високий	низький	середній	низький
в	Економія – електроенергія, тис. кВт	середній	низький	середній	високий
г	Економія – газ, тис. грн	високий	низький	середній	низький
д	Економія – електроенергія, тис. грн	середній	низький	середній	високий
е	Економія – ФОП, тис. грн	середній	низький	середній	високий
є	Термін окупності заходу, роки	низький	низький	високий	низький

Загальний аналіз вихідних даних показників показав, що найбільшу вартість впровадження та найбільший термін окупності мають енергозберігаючі заходи, які відносяться до другого кластеру, найбільше значення економії газу в вартісному та натуральному вигляді має нульовий кластер, найбільше значення по економії електроенергії в натуральному та вартісному вигляді та економії ФОП – третій кластер.

Висновки. Отже, за результатами даного дослідження, особа, що приймає рішення, має можливість візуально оцінити групи-кластери енергозберігаючих заходів (кількість груп для аналізу задається безпосередньо користувачем) щодо економічних результатів їх впровадження. Побудовані карти дозволяють встановити певні взаємозалежності між економічними показниками, які раніше не було можливості віднайти. Дослідження можна значно поглибити, якщо розглядати енергозберігаючі заходи не комплексом, а окремо (деякі комплексні заходи містять до 20 окремих).

Дане дослідження може бути корисним для керівників теплопостачальних підприємств та працівників відповідних економічних підрозділів.

Література

1. Лочмеле Р.Р. Современные количественные методы экономического анализа: Самоорганизующиеся краты Кохонена (СОК) // Государственное управление. Электронный вестник. – 2003. – № 1. – С. 34 – 36.
2. <http://e-journal.spa.msu.ru/images/File/2003/lotchmele.pdf>
3. Горбунов А. Применение самоорганизующихся карт в бизнесе и финансах // Банковские технологии. – 1999. – № 4. – С. 5 – 8 // <http://www.it2b.ru/it2b2.view2.page103.html>
4. Кутьин В. Искусственный интеллект в маркетинге // http://www.e-xecutive.ru/publications/analysis_1882/
5. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с. // <http://www.ievbran.ru/kiril/Library/Book1/content396/content396.htm>

Надійшла 09.01.2009 р.