

УДК 620.621.31:339.944

Тетяна Євтухова*, канд. техн. наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-4778-2479>**Олександр Новосельцев**, д-р техн. наук, ст. наук. співр., <https://orcid.org/0000-0001-9272-6789>

Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна

*Автор-кореспондент: tatyana.eutykhova@gmail.com

ВІРТУАЛЬНА СИСТЕМА ЕНЕРГЕТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ РЕГІОНАЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Ключові слова: енергетичний менеджмент, віртуальна система, регіональне енергозабезпечення.

Мета роботи. На сьогодні сфера впливу віртуальних організацій (ВО), ефективність та продуктивність бізнес-діяльності яких значною мірою визначається розвитком хмарних інформаційно-комунікаційних технологій, охопила практично всі галузі виробництва та споживання товарів і послуг як промислового, так і соціально-побутового призначення. В узагальненому вигляді послуги ВО визначаються спільно-узгодженою діяльністю юридично незалежних організацій (членів віртуального бізнес-співтовариства), які за допомогою комп'ютерних мереж (хмарних інформаційно-комунікаційних технологій) об'єднують власні ресурси, можливості та інформацію, надаючи клієнтам (користувачам) системно узгоджені пакети послуг без безпосереднього контакту з ними.

Основна мета цієї роботи – представити в інтегральній формі концептуальну базу (платформу) реалізації послуг з енергетичного менеджменту у середовищі віртуальних організацій, що дозволяє за рахунок поєднання ресурсів, можливостей та інформації членів бізнес-товариства ВО розширити сферу та покращити якість надання послуг з енергетичного менеджменту.

Енергетичний менеджмент слугує в якості основоположної платформи системно контролюваного покращення енергетичних показників діяльності організацій і компаній у всьому світі з 80-х років минулого століття. Серед пріоритетних завдань енергетичного менеджменту, окрім реалізації заходів з ефективного використання енергії, є мінімізація наслідків для навколишнього середовища, уникнення конфліктів та задоволення соціальних вимог до якості життя. До сфери впливу енергетичного менеджменту відноситься також активна, організована та систематична координація процесів і процедур закупівель обладнання і послуг, перетворення, розподілу та використання енергії, спрямованих на задоволення потреб споживачів з урахуванням економічних, соціальних та екологічних цілей. Більш детальну інформацію щодо стандартизованих вимог до послуг з енергетичного менеджменту можна знайти, наприклад, у роботах [1, 2, 3].

Серед основних переваг застосування послуг віртуального енергетичного менеджменту, насамперед, виділимо їх можливості для подальшого розвитку ринку послуг, які реалізуються шляхом: 1) поліпшення оперативності надання послуг, 2) більш стійкого та надійного залучення інвестицій, 3) використання відновлюваних джерел енергії, когенерації, теплових насосів, накопичувачів енергії тощо, 4) управління навантаженням клієнтів, 5) організації портфельних поставок та використання розподіленої генерації, 6) спрощення процедури ефективного пошуку та відбору партнерів та 7) встановлення добросовісної конкуренції [4, 5].

Результати роботи. За результатами проведеного дослідження у роботі розроблені два основних інструменти. Це організація системно узгодженої віртуальної взаємодії надавачів сервіс-орієнтованих послуг з клієнтами та створення їх віртуального бізнес-товариства, де в якості провідних виконавців розглядаються енергосервісні компанії (ЕСКО). У цьому сенсі значну увагу приділено створенню віртуального центру координації діяльності ЕСКО, представлено порядок розв'язання проблемних питань

фінансування ЕСКО-проектів, розглянуто механізм та схему співпраці ЕСКО на трансграничних (гетерогенних) ринках, зроблено висновки щодо переваг застосування послуг ВО з енергетичного менеджменту.

Висновки. Серед основних цілей енергоменеджменту пріоритетом є ретельне збалансування між зусиллями щодо підвищення енергоефективності та забезпечення виконання основних місій клієнтів. Цілі досягаються шляхом системної координації етапів проектування, закупівлі, монтажу та експлуатації енергоефективного обладнання, моніторингу та перевірки досягнутих результатів з урахуванням екологічних та економічних цілей.

Одним з ключових завдань вдосконалення систем енергетичного менеджменту є активне застосування хмарних інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення ефективності заходів енергетичного менеджменту на всіх стадіях їх реалізації, у тому числі пов'язаних з діями персоналу з керування режимами роботи технологічного обладнання. При цьому здійснення цих завдань у віртуальному просторі потребує кардинальної зміни структури та характеру взаємодії надавачів послуг з енергетичного менеджменту з їх клієнтами. Визначальними стають послуги віртуального центру координації інтересів всіх учасників процесу надання послуг з енергетичного менеджменту та балансування їх спільних ресурсів, створення системи стимулів, принципів обміну інформацією, захисту прав інтелектуальної власності тощо. Віртуальні центри координації та балансування стають базовою платформою для інтеграції нових технологій, підвищення прозорості та використання конкурентних сил для масштабування розвитку передових енергетичних технологій, покращення доступу споживачів до цих технологій тощо.

Залучення енергосервісних компаній в якості основної зв'язуючої ланки між центром координації та споживачами послуг (клієнтами ЕСКО), на наш погляд, є найбільш ефективним рішенням, оскільки ЕСКО гарантують клієнтам, що економія енергії та/або грошових коштів, отриманих в результаті впровадження заходів з енергоменеджменту, буде достатньою для покриття витрат на їх фінансування. Проблема полягає у тому, що на сьогодні ЕСКО практично не взаємодіють одна з одною, самостійно шукаючи собі замовників на ринку послуг з енергетичного менеджменту. Таке становище обмежує можливості кожної ЕСКО впливати на загальні умови реалізації послуг з енергетичного менеджменту своїми власними силами (ресурсами), тим самим обмежуючи можливості клієнтів ЕСКО підвищувати ефективність та якість виробництва товарів, яких потребує споживач. Показано, що відсутність спільно узгодженої взаємодії не дозволяє реалізувати синергетичні ефекти у вигляді нереалізованих порівняльних переваг співробітництва ЕСКО та нереалізованих масштабних проектів, що потребують значних обсягів інвестицій, обумовлює значні ризики недофінансування проектів та обмежує можливості їх страхування.

Координація в межах віртуально створеного бізнес-співтовариства ЕСКО дає новий поштовх для розвитку ринку послуг енергетичного менеджменту, оскільки дозволяє членам товариства зменшувати витрати і ризики ведення бізнесу, підвищувати ефективність та гнучкість обміну знаннями і новими технологіями, полегшити доступ до нових ринків та покращити умови фінансування спільних проектів. У цьому сенсі віртуально координована співпраця ЕСКО, які взаємодіють на трансграничних (гетерогенних, різнорідних) ринках однієї або декількох країн, відкриває нові можливості надання послуг з енергетичного менеджменту, спрямованих на модернізацію та інноваційний розвиток учасників співтовариства та їх клієнтів. При цьому слід враховувати, що ефективність координованої співпраці ЕСКО значною мірою визначається їх здатністю реалізовувати абсолютні та порівняльні переваги трансграничного співробітництва на базі віртуальних платформ, побудованих на хмарних інформаційно-комунікаційних технологіях.

Посилання

1. Cosenza E., Devetta M., Rosa M., Zogla L., Barisa A., Toma M., Stiff G. *Energy Management System (EnMS) Guidebook for Local Authorities*. 2018. 67 p. URL: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5bd36717e&appId=PPGMS> (дата звернення: 19.05.2024).
2. McLaughlin L., Meffert W., McKane A., Vermeeren R. *Practical Guide for Implementing an Energy Management System*. 2015. 78 p. URL: <https://www.industrialenergyaccelerator.org/general/practical-guide-for-implementing-an-energy-management-system/> (дата звернення: 19.05.2024).
3. Shah S. F. A., Iqbal M., Aziz Z., Rana T. A., Khalid A., Cheah Yu-N., Arif M. The Role of Machine Learning and the Internet of Things in Smart Buildings for Energy Efficiency. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12. Iss. 15. 7882. <https://doi.org/10.3390/app12157882>
4. Chupryna L., Kovalko O., Novoseltsev O., Woodroof E. Virtual Organization of Energy Management: Service-Oriented Framework to Improve Results. *International Journal of Energy Management*. 2020. Vol. 2. No. 6. P. 47—63. URL: https://www.researchgate.net/publication/356980815_Virtual_Organization_of_Energy_Management_Service-Oriented_Framework_to_Improve_Results (дата звернення: 19.05.2024).
5. Новосельцев О.В., Свтухова Т.О., Чуприна Л.В. Методи та моделі комплексно збалансованої системи віртуального енергоменеджменту. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2023. № 2. С. 46—51. <https://doi.org/10.20535/1813-5420.2.2023.279641>

VIRTUAL ENERGY MANAGEMENT SYSTEM FOR ENERGY SUPPLY OF REGIONAL INFRASTRUCTURE

Tatiana Eutukhova*, PhD (Engin.), Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-4778-2479>

Oleksandr Novoseltsev, Dr. Sci. (Engin.), Senior Research Scientist, <https://orcid.org/0000-0001-9272-6789>

General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine

*Corresponding author: tatyana.eutykhova@gmail.com

Abstract. The main purpose of this study is to present in an integrated form a conceptual framework (platform) for the implementation of an energy management system in the environment of virtual organizations (VOs), which allows to expand the scope and improve the quality of energy management services by combining the resources, capabilities, and information of members of the VO business community. One of the key tasks of improving energy management systems is the active use of cloud-based information and communication technologies to increase the efficiency of energy management measures at all stages of their implementation, including those related to the actions of personnel to control the operating modes of technological equipment. At the same time, the implementation of these tasks in the virtual space requires a fundamental change in the structure and nature of the interaction between energy management service providers and their clients. In this vein, a careful balance between efforts to improve energy efficiency and ensure the fulfillment of the client's core missions are prioritized. The goals are achieved through systematic coordination of the design, procurement, installation, and operation of energy-efficient equipment, monitoring, and verification of the results achieved, taking into account environmental and economic parameters. Among the main advantages of using virtual energy management services, first of all, we would like to highlight their opportunities for further development of the service market, which are realized by: 1) improving the efficiency of service provision, 2) more sustainable and reliable investment attraction, 3) use of renewable energy sources, cogeneration, heat pumps, energy storage, etc., 4) customer load management, 5) organization of portfolio supplies and use of distributed generation, 6) simplification of the procedure for effective search and selection of partners, and 7) establishment of fair competition. Based on the results of the study, the paper develops two main tools. These are the organization of systemically coordinated virtual interaction of service-oriented providers with customers and the creation of their virtual business community, where energy service companies (ESCOs) are considered the leading performers. In this sense, considerable attention is paid to the creation of a virtual center for coordinating ESCOs activities, the procedure for solving problematic issues of financing ESCO projects is presented, the mechanism and scheme of ESCO cooperation in cross-border (heterogeneous) markets are considered, and conclusions are drawn on the advantages of using VO's energy management services.

Keywords: energy management, virtual system, regional energy supply.