

Микола О. Медиковський, Іван Г. Цмоць, Юрій В. Цимбал
**ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛІННЯ
 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ У М. ЛЬВІВ**

У статті визначено задачі та функції ієрархічної системи управління енергоефективністю підприємств міста та її компонент, розроблено архітектуру даної системи з використанням комплексного підходу. Запропоновано формування управлінських рішень здійснювати на основі прогнозу та аналізу можливих наслідків їх реалізації.

Ключові слова: енергоефективність; інформаційна система управління; ієрархічна архітектура.

Рис. 1. Літ. 11.

Николай А. Медиковский, Иван Г. Цмоць, Юрий В. Цымбал
**ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
 ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ
 ПРЕДПРИЯТИЙ В Г. ЛЬВОВ**

В статье определены задачи и функции иерархической системы управления энергоэффективностью предприятий города и ее компонент, разработана архитектура такой системы с использованием комплексного подхода. Предложено формирование управленческих решений осуществлять на основе прогноза и анализа возможных последствий их реализации.

Ключевые слова: энергоэффективность; информационная система управления; иерархическая архитектура.

Mykola O. Medykovskiy¹, Ivan G. Tsmots², Yuriy V. Tsymbal³
**INFORMATION ANALYTICAL SYSTEM FOR ENERGY
 EFFICIENCY MANAGEMENT AT ENTERPRISES
 IN THE CITY OF LVIV (UKRAINE)**

The tasks and the functions of the hierarchical management system of energy efficiency at enterprises and its components are determined; the architecture of the system has been developed using an integrated approach. Decision-making on the basis of forecasting and analysis of possible consequences of their implementation is offered.

Keywords: energy efficiency; information system for management; hierarchical architecture.

Постановка проблеми. Одним з основних завдань економіки міст є підвищення енергоефективності підприємств. Для оцінювання енергоефективності економіки міст використовуються такі показники, як валовий регіональний продукт (ВРП — сума валової доданої вартості усіх видів економічної діяльності в основних цінах, включаючи чисті податки на продукти вироблені в регіоні) та його енергоємність (ЕВРП — рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленого валового регіонального продукту). Розрахунок ЕВРП проводиться відповідно до [1] і оцінюється в кг у.п./грн ВРП.

При оцінюванні енергоефективності підприємств міста складовими ВРП буде, зокрема, валовий продукт, вироблений підприємствами великих міст регіону, наприклад, обласного центру, а відповідними складовими ЕВРП —

¹ National University "Lviv Polytechnics", Ukraine.

² National University "Lviv Polytechnics", Ukraine.

³ National University "Lviv Polytechnics", Ukraine.

енергоємності валового продукту для цих міст. Одним зі шляхів підвищення енергоефективності підприємств великого міста (такого як Львів) є використання інтелектуальних інформаційно-управляючих технологій та систем для управління енергоефективністю підприємств. Основною задачею таких технологій та систем є об'єднання інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ) підприємств міста в єдину інформаційну систему управління енергоефективністю на базі інформаційно-аналітичної системи (ІАС). Така система на основі опрацювання інформації про стан підприємств міста повинна забезпечувати формування ефективних управлінських рішень, які спрямовуються на оптимізацію структури споживання паливно-енергетичних ресурсів, зменшення енергоємності виробництва одиниці продукції, виконаних робіт і наданих послуг, скорочення рівня невиробничих втрат паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах Львова.

Інформаційна система управління енергоефективністю підприємств міста може бути використана як органами державного управління, так і органами місцевого самоврядування, зокрема, відповідними відділами міських рад.

Отже, розробка компонентів інтелектуальних інформаційно-управляючих технологій та інформаційних систем управління енергоефективністю підприємств міста для органів державного управління та місцевого самоврядування є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З публікацій [2–11] впливає, що для формування ефективних управлінських рішень необхідно розробити компоненти для оцінювання даних, прогнозування енергоефективності, оперативного, аналітичного та інтелектуального опрацювання інформації. Дані питання висвітлені у працях таких вчених: В. Ганжі – основні принципи енергетичного менеджменту [2]; М. Янга та К. Ю – дослідження проблем управління енергоефективністю на державному рівні та міждержавна співпраця [11]; А. Мастепанова та ін. – економіка та енергетика регіонів [3]; Б. Кейпхарта та ін. – методи та засоби побудови автоматизованих систем управління енергоефективністю [4]; С. Тіде – застосування систем управління енергоефективністю у виробничій сфері [9]; К. Оунга – розробка рекомендацій щодо підвищення енергоефективності у виробництві [6]; Б. Сміта – рішення для підвищення енергоефективності в ІТ-сфері [7]; К. Метаксіотіса – інтелектуалізація систем управління енергоефективністю [5]; П. Толандера і Дж. Палма – інженерні рішення для підвищення енергоефективності [10]; В. Теслюка та ін. – моделювання енергоефективності в системах «розумного будинку» [8].

Проте в цих публікаціях мало уваги надано врахуванню зовнішніх факторів впливу при прогнозуванні енергоефективності підприємства і використанню інтелектуального аналізу даних. Крім того, недостатньо розглянутими є питання адаптації інтелектуальних компонентів інформаційно-управляючих технологій до задач управління енергоефективністю підприємств.

Метою дослідження є визначення функцій, розробка компонентів і архітектури інформаційної системи управління енергоефективністю підприємств Львова.

Основні результати дослідження.

Архітектура інформаційної системи управління енергоефективністю підприємств міста. Розроблення інформаційної системи управління енергоефективністю підприємств м. Львова доцільно здійснювати на основі комплексного підходу, який охоплює комунікаційні та інтелектуальні інформаційно-управляючі технології та системи, сучасні апаратні та програмні засоби, а також засоби підтримки прийняття рішень і ґрунтується на таких принципах: ієрархічності побудови системи управління, інтелектуальності, системності, змінного складу обладнання, відкритості та модульності.

Для управління енергоефективністю підприємств Львова на базі ІАС розроблено інформаційну систему, архітектура якої наведена на рис. 1, де Е – економічні фактори впливу; Р – політичні фактори впливу; Т – виробничо-технологічні фактори впливу; М – ринкові фактори впливу; С – конкурентні фактори впливу; І – міжнародні фактори впливу; ІF – фактори впливу, які враховують особливості міста, пору року і погоду.

Особливістю даної інформаційної системи є те, що вона є ієрархічною та інтелектуальною. Нульовим рівнем такої системи є ІАС, яка складається з двох підсистем: інформаційної та аналітичної. Основними компонентами інформаційної підсистеми є веб-орієнтовані засоби збору даних, засоби попереднього опрацювання даних і засоби збереження даних. Аналітична підсистема включає: засоби аналітичного та інтелектуального опрацювання даних, засоби прогнозування енергоефективності підприємства, моделі для оцінювання енергоефективності підприємств та засоби підтримки прийняття рішень. Засоби моделювання повинні мати можливість адаптування до особливостей підприємств і враховувати вплив зовнішніх факторів. Засоби прогнозування в ІАС мають забезпечувати як коротко-, так і довготермінове прогнозування із врахуванням факторів впливу на підприємство.

При розробці аналітичної підсистеми доцільно використати сучасні технології інтелектуального аналізу даних, а саме штучні нейронні мережі. На основі таких мереж пропонується розробити моделі для оцінювання та засоби прогнозування енергоефективності підприємства, видобутку даних і візуалізації багатовимірних даних.

Моделі оцінювання та засоби прогнозування енергоефективності підприємств дають можливість використовувати адаптивне управління енергоефективністю підприємства. Таке управління за рахунок використання прогнозу та аналізу можливих наслідків реалізації управлінських рішень забезпечує підвищення енергоефективності підприємства. Основними функціями ІАС є:

- оперативний збір, попереднє опрацювання та накопичення достовірної інформації про стан підприємств м. Львова;
- аналітичне та інтелектуальне опрацювання накопиченої інформації, моделювання та прогнозування енергоефективності підприємств міста з врахуванням дії факторів впливу;
- формування, аналіз, корекція та прийняття управлінських рішень.

Інтегрована автоматизована система управління підприємством. На кожному підприємстві для управління енергоефективністю використовується ієрархічна ІАСУ, яка має чотири рівні.

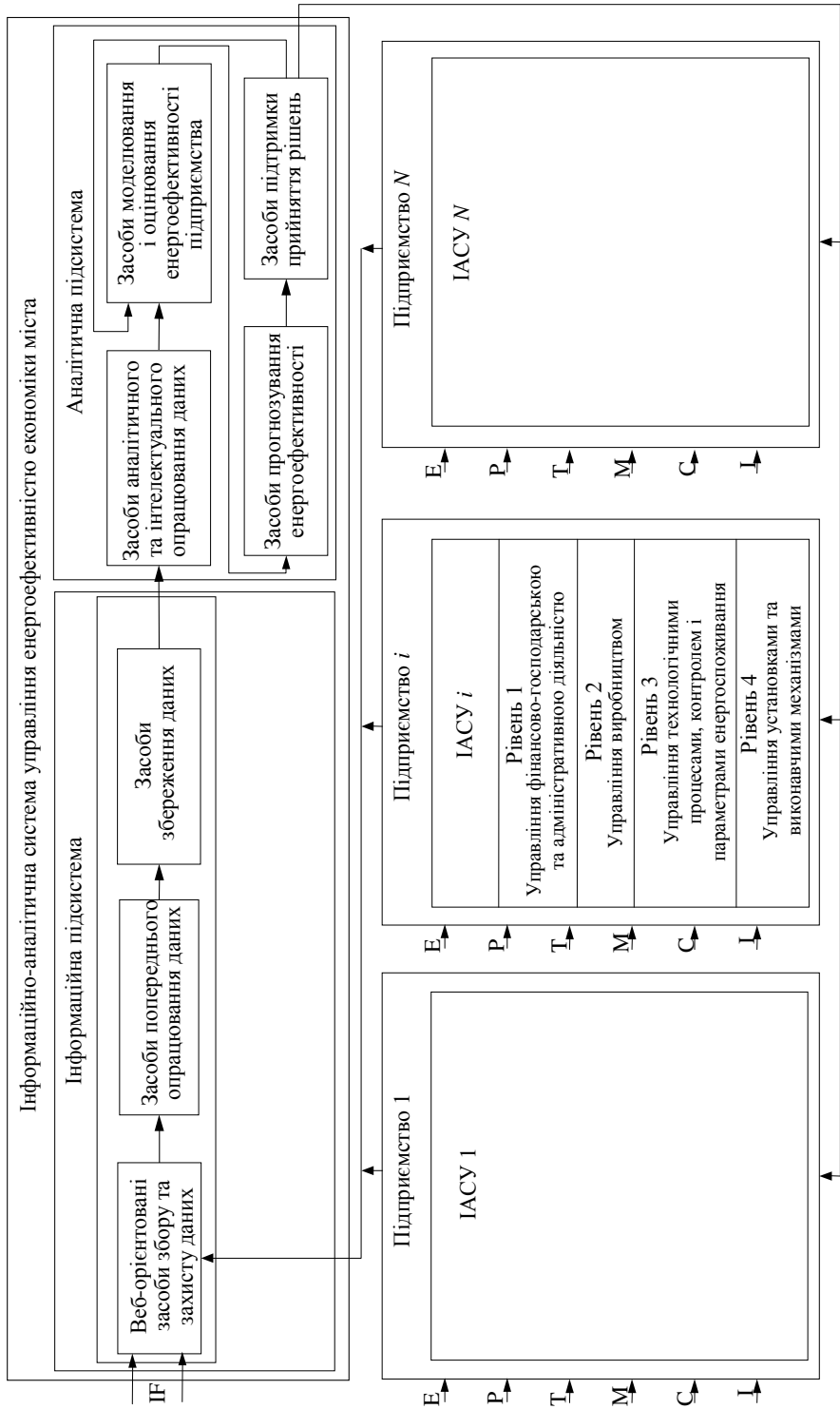


Рис. 1. Інформаційна система управління енергоефективністю підприємств м. Львова, авторська розробка

Перший рівень управління пов'язаний з управлінням фінансовою, господарською та адміністративною діяльністю підприємства. На цьому рівні підвищення енергоефективності підприємства досягається: оптимізацією структури споживання паливно-енергетичних ресурсів, зокрема, заміщенням традиційних видів енергоресурсів відновлювальними та альтернативними; модернізацією як комунальних систем теплопостачання, так і автономного теплозабезпечення. Підвищення енергоефективності підприємства на цьому рівні забезпечують енергоаудит та енергетичний менеджмент.

Другий рівень управління — це управління виробництвом, яке зводиться до синхронізації, координації, аналізу та оптимізації випуску продукції. На цьому рівні підвищення енергоефективності досягається шляхом зменшення обсягу технологічних і невиробничих втрат енергоресурсів внаслідок модернізації схем енергопостачання, використанням сучасного обладнання та впровадженням нових енергоефективних технологій.

Третій рівень — це управління технологічними процесами, на якому підвищення енергоефективності досягається шляхом управління параметрами енергоспоживання та оперативного контролю за електроспоживанням як з боку енергосистеми, так і з боку споживача з врахуванням диференційованих за часом доби тарифів, використання сучасних засобів обліку та управління.

Четвертий рівень — це управління агрегатами, апаратами, установками та виконавчими механізмами. На цьому рівні підвищення енергоефективності досягається, зокрема, через використання сучасних комп'ютерних засобів і розподілених систем управління.

Для різних рівнів ІАСУ оперативність управління енергоефективністю є приблизно такою: 1-й рівень — квартал; 2-й рівень — місяць; 3-й рівень — погодинно; 4-й рівень визначається інтенсивністю надходження даних.

На основі баз даних ІАСУ підприємств у розробленій інформаційній системі управління створюється єдине інформаційне поле підприємств міста, дані з якого опрацьовуються ІАС. Ієрархічна архітектура системи управління енергоефективністю передбачає наявність серверів, захищених від несанкціонованого доступу, як на рівні ІАС, так і на рівні кожного підприємства. Для зв'язку між компонентами ієрархічної системи управління енергоефективністю можуть використовуватися: локальна мережа, пряме під'єднання до сервера по комутованій або виділеній телефонній лінії, тунельовані Інтернет-канали, корпоративна мережа та інші засоби зв'язку, які підтримують стандартний протокол, наприклад, TCP/IP.

Для груп факторів впливу враховується при моделюванні та прогнозуванні енергоефективності підприємств. У ІАС розроблено базові моделі оцінювання енергоефективності підприємств і базові засоби прогнозування їх енергоефективності, які враховують фактори впливу та особливості підприємства. У процесі роботи дані моделі та засоби можуть адаптуватися до вимог конкретного підприємства.

Висновки:

1. Розробку інформаційно-аналітичної системи для управління енергоефективністю підприємств м. Львова доцільно здійснювати на основі комплексного підходу, який охоплює комунікаційні та інтелектуальні інформа-

ційно-управляючі технології та системи, сучасні апаратно-програмні засоби та системи підтримки прийняття рішень.

2. Створення єдиного інформаційного простору з достовірною, повною та оперативною інформацією про роботу підприємств міста передбачає інтеграцію баз даних ІАС з базами даних ІАСУ підприємств на основі використання сучасних телекомунікаційних та інформаційно-управляючих технологій.

3. Прийняття управлінських рішень в ІАС здійснюється на основі прогнозу та аналізу можливих наслідків їх реалізації з врахуванням змін у навколишньому середовищі.

1. Про затвердження Методики розрахунку показників енергоемності валового регіонального продукту: Наказ Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України від 21.07.2011 № 63 // saee.gov.ua.

2. Ганжа В.Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. — Мн.: Белорусская наука, 2007. — 452 с.

3. Экономика и энергетика регионов Российской Федерации / А.М. Мастепанов, В.В. Саенко, В.А. Рыльский, Ю.К. Шафраник. — М.: Экономика, 2001. — 476 с.

4. Capehart, B.L., Turner, W.C., Kennedy, W.J. (2011). Guide to Energy Management. 7th ed. Fairmont Press. 659 p.

5. Metaxiotis, K. (2013). Intelligent information systems and knowledge management for energy: applications for decision support, usage, and environmental protection. Information Science Reference. 523 p.

6. Oung, K. (2013). Energy Management in Business: The Manager's Guide to Maximising and Sustaining Energy Reduction. Gower Publishing. 278 p.

7. Smith, B.E. (2014). Green Computing: Tools and Techniques for Saving Energy, Money, and Resources. CRC Press. 254 p.

8. Teslyuk, V.M., Beregovskiy, V.V., Pukach, A.I. (2013). Development of smart house system model based on colored Petri nets. Proceedings of the XVIII-th International Seminar/Workshop On Direct And Inverse Problems Of Electromagnetic And Acoustic Wave Theory (DIPED — 2013) (pp. 205—208). Lviv, Ukraine.

9. Thiede, S. (2012). Energy efficiency in manufacturing systems. Springer. 212 p.

10. Thollander, P., Palm, J. (2013). Improving energy efficiency in industrial energy systems: an interdisciplinary perspective on barriers, energy audits, energy management, policies, and programs. Springer. 161 p.

11. Yang, M., Yu, X. (2015). Energy efficiency: benefits for environment and society. Springer. 168 p.

Стаття надійшла до редакції 18.08.2015.