

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, У ЯКИХ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

У роботі наведено технічні та економічні чинники, які необхідно враховувати при комплексному техніко-економічному розгляді конструкційних елементів систем енергозабезпечення, у яких використовується енергія відновлюваних джерел. Враховуються як теплотехнічні аспекти конструкції енергоактивних огорожень, так і економічні чинники максимізації економічного ефекту впровадження інноваційних систем енергозабезпечення.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, енергоактивні огороження, повітряний прошарок, коефіцієнт теплопровідності, математична модель, максимізація економічного ефекту.

L. V. NAKASHYDZE, T. V. HILORME

Dnipropetrovsk national university named after Oles Gonchar

TECHNICAL AND ECONOMIC SUBMISSION OF IMPLEMENTATION OF ENERGY SYSTEMS IN WHICH RENEWABLE ENERGY SOURCES ARE USED

The paper presents the technical and economic factors that are necessary to take into account in the complex technical and economic consideration of the structural elements of energy supply systems that use renewable energy sources. The heat engineering aspects of the design of energy-active fences are considered as well as economic factors of maximizing the economic effect of the introduction of innovative systems of industrial maintenance. Implementation of power supply systems with energy-efficient fences is an important factor in the development of the energy sector for the implementation of renewable energy sources, which contributes to the country's social stability.

Keywords: renewable energy sources, energy-active fences, air layer, coefficient of thermal conductivity, mathematical model, maximization of economic effect.

Вступ

В Україні та світі важливим аспектом стало економічного та технічного розвитку галузі енергозабезпечення є розвиток технологій, які сприяють енергозаощадженню викопного органічного палива (газ, вугілля, нафта). Такі інноваційні технології передбачають використання енергії відновлюваних джерел – енергія сонячного випромінювання, тепла навколишнього середовища, вітрового потенціалу та ін. Інтенсивний розвиток передбачений у таких документах, як «Енергетична стратегія України на період до 2030 р.» та іншим законодавчим документам [1–4]. Нова редакція Директиви Європейського Союзу про енергетичну ефективність будівель вказує на заходи, впровадження яких дозволить наблизити сферу послуг енергозабезпечення до вимог європейських країн. Одним з актуальних напрямів є впровадження систем енергозабезпечення з мінімальним споживанням енергії. Впровадження технологій використання відновлюваних джерел енергії дозволить комплексно вирішити технічні, екологічні та соціальні аспекти, які наявні в галузі енергозабезпечення та енергоспоживання.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Наявні технології сонячного опалення та охолодження, що застосовуються в житлових і комерційних будівлях, являють собою сформований ринок. В Європі відповідний обсяг ринку збільшився більш ніж у три рази за останній час. Наприклад, у Німеччині в невеликих будівлях доля використання енергії сонячного випромінювання у вказаних вище системах не перевищує 15 %. На цьому ринку починають домінувати вакуумні колектори, які на сьогодні є конструктивно і технологічно довершеними і придатними для масового виробництва. Важливі виробничі майданчики вакуумних колекторів знаходяться в країнах Європи, Туреччині, Бразилії, Китаї та Індії. Разом з тим розвивається експорт комплексних геліоводопідігрівальних систем. Найбільшими експортерами таких систем є Австралія, Греція, США і Франція [3–6].

Техніко-економічні показники застосування енергії відновлюваних джерел залежать від сформованого конструктивного рішення системи енергозабезпечення (відповідно до потреб та економічних можливостей споживача).

Інвестиційні витрати на сонячні системи теплопостачання значною мірою відрізняються залежно від складності застосовуваної технології, а також ринкових умов у країні їх експлуатації. Витрати для інноваційних систем водопостачання змінюються в діапазоні від низьких показників 83 у.о./м² до 1200 у.о./м² (для деяких систем опалення приміщень). Нормована вартість тепла відображає широкий діапазон коливань інвестиційних витрат і залежить від більшого числа змінних величин, включаючи конкретний тип системи, інвестиційні витрати на дану систему, наявне в конкретному місці сонячне випромінювання, ефективність перетворення даної системи, оперативні витрати, стратегії використання системи і дисконтна ставка [7]. Нормована вартість тепла для сонячних теплових систем з урахуванням широкого діапазону вихідних параметрів була розрахована в широкому мінливих межах від 9 до 200 у.о./ГДж. Нормована вартість тепла знаходиться в межах від 30 у.о./ГДж до 50 у.о./ГДж в регіонах насамперед деяких районів Центральної і Південної Європи, і доходить майже до 90 у.о./ГДж в регіонах з меншим сонячним випромінюванням. За останнє десятиліття на кожні 50 % збільшення встановленої потужності сонячних нагрівачів води в Європі інвестиційні витрати скоротились на 20 % [7]. Тенденція до зниження вартості систем енергозабезпечення досягається за рахунок використання більш дешевих матеріалів, більш

ефективних виробничих процесів, масового виробництва і безпосереднього включення в конструкцію будівель колекторів в якості багатofункціональних будівельних компонентів і модульних систем, які легко встановлюються. Зниження вартості є ключовою проблемою, пов'язаною з тим, щоб пряма сонячна енергія стала більш вигідною в комерційному плані і змогла претендувати на більшу частку на світовому енергетичному ринку. Потенційне використання залежить від фактичних ресурсів і наявності відповідної технології. У той же час чинна нормативно-правова основа може значною мірою сприяти або стримувати поширення застосування прямої сонячної енергії. Транспарентні й оптимізовані адміністративні процедури, пов'язані зі встановленням і підключенням джерела сонячної енергії до існуючих мережевих інфраструктур, можуть також знизити витрати на пряму сонячну енергію.

У багатьох країнах розвиток систем енергопостачання протягом десятиліть дав можливість забезпечувати дієвий і економічно ефективний розподіл електроенергії, газу і тепла, а також транспортування енергоносіїв для надання корисних енергетичних послуг кінцевим споживачам [8]. Посилена інтеграція може призвести до того, що повний набір енергетичних послуг для великих і малих населених пунктів як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються, буде заснований на відновлювальних джерелах енергії. Системи енергопостачання постійно розвиваються з метою збільшення ефективності технологій перетворення енергії відновлювальних джерел.

Використання у спорудах комплексних систем енергозабезпечення, до складу яких входять теплові насоси, теплові акумулятори, енергоактивні огороження, є результатом пошуку шляхів найбільш економічних засобів енергозбереження та рекуперації енергетичних потоків об'єктів. Впровадження таких систем сприяє поширенню технічного забезпечення виробництва енергії безпосередньо на об'єкті. Такі системи здатні частково або повністю замінити енергію, що генерується традиційними засобами енергозабезпечення [9].

Тільки завдяки комплексному врахуванню технічних, технологічних, екологічних та ін. аспектів можна розв'язати господарську та науково-технічну проблему скорочення споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів.

Входження України в європейську зону зобов'язує до прийняття загальноєвропейських правил стосовно підвищення енергоефективності будівель і шляхів їх реалізації. Спрямованості на ефективне використання енергоресурсів сприяють інноваційні технічні рішення, розроблені іноземними та вітчизняними вченими [6]. Серед них – інтелектуальна технологія EIB/KNX компанії «ЕкоПрог», що дозволяє оптимізувати всі складові процесу енергозбереження.

Спеціалістами компанії Dimplex розроблені системи теплозабезпечення з використанням енергозабезпечення на основі теплових насосних систем. Використання цих розробок дозволяє скоротити загальний об'єм газу в два рази. При цьому можуть використовуватись теплові насоси різних розробників та виробників, наприклад теплові насоси Waterkotte (Німеччина), IDM (Австрія), NIBE (Швеція), Menergy (Canada) та ін.

Проблему підвищення ефективності витрат енергії на забезпечення оптимального теплового режиму різних споруд пропонується шляхом впровадження комплексного використання новітніх ресурсозберігаючих технологій у вигляді енергоактивних огорожень, теплових насосів, ґрунтових акумуляторів тепла та відновлювальних джерел енергії [10, 11].

Мета та задачі дослідження

Робота направлена на розробку науково обґрунтованих техніко-економічних заходів підвищення ефективності систем кліматизації споруд за рахунок комплексного використання у схемних рішеннях енергозабезпечення споруд теплових насосів, теплових акумуляторів та енергоактивних огорожень як основних елементів перетворюваних відновлюваних джерел енергії, перерозподілу отриманих енергетичних потоків.

Метою роботи є техніко-економічне обґрунтування підвищення ефективності систем енергозабезпечення, у яких в якості енергоносія використовуються відновлювані джерела енергії, а як системи перетворення – енергоактивні огороження.

Задачами є:

- розробка системного підходу до розгляду структури матеріалу та конструкції енергоактивного огороження в системі енергозабезпечення
- техніко-економічні особливості обґрунтування енергозберігаючих рішень за умови максимізації економічного ефекту їх впровадження.

Техніко-економічні особливості використання енергоактивних огорожень

Ефективність конструктивного рішення та використання в спорудах енергоактивних огорожень (перетворення енергії відновлюваних джерел енергії з одночасним перерозподілом енергетичних потоків) обумовлюється рядом фізико-технічних факторів, які необхідно враховувати ще на етапі проектування. Серед них такі особливості, як побудова прошарки енергоактивного огороження [11, 8].

Основними є теплотехнічні особливості наявних в конструкції енергоактивного огороження прошарків, у першу чергу повітряних. Наприклад, достатній рівень від повітропроникнення та забезпечення необхідних теплотехнічних властивостей завдяки повітряним прошаркам розглядається на етапі вибору необхідних матеріалів, з яких буде побудовано енергоактивне огороження. Пропонується використовувати системний підхід до розгляду конфігурації відповідних порожнин у структурі вибраного матеріалу.

Функціональне використання енергоактивних огорожень в якості конструкції для захисту споруди від перегріву в теплу пору року менш ефективне ніж використання їх в якості термоізоляції в холодну пору року. Підвищити завдяки наявності енергоактивних огорожень рівень захисту споруди від перегріву в теплий період року можливо при використанні прошарків, що вентилюються в нічний час зовнішнім повітрям.

Позитивним ефектом наявності в енергоактивному огороженні повітряних прошарків є те, що таким конструкціям притаманна менша вологісна інерція порівняно із суцільною конструкцією.

Енергоактивні огороження набувають додаткові теплозахисні властивості при незначній вологості матеріалу, що використовується [7, 11]. Для цього конструктивно передбачається наявність сполучення вентиляційних та замкнутих прошарків для можливості проведення процесу сушки внутрішніх прошарків енергоактивного огороження. Підвищення вологості матеріалу внутрішніх прошарків енергоактивного огороження призводить до втрати теплофізичних якостей використаних матеріалів і зменшення терміну їх експлуатації.

Для підвищення термічного опору повітряних прошарків в енергоактивних огороженнях доцільно використання прошарку, який виконаний з матеріалу, що має відбивальні властивості. Доцільність такого конструктивного прошарку обумовлена тим, що в енергоактивному огороженні передача тепла через повітряні прошарки великою мірою залежить від випромінювання. Це дозволить з більшою ефективністю проводити експлуатацію конструкції в різних природних умовах, у тому числі при різному рівні надходження сонячного випромінювання, при різному рівні вологості навколишнього середовища та ін.

Але при розгляді конструктивних особливостей побудови енергоактивного огороження необхідно враховувати те, що використання прошарку з відбивальними властивостями найбільш ефективно в горизонтальних замкнених повітряних прошарках, при направленні потоку тепла зверху вниз, тобто у випадку, коли конвекція практично відсутня і передавання тепла проходить в основному шляхом випромінювання [8, 13].

Визначено, що доцільним є використання відбивального прошарку на конструктивній поверхні, яка створює повітряний прошарок тільки з однієї сторони. Але вимогою до такої поверхні є відсутність появи конденсату (це призводить до зменшення відбивальних властивостей ізоляційного прошарку), тобто вона повинна мати змогу найбільш прогріватися.

Впровадження запропонованих іноваційних технічних рішень, в тому числі енергоактивних огорожень, дозволить отримати не тільки позитивні технічні переваги генерованої енергії, а й соціально-економічний позитивний ефект всієї енергетичної системи. Одержаний соціально-економічний ефект від впровадження заходів з енергозбереження, в тому числі енергоактивних огорожень, формалізовано можливо визначити [13]:

$$\begin{cases} E_{soc-ec} = EV_{сценар} - EV_{факт}, \\ EV = \bar{A}_{pvc} + G, \\ G = \Pi_{чист} - (\bar{A}_{pvc} \times H_A). \end{cases} \quad (1)$$

де EV – соціально-економічний ефект від впровадження заходів з енергозбереження, грн;
 $EV_{сценар}$, $EV_{факт}$ – відповідно соціально-економічний ефект від впровадження заходів з енергозбереження сценарного та фактичного, грн;
 G – сума гудвілу на основі оцінки за фактичною сумою прибутку, грн;
 $\Pi_{чист}$ – середньорічна сума чистого прибутку, грн;
 A – середньорічна вартість активів, грн;
 H_A – норма рентабельності активів, частка.

Відбір конструктивних рішень енергоактивних огорожень, а також схемних рішень іноваційних систем енергозабезпечення пропонується проводити з урахуванням максимізації економічного ефекту (проводиться на основі побудови математичної моделі) [14]:

$$\begin{cases} LCC_i < B_i, \\ E_i^{Ec} + E_i^S + CoD_i > LCC_i, \\ \text{при умовах: } LCC_i \rightarrow \min, \\ E_i^{Ec}, E_i^S, CoD_i \rightarrow \max, \end{cases} \quad (2)$$

де LCC_i – витрати «часу життя» i -го проекту з енергозбереження, грн;
 B_i – бюджет на реалізацію проектів з енергозбереження у t -му році, грн;
 E_i^{Ec} – екологічний ефект, що пов'язаний з реалізацією i -го проекту з енергозбереження, грн;
 E_i^S – соціальний ефект, що пов'язаний з реалізацією i -го проекту з енергозбереження, грн;
 CoD_i – вартість відкладених рішень, що пов'язані з реалізацією i -го проекту з енергозбереження, грн.

Пропонується, також, врахувати вартість відкладених рішень і відхилення від витрат. Необхідно розкрити особливості показника розрахунку часу для повернення інвестицій в енергозберігаючі проекти – витрати «часу життя» (проекту) (LCC). Саме показник LCC представляє собою темпоральну складову оцінки капіталовкладень енергозберігаючих проектів. Включення всіх витрат та заощаджень, які витрачені протягом «часу життя» обладнання, надає більш релевантну інформацію при оцінці рентабельності проектів.

Витрати «часу життя» (проекту) розраховуються за формулою [15]:

$$LCC = I - S + M + R + E, \quad (3)$$

де I – капітальні витрати (інвестування);
 S – ліквідаційна вартість;

M – витрати на експлуатацію;

R – витрати на заміну;

E – витрати на енергію.

Наведена формула враховує ліквідаційну вартість, строк служби обладнання, податки, відсоток та ін. Врахування ліквідаційних витрат має суттєве значення: по-перше, використання різних методів амортизації відповідно до П(С)БО 7 «Основні засоби» по-різному формує суми річних амортизаційних відрахувань; по-друге, особливості строків експлуатації обладнання при різних альтернативних джерел потребує різних підходів до формування ліквідаційної вартості об'єктів основних засобів тощо. Тобто при розрахунку собівартості одиниці електроенергії необхідно врахувати ліквідаційні витрати за рік. LCC – це трудомісткий розрахунок, але всі зусилля підприємства виправдані у випадку великих покупок та/або в умовах обмеженого капіталу. Витрати «часу життя» (LCC) допомагають оцінити чистий прибуток за час експлуатації проекту з урахуванням всіх основних витрат і заощаджень протягом терміну служби устаткування, дисконтованих до поточної вартості грошей. Так, додаткові питання (розрахунок дисконтованої вартості, факторів і норм дисконтування, LCC) вимагають детального аналізу.

Вартість відкладених рішень враховують потенційні заощадження, що дорівнюють таким же потенційним втратам, якщо підприємство не застосовує енергозберігаючі технології [15]:

$$CoD = -(E_n + O\&M_n) + I, \quad (4)$$

де CoD – вартість відкладених рішень;

E_n – заощадження витрат за енергію за період часу;

$O\&M_n$ – заощадження витрат на обслуговування і експлуатацію за період часу проекту.

Процедури та методи аналізу інвестиційної привабливості спрямовані на визначення альтернатив і співставлення варіантів реалізації проекту за критерієм енергоефективності. Комплексну економічну ефективність при прийнятті рішення щодо вибору інноваційної системи енергозабезпечення, в тому числі з використанням енергоативного огороження, математично можливо визначити як [14]:

$$E_{en} = \frac{\sum_{n=1}^N (W_0 - W_1) \times c_n + E^{Es} + E^s + CoD + \Delta P_{rep}^{perm}}{LCC + P_{cred} + D_{eq}}, \quad (5)$$

де E_{en} – економічний ефект від впровадження проекту з енергозбереження, частка;

W_0, W_1 – обсяг річного споживання n -го енергоресурсу відповідно до та після реалізації проекту з енергозбереження, кВт·год (Гкал, м³, т.у.п.);

c_n – вартість одиниці n -го енергоресурсу, грн;

ΔP_{rep}^{perm} – зміна вартості планових поточних ремонтів, профілактичних оглядів та обслуговування, грн;

P_{cred} – виплата відсотків за позицію, грн;

D_{eq} – витрати, пов'язані з простоем виробничих потужностей підприємства, що обумовлено реалізацією проекту з енергозбереження, грн.

Щодо екологічного та соціального ефектів, які пов'язані з реалізацією i -того проекту з енергозбереження, у тому числі впровадження енергоактивних огорожень, то можливо виділити інтервальні та екстернальні ефекти. Так, інтервальні екологічний ефект – це зменшення суми екологічних платежів, скорочення екологічних збитків підприємств; соціальний – збільшення рівня умотивованості персоналу щодо проблем енергозбереження, зменшення виплат по випадкам виробничого травматизму тощо. Екстернальний ефект синергується з складників сукупних ефектів: соціальний, екологічний, економічний як результат підвищення капіталізації, ринкової вартості, конкурентоспроможності, безпеки суб'єкта господарювання на засадах взаємодії стейкхолдерів системи впровадження систем енергозбереження.

Висновки

Впровадження систем енергозабезпечення з енергоактивними огороженнями є важливим чинником розвитку енергетичної сфери впровадження відновлюваних джерел енергії, що сприяє соціальній стабільності країни. Насамперед, це пов'язано з соціально-економічною доцільністю запровадження заходів з енергозбереження – соціально-економічним ефектом для бізнесу: поліпшення громадської думки, капіталізація через зростання гудвілу, позитивний імідж, підвищення лояльності споживачів.

Література

1. Унаспеков Б. А. Энергосбережение в тепловых пунктах жилых и общественных зданий. ч. 1. Общая модель теплового пункта / Б.А. Унаспеков, К.О. Сабденов, М.Ж. Кокарев, М.В. Колобердин, Б.А. Игембаев // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. № 4. – С. 31–36.
2. Маляренко В. А. Возможности интеграции электроэнергии в системах горячего водоснабжения ЖКХ / В.А. Маляренко, И.Е. Щербак, И.Д. Колотило, Л.В. Лысак // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2014. – № 3(121). – С. 53–58.
3. Ганжа А.Н. Выбор рациональных параметров отпуска теплоты от источника системы

теплоснабжения / А.Н. Ганжа, В.Н. Подкопай // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. – 2013. – № 8 (114). – С. 8–14.

4. Ливчак В. И. Энергосбережение в системах централизованного теплоснабжения на новом этапе развития / В. И. Ливчак // Энергосбережение. – 2000. – № 2. – С. 4–9.

5. Шарапов В. И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения / В.И. Шарапов, П. В. Ротов. – М. : Издательство «Новости теплоснабжения», 2007. – 164 с.

6. Carbonell Daniel. Simulations of Combined Solar Thermal and Heat Pump Systems for Domestic Hot Water and Space Heating / Daniel Carbonell, Michel Y. Haller, Daniel Philippen, Elimar Frank // Energy Procedia. – 2014. – Vol. 48. – P. 524–534.

7. Накашидзе Л.В. Формування складу системи енергозабезпечення, яка використовує енергію альтернативних джерел / Л.В. Накашидзе, В.О. Габрінець // Стrojительство, матеріалознавство, машиностроєння. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – Вып. 87. – С. 84–92.

8. Накашидзе Л.В. Функционирование энергоактивного ограждения с тепловым насосом в системах энергообеспечения / Л. В. Накашидзе, В.А. Габрінець // Стrojительство, матеріалознавство, машиностроєння. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – Вып. 91. – С. 90–97.

9. Смирнов С. О. Маркетингове просування енергозберігаючих технологій використання альтернативних джерел енергії в Україні : монографія / С. О. Смирнов, С. Я. Касян, Л. В. Накашидзе, Т. В. Гільорме. – Дніпропетровськ : ПП «Ліра ЛТД», 2015. – 145 с.

10. Накашидзе Л. В. Основні вимоги до енергоактивних огорожень / Л. В. Накашидзе // Відновлювана енергетика. – К. : ІВЕ НАН України, 2013. – № 1. – С. 48–51.

11. Габрінець В. О. Формування схемних рішень системи кліматизації споруд в робочому середовищі альтернативних джерел енергії : монографія / В. О. Габрінець, Л.В. Накашидзе, Г. І. Сокол, О. Л. Марченко, Т. В. Гільорме. – Дніпро : ТОВ «АКЦЕНТ ПП», 2016. – 150 с.

12. Ильинский В.М. Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий) : уч. пособие для инж-строит. вузов. – М. : «Высшая школа», 1974. – 320 с.

13. Гільорме Т.В. Удосконалення методики проведення енергетичного аудиту суб'єктів господарювання / Т.В. Гільорме, Л.Ю. Гордєєва-Герасимова, М.О. Михалочкіна // Економіка. Фінанси. Право. – 2017. – № 6. – С. 42–44.

14. Гільорме Т.В. Методичні засади ефективної діяльності підприємства в сфері енергозбереження / Т. В. Гільорме // Управління енергозберігаючими технологіями в Україні та світі: методологія та практика : колективна монографія / за заг. ред. Л.М. Бандоріної. – Дніпро : Пороги, 2017. – С. 162–174.

15. Хэнсен Ш. Перфоманс – контрактинг: новые горизонты / Ш. Хэнсен, Дж. Вейсман // Энергоаудитиенергосервис. – 2013. – № 2(26). – С. 4–11.

References

1. Unaspekov B. A. Energoberezhzhenye v teplovykh punktakh zhylykh i obshchestvennykh zdaniy. ch. 1. Obshchaya model teplovogo punkta / B.A. Unaspekov, K.O. Sabdenov, M.Zh. Kokarev, M.V. Koloberdy'n, B.A. Ygembaev // Izvestiya Tomskogo politexnicheskogo universiteta. – 2012. – T. 321. # 4. – С.31-36.

2. Malyarenko V. A. Vozmozhnosti integracii elektroenergii v sistemakh goryachego vodosnabzheniya ZhKX / V.A. Malyarenko, Y.E. Shherbak, Y.D. Kolotilo. L.V. Lysak // Energoberezhzheniye, energetika, energoaudit. – 2014. – #3(121). – S.53-58.

3. Ganzha A. N. Vybora racional'nykh parametrov otpuska teploty ot istochnika sistemy teplosnabzheniya / A.N. Ganzha, V.N. Podkopaj // Energoberezhzheniye, energetika, energoaudit. – 2013. – #8 (114). – S.8-14.

4. Livchak V. Y. Energoberezhzheniye v sistemakh centralizovannogo teplosnabzheniya na novom etape razvitiya / V. Y. Livchak // Energoberezhzheniye. – 2000. – # 2. – S. 4–9.

5. Sharapov V. Y. Regulirovaniye nagruzki sistem teplosnabzheniya / V.Y. Sharapov, P. V. Rotov. – M: Izdatel'stvo «Novosti teplosnabzheniya», 2007. – 164 s.

6. Carbonell Daniel. Simulations of Combined Solar Thermal and Heat Pump Systems for Domestic Hot Water and Space Heating / Daniel Carbonell, Michel Y. Haller, Daniel Philippen, Elimar Frank // Energy Procedia. – 2014. – Vol. 48. – P. 524–534.

7. Nakashydzhe L.V. Formuvannya skladu systemy energozabezpechennya, yaka vykorystovuye energiyu alternatyvnykh dzherel / L.V. Nakashydzhe, V.O. Gabrinecz // Strojitelstvo, materialovedeniye, mashynostroeniye. – Вып. 87. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – С.84-92.

8. Nakashydzhe L.V. Funkcyonirovaniye energoaktivnogo ograzhdeniya s teplovym nasosom v sistemakh energoobespecheniya / L. V. Nakashydzhe, V.A. Gabrinecz // Strojitelstvo, materialovedeniye, mashynostroeniye. – Вып. 91. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2016. – С.90-97.

9. Smyrnov S. O. Marketyngove prosuvannya energozberigayuchykh technologiy vykorystannya alternatyvnykh dzherel energiyi v Ukraini: Monografiya / S. O. Smyrnov, S. Ya. Kasyan, L. V. Nakashydzhe, T. V. Gil'orme. – Дніпропетровськ: ПП «Ліра ЛТД», 2015. – 145 с.

10. Nakashydzhe L. V. Osnovni vymogy do energoaktivnykh ogorodzen / L. V. Nakashydzhe // Vidnovlyuvana energetyka. – #1. – К.: ІВЕ НАН України, 2013. – С. 48-51.

11. Gabrinecz V. O. Formuvannya sxemnykh rishen systemy klimatyzaciyi sporud v robochomu seredovyshti alternatyvnykh dzherel energiyi: monografiya / V. O. Gabrinecz, L.V. Nakashydzhe, G. I. Sokol, O. L. Marchenko, T. V. Gil'orme. – Дніпро: ТОВ «АКЦЕНТ ПП», 2016. – 150 с.

12. Ilyinskyj V.M. Strojitel'naya teplofizika (ograzhdayushhie konstrukcii i mikroklimat zdaniy). Uch. Posobiye dlya inzh-stroit. Vuzov. – М.: «Vysshaya shkola», 1974 – 320 с.

13. Gil'orme T.V. Udokonalennya metodyky provedennya energetychnogo audytu sub'yektiv gospodaryuvannya / T.V. Gil'orme, L.Yu. Gordyeyeva-Gerasymova, M.O. Myxalochkina // Ekonomika. Finansy. Pravo. – 2017. – #6. – S. 42-44.

14. Gil'orme T.V. Metodychni zasady efektyvnoyi diyal'nosti pidpryemstva v sferi energozberzhennya / T. V. Gil'orme // Upravlinnya energozberigayuchymy technologiyamy v Ukraini ta sviti: metodologiya ta praktyka: kolektyvna monografiya / za zag. red. L.M.Bandorinoyi. – Дніпро: Пороги, 2017. – С.162-174.

15. Xensen Sh. Performans – kontrakting: novye gorizonty / Sh. Xensen, Dzh. Vejsman // Energoaudyty energoservis. – 2013. – # 2(26). – С. 4–11.

Рецензія/Peer review : 18.07.2017 р.

Надрукована/Printed :08.09.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Габрінець В.О.