

УДК 621.313

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ

ТИМОШЕНКО О. А.^{1*}, к. т. н., доц.
СЮРМАКОВА Д. А.², магістр

^{1*} Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-05, e-mail : timshenkelena09121969@rambler.ru, ORCID ID : 0000-0003-3114-9820

² Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0567) 56-33-71, e-mail : keko@pgasa.dp.ua

Анотація. Ціллю статті є обґрунтування необхідності енергозбереження та пошук рішень щодо підвищення енергоефективності теплопостачання та використання енергетичних ресурсів у будівлі (на прикладі висотного корпусу ДВНЗ «ПДАБА»). **Актуальність дослідження.** В умовах постійного зростання вартості теплової енергії та електроенергії, підвищення темпу природу споживання природних ресурсів та прогресуючого забруднення природного середовища проблеми економії, оплати за фактично спожиту, а не надану теплову енергію, та дефіциту вичерпних природних ресурсів, виходять на перше місце. У зв'язку з цим впровадження заходів з енергозбереження, підвищення енергоефективності та застосування джерел альтернативної енергії в системах постачання є необхідним. **Методи дослідження :** теплотехнічні розрахунки тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі; виявлення втрат тепла та проблемних ділянок будівлі шляхом проведення тепловізійної зйомки тепловізором Testo 875; розрахунок енергетичної ефективності використання енергозберігаючої плитки. **Результати.** Розроблено заходи та рекомендації щодо використання сучасних технологій енергозбереження у будівлі. **Практична значимість** полягає в тому, що отримані результати та надані рекомендації можуть бути використані на практиці для підвищення ефективності використання енергоресурсів у будівлі, а також для економії ресурсів та коштів, зменшення навантаження на навколишнє природне середовище. Пропоновані заходи можуть бути використані не лише для модернізації існуючих будівель, але й на етапі проектування будівель житлового та громадського призначення для соціоєкокомплексів.

Ключові слова : енергоефективність; теплові втрати; енергозбереження; теплоізоляційні матеріали; альтернативні джерела енергії; тепловізор; теплотехнічні розрахунки

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕСУРСОВ В ЗДАНИЯХ

ТИМОШЕНКО Е. А.^{1*}, к. т. н., доц.
СЮРМАКОВА Д. А.², магистр

^{1*} Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-05, e-mail : timshenkelena09121969@rambler.ru, ORCID ID : 0000-0003-3114-9820

² Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0567) 56-33-71, e-mail : keko@pgasa.dp.ua

Аннотация. Целью статьи является обоснование необходимости энергосбережения и поиск решений по повышению энергоэффективности теплоснабжения и использования энергетических ресурсов в здании (на примере высотного корпуса ГВУЗ «ПГАСА»). **Актуальность исследования.** В условиях постоянного роста стоимости тепловой энергии и электроэнергии, повышения темпа прироста потребления природных ресурсов и прогрессирующего загрязнения природной среды проблемы экономии, оплаты за фактически потребленную, а не предоставленную тепловую энергию, и дефицита невозможных природных ресурсов, выходят на первое место. В связи с этим внедрение мероприятий по энергосбережению, повышению энергоэффективности и применению источников альтернативной энергии в системах снабжения является необходимым. **Методы исследования :** теплотехнические расчеты тепловпотерь через ограждающие конструкции здания; выявление потерь тепла и проблемных участков здания путем проведения тепловизионной съемки тепловизором Testo 875; расчет энергетической эффективности использования энергосберегающей плитки. **Результаты.** Разработаны мероприятия и рекомендации по использованию современных технологий энергосбережения в здании. **Практическая значимость** заключается в том, что полученные результаты и данные рекомендации могут быть использованы на практике для повышения эффективности использования энергоресурсов в здании, а также для экономии ресурсов и средств, уменьшения нагрузки на окружающую природную среду. Предлагаемые меры могут быть использованы

не только для модернизации существующих зданий, но и на этапе проектирования зданий жилого и общественного назначения в социоэкокомплексах.

Ключевые слова: энергоэффективность; тепловые потери; энергосбережение; теплоизоляционные материалы; альтернативные источники энергии; тепловизор; теплотехнические расчеты

EFFICIENCY THERMAL RESOURCES IN BUILDINGS

TYMOSHENKO E.A.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.)*
SYURMAKOVA D.A.², *Master*

^{1*} Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-05, e-mail : timshenkeleno09121969@rambler.ru, ORCID ID : 0000-0003-3114-9820

² Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0567) 56-33-71, e-mail : keko@pgasa.dp.ua

Annotation. *The aim of article* is to study the need for energy conservation and the search for solutions to improve the heating efficiency and energy use in the building (for example, high-rise housing SHEE "PGASA"). *The relevance of research.* With the continuous increase in the cost of thermal energy and electricity, increase the growth rate of consumption of natural resources and a progressive environmental pollution savings problem, payment for actually consumed and not provided by the thermal energy, and deficiency of irreplaceable natural resources are located in the first place. In this regard, the implementation of energy conservation measures, energy efficiency and use of alternative energy sources in the supply system is necessary. *Methods :* thermal engineering calculations of heat loss through the building envelope; identifying heat loss and problem areas of the building through a thermal imager Testo 875 shooting; calculation of the energy efficiency of the use of energy-saving tiles. *Results.* Developed activities and advice on the use of modern energy-saving technologies in the building. *The practical significance* lies in the fact that the results and the recommendations can be put into practice to improve the efficiency of energy use in the building, as well as to save resources and money, reduce the burden on the environment. The proposed measures can be used not only for the modernization of existing buildings, but also in the design phase of residential buildings and public facilities in socioecocomplexes.

Keywords : energy efficiency; heat loss; energy conservation; thermal insulation materials; alternative energy sources; thermal imager; heat engineering calculations

Вступ

На сьогодні енергозбереження у системах теплопостачання належать до числа найважливіших пріоритетів державної економічної та енергетичної політики. Основною метою енергозбереження в житлово-комунальному господарстві є підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок сучасних схем і систем енергопостачання, приладів і пристроїв, які використовують тепло та енергію, зниження втрат енергоносіїв, що забезпечує надання комунальних послуг споживачам на більш високому якісному рівні. Зростання цін на енергоносії зробило актуальним завдання зі зниження витрат енергетичних ресурсів у системах теплопостачання. Відмінною рисою підприємств комунальної енергетики є їх висока енергоемність і низька енергоефективність [1]. Прискорене зростання цін на енергоресурси, а також щораз більші розміри дотацій витрат населення за користування теплом визначають завдання енергозбереження як головний напрям у здійсненні економічної політики підприємства.

У теперішній час спостерігається істотний дефіцит енергії практично у всіх областях народного господарства. Основними шляхами подолання цього дефіциту є впровадження ресурсо- та

енергозберігаючих технологій; використання повторного тепла; застосування джерел енергії, що поновлюються. В майбутньому можливо ще більше ускладнення енергетичної ситуації, пов'язане з обмеженими запасами традиційного органічного палива, труднощами застосування ядерної енергетики та з проблемами забруднення навколишнього середовища [2]. Тому зростає інтерес до повторних джерел енергії – тепла, що скидається енергоемними виробництвами, та до джерел енергії, що поновлюються : вітрові, геотермальні, сонячні та ін. Загальна величина енерговитрат на теплопостачання становить у цілому по країні близько 30 % річного енергоспоживання [3].

Ціль

Ціллю статті є обґрунтування необхідності енергозбереження, пошук рішень щодо підвищення ефективності використання теплових ресурсів та електроенергії (на прикладі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА).

Об'єктом дослідження є нинішній стан енергоефективності будівлі ДВНЗ ПДАБА.

Предметом дослідження є теоретичне і методичне обґрунтування впровадження енергозберігаючих заходів в системи постачання, а також пошук (рекомендація) шляхів вирішення

проблеми низької ефективності використання енергетичних ресурсів.

Актуальність дослідження полягає в тому, що нині, коли постійно зростає вартість теплової енергії, гарячої та холодної води, електроенергії, проблема економії, оплати за фактично спожиті, а не надані теплову енергію, воду виходить на перше місце. У зв'язку з цим впровадження заходів з енергозбереження в системи постачання є необхідним.

Виклад основного матеріалу

В лютому 2015 року було проведено тепловізійне обстеження будівлі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА. Були виявлені недоліки теплоізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій.

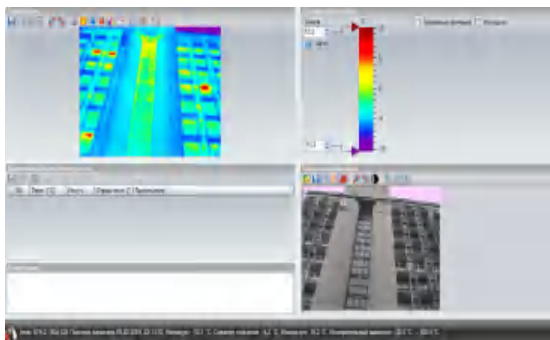


Рис. 1. Термограма частини фасаду будівлі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА / Fig. 1. The thermogram of the facade of high-rise housing SHEE PSABEA

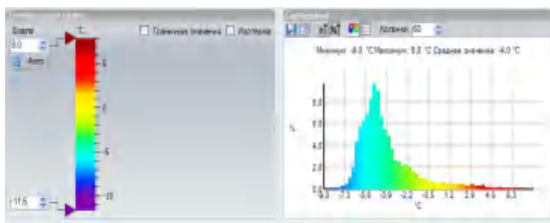


Рис. 3. Гістограма температур на поверхні зовнішньої огорожувальної конструкції / Fig. 3. The histogram temperature on the surface of the external structure

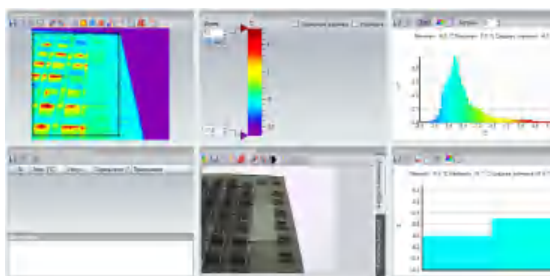


Рис. 3. Гістограма та температурний профіль частини зовнішньої стіни будівлі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА / Fig. 3. The histogram and temperature profile of the outer wall of high-rise buildings housing SHEE PSABEA

На рисунку 1 зображена термограма частини стіни будівлі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА, де можна побачити великі тепловтрати через вікна будівлі.

При обробці знімків тепловізора через професійне програмне забезпечення можна створити спеціальні звіти тепловізійної зйомки, вивести термограму, гістограму теплового випромінювання (рис. 2), побудувати температурний профіль частини будівлі (рис. 3).

Постійно відкриті для провітрювання приміщень вікна віддають величезну кількість тепла, що можна побачити на рисунках 4 та 5. На 9-му поверсі відкрите вікно, на поверхні якого температура становить понад 8 градусів тепла.



Рис. 4. Фотографія частини зовнішньої стіни будівлі ДВНЗ ПДАБА / Fig. 4. The photo of the outer wall of the building SHEE PSABEA

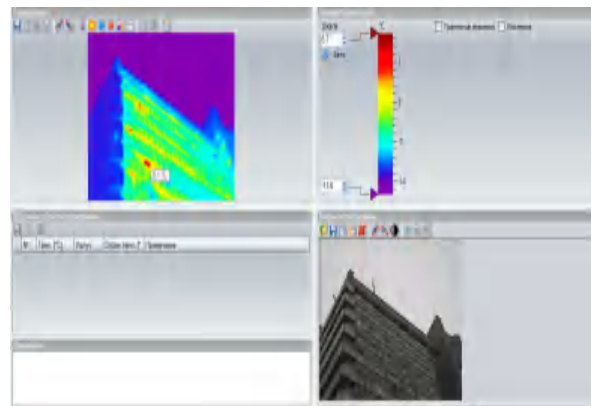


Рис. 5. Термограма частини зовнішньої стіни будівлі ДВНЗ ПДАБА з відміченою найбільш гарячою точкою / Fig. 5. The thermogram of the outer wall of the building SHEE PSABEA marked with the hottest point

Якщо накласти ІК-зображення на реальну фотографію, можна побачити відповідність тепловтрат до того, що бачить людське око. Приклад цього зображений на рисунку 6.

На рисунку 7 наведено термограму внутрішньої частини будівлі висотного корпусу академії, де зображено трубу подачі тепла до батареї. Можна чітко побачити температуру випромінювання цієї труби.

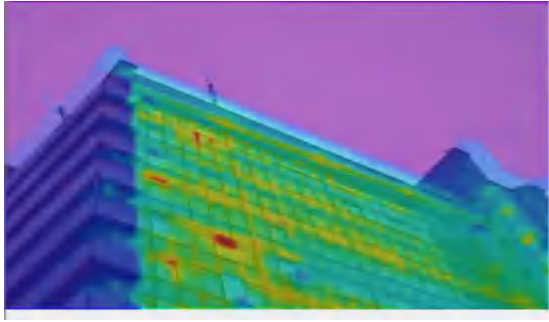


Рис. 6. Накладення ІК-зображення на реальну фотографію частини зовнішньої стіни будівлі ДВНЗ ПДАБА / Fig. 6. Imposition of infrared images on real photo of the exterior wall of the building SHEE PSABEA

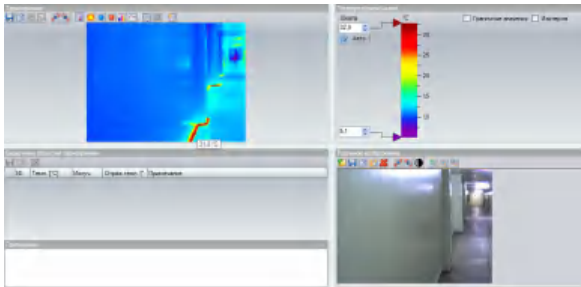


Рис. 7. Термограма внутрішньої частини будівлі висотного корпусу академії, де зображено трубу подачі тепла до батареї / Fig. 7. The thermogram inside of the high-rise building housing the Academy, which shows the heat supply pipe to the battery

Вирішити питання з втратами тепла можна наступним чином :

- забезпечити високий тепловий захист будівлі або споруди за допомогою використання ефективних теплоізоляційних будівельних матеріалів;
- установка опалювальних приладів з високим коефіцієнтом теплопередачі.

Основний шлях зниження енерговитрат лежить у підвищенні термічного опору огорожувальних конструкцій за допомогою теплоізоляційних матеріалів. Особливістю теплоізоляційних матеріалів є їх висока пористість і низька теплопровідність. Завдяки ізоляції значно підвищуються надійність, довговічність і ефективність експлуатацій будівель і споруд.

Основні функції теплової ізоляції:

- створення комфортних умов;
- зниження теплових втрат у навколишнє середовище.

Ефективний спосіб скорочення потреби в енергії є вибір тієї чи іншої системи мікроклімату (вентиляція, опалення, кондиціонування повітря).

Погіршення екологічної обстановки є спонукаючим стимулом до перетворення житлових будинків в екологічно чисте житло, яке відрізняється додатковою теплоізоляцією стін, вікон, дверей, даху з використанням інноваційних матеріалів і технологій, установкою сонячних батарей та інших альтернативних джерел енергії [4].

Показником енергоефективності будівлі служать втрати теплової енергії з квадратного метра ($\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$) на рік або в опалювальний період. У середньому ця величина складає $100\text{...}120 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$. Енергозберігаючим вважається будівля, у якої цей показник нижче $40 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$. Для розвинених європейських країн цей показник ще нижчий – близько $10\text{...}15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$.

Огороджувальні конструкції (стіни, вікна, дахи, стель) стандартних будинків мають досить великий коефіцієнт теплопередачі. Це призводить до значних втрат : наприклад, теплові втрати звичайної цегляної будівлі складають $250\text{...}350 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$ з 1 м^2 опалювальної площі. В Україні, де енергоефективність будівель надзвичайно низька (у порівнянні з будівлями в розвинених країнах зі схожим кліматом), завдання підвищення енергоефективності житлових, громадських і виробничих будівель особливо актуальне [5].

Енергозбереження в будівництві, удосконалення житла та мінімізація теплових втрат включають в себе наступні аспекти : термоізоляція стандартних зовнішніх огорожень; герметизація зовнішньої оболонки будівлі; застосування ефективної теплоізоляції; використання енергозберігаючих вікон і дверей; ретельне обмеження появи містків холоду; енергоефективна система клімат-контролю; тепловідбиваючі покриття; для приватних будинків – енергоефективні нагрівачі води та повітря (теплові насоси, сонячні водонагрівачі, фотогальванічні енергосистеми), використання високоефективної системи вентиляції з рекуперацією тепла [5].

Результати

Для зниження тепловтрат через зовнішні стіни будівлі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА пропонується зовнішнє утеплення. Найбільш підходять теплоізоляційні матеріали з коефіцієнтом теплопровідності менш $0,045 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, бо при більшому значенні коефіцієнту необхідна товщина утеплювача занадто велика (більше 10 см), що завдасть додаткове навантаження на фундамент. Згідно з нормативами товщина стіни має бути кратна розмірам половинок цегли. Тому, враховуючи товщину зовнішньої стіни, товщина утеплювача буде 13 см . Але більшість теплоізоляційних матеріалів виконується з товщиною 5 або 10 см , тому лише зовнішнього утеплення буде недостатньо.

Згідно з розрахунками для зовнішнього утеплення стін будівлі висотного корпусу ДВНЗ ПДАБА підходять такі матеріали :

- плити пінопілістирольні екструзійні (необхідна товщина утеплювача 9 см , коефіцієнт теплопровідності $0,037 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$);
- пінотерм (необхідна товщина утеплювача $9,2 \text{ см}$, коефіцієнт теплопровідності $0,036 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$);
- пінополіуретан (необхідна товщина утеплювача $5,6 \text{ см}$, коефіцієнт теплопровідності $0,022 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$);
- еволіт-термо (необхідна товщина утеплювача $10,2 \text{ см}$, коефіцієнт теплопровідності $0,04 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$);

- сілопор (необхідна товщина утеплювача 10,2 см, коефіцієнт теплопровідності 0,04 Вт/(м·К));
- ековата [6] (необхідна товщина утеплювача 10,2 см, коефіцієнт теплопровідності 0,04 Вт/(м·К));
- конопляні плити [6] (необхідна товщина утеплювача 10,2 см, коефіцієнт теплопровідності 0,04 Вт/(м·К));
- деревинно-волокняні мати [6] (необхідна товщина утеплювача 10,2 см, коефіцієнт теплопровідності 0,04 Вт/(м·К));
- юнізол (необхідна товщина утеплювача 10,2 см, коефіцієнт теплопровідності 0,04 Вт/(м·К));
- екотеплін (необхідна товщина утеплювача 9,2 см, коефіцієнт теплопровідності 0,036 Вт/(м·К)).

За екологічністю, пожежостійкістю та іншими характеристикам для цегляної стіни більш за все підходять ековата, пілотерм, еволіт-термо, сілопор, юнізол, екотеплін.

Для більшої ефективності боротьби із втратами тепла рекомендується внутрішнє утеплення термофарбою «Тезолат», яка допоможе зберегти у приміщенні на 4 градуси тепла більше.

Практична значимість

Теоретичне значення дослідження визначається теоретичним аналізом системної багаторівневої організації побутових екологічних уявлень; порівняльним аналізом нормативної документації щодо енергозбереження у різних країнах світу; створенням теоретичної основи пошуку рішень з проблем енергозбереження, спираючись на міжнародний досвід.

Практичне значення дослідження полягає в тому, що його результати та рекомендації можуть бути використані на практиці для підвищення ефективності використання ресурсів у будівлях житлового та цивільного призначення, економії енергоресурсів та коштів, для зменшення

навантаження на навколишнє природне середовище. Пропоновані заходи можуть бути використані не лише для модернізації існуючих будівель, але й на етапі проектування будівель соціоєкокомплексів.

Висновки

1. Світова спільнота визначилась, що альтернативи розвитку відновлювальної енергетики на сьогодні не існує. Крім того, що розвиток альтернативної енергетики зменшує викиди парникових газів в атмосферу, забезпечує стабільність в енергетичному комплексі за рахунок зменшення споживання традиційних корисних копалин (газу, нафти, вугілля тощо), це ще є й додатковим енергетичним ресурсом держави, належний розвиток якого безперечно призведе до позитивних результатів [7].

2. Україна не залишилась на узбіччі сучасних процесів в енергетиці. Наразі, в нашій країні також з кожним роком набирає обертів процес використання альтернативних видів енергії. І хоча процес розвитку відновлювальних джерел енергії відбувається достатньо повільно, не все в цьому питанні безнадійно.

3. На кінець 2014 року частка нетрадиційних відновлювальних джерел енергії в енергетичному балансі України становила лише 7,2 %. Ця ситуація потребує змін шляхом проведення в державі відповідної енергетичної політики, яка спрямована на забезпечення виконання оказників, що визначені Енергетичною стратегією України до 2030 року щодо розвитку альтернативної енергетики [8].

4. Погіршення екологічної обстановки є спонукаючим стимулом до перетворення житлових будинків в екологічно чисте житло, яке відрізняється додатковою теплоізоляцією стін, вікон, дверей, даху з використанням іновісних матеріалів і технологій, установкою сонячних батарей та інших альтернативних джерел енергії.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шевцов А. І. Энергоэффективность у региональном вимірі. Проблемы та перспективы : аналітична доповідь / А. І. Шевцов, В. О. Бараннік, М. Г. Земляний, Т. В. Рязова. – Дніпропетровськ, 2014. – 78 с.
Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/activity/planu-ta-zvity>
2. Сунітко М. П. Энергоэффективность инфраструктурных підприємств / М. П. Сунітко // Энергосбережение. – № 9. – 2012. – С. 4–5.
Режим доступу : energefficiency.in.ua/images/files/9_2012.pdf
3. Матросов Ю. А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения : монография / Ю. А. Матросов. – Москва: НИИСФ, 2008. – 496 с.
Режим доступу : <http://zodchii.ws/reviews/info-1.html>
4. Weizsacker E. Factor Four. Doubling Wealth -Halving Resource Use. The new report to the club of Rome. E. Weizsacker, A. B. Lovins, L. H. Lovins // Earthscan Publication Ltd, London. Moscow : Academia Publ., 2000.
Режим доступу : http://esco.co.ua/journal/industry/2013_11/art302.pdf
5. Саницький М. Впровадження енергозберігаючих рішень і стандартів у житлово-комунальному секторі : презентація / М. Саницький // Національний університет «Львівська Політехніка», 2013. – 25 с.
Режим доступу : <http://slidegur.com/doc/1530261/energogzber%D1%96gayuch%D1%96-tehnolog%D1%96%D1%97-v-bud%D1%96vnictv%D1%96>

6. Аграрні соціоекокомплекси в Україні : монографія / [М. В. Савицький, С. М. Ніколаєнко, Ю. Б. Бендерський, М. М. Бабенко, О. І. Бондаренко]. – Дніпропетровськ : ДВНЗ «ІДАБА», 2014. – 102 с.
7. Про альтернативні джерела енергії : Закон України / Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. – № 24, ст.155. Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/555-15>
8. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Прогнозування балансів паливно-енергетичних ресурсів : розпорядження Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145-р. – 129 с. Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/Законодавство_України/show/145-2006-p

REFERENCES

1. Shevtsov A., Barannik V.O., Zemlyany M.G. and Ryauzova T.R. *Energoefektivnist' u regional'nomu vimiri. Problemi ta perspektivi* [Energy Efficiency in regional terms. Problems and Prospects]. Dnipropetrovsk, 2014, 78 p. (in Ukrainian).
2. Snitko M.P. *Energoefektivnist' infrastruktturnih pidpriemstv* [Energy infrastructure enterprises]. *Energoberezhennie* [Power]. No. 9, 2012, pp. 4–5. (in Ukrainian).
3. Matrosov Yu.A. *Energoberezhennie v zdaniyah. Problema i puti ee resheniya* [Energy saving in buildings. The problem and its solutions]. Moscow : NIISF Publ., 2008, 496 p. (in Russian).
4. Weizsacker E., Lovins A.B. and Lovins L.H. Factor Four. Doubling Wealth -Halving Resource Use. The new report to the club of Rome. Earthscan Publication Ltd, London. Moscow : Academia Publ., 2000.
5. Sanytskyi M. *Vprovadzhennya energozberigayuchih rishen' i standartiv u zhitlovo-komunal'nomu sektori* [Implementation of energy saving solutions and standards in the residential sector]. National University "Lviv Polytechnic", 2013, 25 p. (in Ukrainian).
6. Savitsky M.V., Nikolaenko S.M., Bendersky Yu.B., Babenko M.A. and Bondarenko O.I. *Agrarni socioekokompleksi v Ukraini* [Agriculture socioecocomplexes in Ukraine]. Dnipropetrovsk : PSABA Publ., 2014, 102 p. (in Ukrainian).
7. *Pro al'ternativni dzhherela energii : Zakon Ukraini* [About Alternative Energy Sources Law of Ukraine]. *Vidomosti Verhovnoi Radi Ukraini (VVR)* [Supreme Council of Ukraine (SCU)]. 2003, no. 24, art. 155. (in Ukrainian).
8. *Energetichna strategiya Ukraini na period do 2030 roku. Prognozuvannya balansiv palivno-energetichnih resursiv : rozporядzhennya Kabinetu Ministriv Ukraini* [Energy Strategy of Ukraine till 2030. Prediction balance of energy resources]. Cabinet of Ministers of Ukraine of 15 March 2006, no. 145-p, 129 p. (in Ukrainian).

Стаття рекомендована до публікації д-ром. техн. наук, проф. С. З. Поліщуком (Україна); д-ром техн. наук, проф. А. С. Бєліковим (Україна)

Поступила до редколегії 05.04.2016