

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА АУДИТ ENERGY MANAGEMENT AND AUDIT

УДК 699.86:658.26

А.А. Маліновський, д-р. техн. наук, професор, ORCID 0000-0001-9765-3494

В.Г. Турковський, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0003-1869-8139

К.Б. Покровський, канд. техн. наук, доцент, ORCID 0000-0003-4151-5820

А.З. Музичак, канд. техн. наук, ORCID 0000-0002-6330-1076

Национальный университет «Львівська політехніка»

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ БУДІВЕЛЬ, ПРИЄДНАНИХ ДО СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Житловий фонд та житлово-комунальне господарство є одними із найбільших споживачів енергетичних ресурсів в Україні, також у цьому секторі зосереджено найбільший потенціал енергозаощадження. Підставою для впровадження енергоощадних заходів є енергетичний аудит будівлі. Згідно з ДСТУ Б В.2.2-39:2016 основною характеристикою будівлі є кількість енергії, необхідної для задоволення попиту на опалення, гаряче водопостачання, кондиціонування, вентиляцію та освітлення. Той же будинок, як абонент системи централізованого теплопостачання, за ДБН В.2.5-39-2008 характеризується максимальним тепловим навантаженням. Визначення цих величин регламентовано різними нормативними документами, що використовують різні підходи. Кожен з підходів має свої переваги та недоліки, однак між ним відсутній формалізований зв'язок, який дозволяв би узгоджене використання цих величин.

Ключові слова: енергетичний аудит, енергопотреба, теплове навантаження.

Вступ

Питоме енергоспоживання в Україні є одним з найвищих у світі та значно перевищує показники ЄС [1]. Дослідження 2015 року показують, що за попередні роки показники енергоефективності в Україні дещо покращилися у порівнянні з попередніми роками, зокрема суттєво покращилася енергоефективність у промисловості. Водночас у сільському господарстві та секторі послуг енергоефективність впала, а у житловому секторі залишилася майже без змін [1].

Житловий фонд та житлово-комунальне господарство (ЖКГ) є одними із найбільших споживачів енергетичних ресурсів в Україні. Так частка витрат енергоресурсів у Львові на потреби населення та ЖКГ становить майже 60% усього енергоспоживання міста [2]. У цьому ж секторі зосереджено найбільший потенціал енергозаощадження [1].

Сьогодні для будівель можна запропонувати широкий спектр енергоощадних заходів з різними вартістю, складністю реалізації, терміном окупності тощо. Це породжує низку запитань щодо їх вибору, відповіді на які може дати лише енергетичний аудит. Виважений відбір та обґрунтування пакету енергоощадних заходів можливий після всебічного аналізу зібраної у процесі аудиту інформації.

Енергетичний аудит проводять на підставі чинної законодавчої та нормативної бази України, зокрема недавно прийнятого ДСТУ Б В.2.2-39:2016 [3]. Цей стандарт встановлює вимоги до методів проведення енергетичного аудиту будівель, як нових, які щойно приймаються до експлуатації, так і тих, що експлуатуються тривалий час.

Згідно з ДСТУ Б В.2.2-39:2016 [3] основною характеристикою будівлі є кількість енергії, необхідної для задоволення попиту на опалення, гаряче водопостачання, кондиціонування, вентиляцію та освітлення. Таке визначення близьке до ДБН В.2.6-31:2016 [4], згідно з яким будівля характеризується питомою річною енергопотребою для опалення, охолодження та гарячого водопостачання.

В ДСТУ Б В.2.2-39:2016 [3] як і в ДБН В.2.6-31:2016 [4] згідно з ДБН А.2.2-3-2014 [5] будівлю розглядають як «різновид споруди, що складається з ... конструкцій, які утворюють наземні або підземні приміщення, призначені для життєдіяльності людей та виробництва продукції». У такому тлумаченні будівля не прив'язана до систем енергозабезпечення, й відповідно аналіз її енергопотреби та можливе енергозаощадження розглядають незалежно від цих систем, що може зумовити зменшення ефективності впровадження енергоощадних заходів. Для прикладу, утеплення будівлі не дасть очікуваного

заощадження коштів, якщо отримані зміни не будуть належним чином враховані у тепловому та гідравлічному режимах системи централізованого теплопостачання.

Як абонент системи централізованого теплопостачання той же будинок за ДБН В.2.5-39-2008 [6] характеризується максимальним тепловим навантаженням, яке включає теплове навантаження на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Цим тепловим навантаженням повинні відповідати проектні теплові потоки та конструкторська документація теплової мережі.

Таким чином аудиторі будівель, приєднаних до централізованого теплопостачання, змушені оперувати двома категоріями: енергією та потужністю. Визначення цих величин регламентовано різними нормативними документами, що використовують різні підходи.

Мета та завдання

В останні роки в Україні виконані значні обсяги робіт з наближення вітчизняних нормативних документів до міжнародних. У той же час ще залишаються чинними значна кількість нормативних документів, які походять з радянської нормативної бази. Це зумовило неоднозначності, зокрема у сфері енергетичного аудиту будівель, приєднаних до систем централізованого теплопостачання. Необхідно чітко виокремити наявні неоднозначності та запропонувати шляхи їх усунення.

Матеріал і результати досліджень

Під час аналізу енергоспоживання будівель приєднаних до систем централізованого теплопостачання, та впровадження енергоощадних заходів, слід чітко розуміти, що ці будівлі є невід'ємною складовою системи теплопостачання. Зміна теплотехнічних характеристик кожної будівлі зумовлює цілий ланцюг розрахунків, метою якого є оптимальні гідравлічний та тепловий режими [7].

Першим кроком таких розрахунків є визначення теплового навантаження будівель: теплового навантаження на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Згідно з ДБН В.2.5-39-2008 [6] теплове навантаження будівель слід визначати за:

- відповідними індивідуальними та типовими проектами будівель,
- питомим показником максимального теплового потоку.

Наприклад максимальний тепловий потік на опалення житлових і громадських будівель $P_{o.макс}$ за ДБН В.2.5-39-2008 [6] слід визначати так

$$P_{o.макс} = q_o A (1 + K_1), \quad (1)$$

де q_o – питомий показник максимального теплового потоку на опалення житлових будівель на 1 м² загальної площі, Вт (цей показник слід приймати відповідно до СНиП 2.04.05 [8] чи за КТМ 204 України [9]); A – загальна площа житлових будівель, м²; K_1 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських споруд.

Подібним чином за ДБН В.2.5-39-2008 [6] слід визначати максимальний тепловий потік на вентиляцію та гаряче водопостачання будівель.

Проте дані проектів будівель, а особливо питомі показники теплового потоку, не враховують деяких важливих моментів, що мали місце з моменту спорудження об'єкту:

- зміну проектних методик розрахунку витрат теплоти (наприклад розрахункових температур);
- зміну теплотехнічних характеристик окремих огорожувальних конструкцій чи їх елементів (заміна частини вікон у будівлі, утеплення ділянок стіни тощо);
- підвищення якісного рівня життя та праці в житлових й адміністративних будівлях тощо.

Це зумовлює відмінність отриманих значень від актуальних на даний момент. А з точки зору забезпечення енергоефективного функціонування системи теплопостачання в цілому важливим є саме актуальне, чинне за нинішніх умов, теплове навантаження.

Практика енергетичних обстежень вітчизняного житлового фонду та аналіз стану огорожувальних конструкцій житлових будівель показали, що багатьма мешканцями проведено заміну вікон, утеплення ділянок фасадів (рис. 1,а) (так звана латкова термомодернізація), застосування і утеплення балконів. Так у багатьох обстежених будівлях відсоток заміни вікон стосовно проекту часто перевищує 50%, ще поширенішим явищем є застосування балконів (рис. 1,б) – 80-90%. Зміна теплотехнічних характеристик стін менш поширена проте також відчутна – біля 5-10% від загальної площі стін будівлі.

Такі хаотичні зміни теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій будівель обумовлюють зменшення фактичного максимального теплового навантаження стосовно проектного у

середньому на 15% (в окремих випадках до 25-30%) та необхідність актуалізації теплового навантаження будівельного фонду.

Важливим є також поняття середнього теплового навантаження. Згідно з ДБН В.2.5-39-2008 [6] для переходу від максимального теплового потоку на опалення $P_{o.макс}$ до середнього теплового потоку $P_{o.сер}$ слід користуватися формулою

$$P_{o.сер} = P_{o.макс} \frac{t_{вн} - t_{сер.о}}{t_{вн} - t_{р.о}}, \quad (2)$$

де $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря опалюваних споруд, °С; $t_{р.о}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення та вентиляції, °С; $t_{сер.о}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С.



а) б)
Рисунок 1 – Приклади хаотичного утеплення будівель мешканцями:
а) латкової термомодернізації, б) засклення балконів

Максимальне теплове навантаження та формула виду (2) є основою для побудови режимної карти котла, залежності зміни його завантаженості від температури довкілля. Режимна карта котла є одним із визначальних чинників, від якого залежать обсяги теплоспоживання будівель та ефективності функціонування тепlopостачальної організації. Адже за режимною картою та кліматологічними даними ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [10] безпосередньо визначаються обсяги виробництва та споживання теплової енергії за опалюваний сезон.

Такий підхід зумовлює завищені витрати теплової енергії будівель, оскільки не враховує можливих теплонадходжень у приміщення – від людей, сонячних та побутових. Такі теплонадходження можна лише частково врахувати у типовому проекті будівель чи закласти у норми питомого теплоспоживання. Особливо це стосується побутових теплонадходжень, значення яких багато у чому визначаються добробутом і рівнем життя населення та можуть значно змінюватися в часі.

Якісний рівень життя в основному визначають рівнем технічного прогресу, зростання показників якого спричиняє збільшення рівня енергоспоживання. Щодо вітчизняного житлового фонду, то підвищення рівня життя у першу чергу проявляється у насиченні побутовою технікою та зростанні споживання електричної енергії. Для прикладу за 2003-2009 роки зростання споживання електричної

енергії у житловому фонді міста Львова склало 56% [2], тоді як приріст житлової площі за цей же період склав 8%, а приріст населення – лише 0,4%.

Таким чином, без актуалізації як максимального, так і середнього теплового навантаження будівель і котелень (чи ТЕЦ) неможливо досягнути справді енергоефективних режимів функціонування систем централізованого теплопостачання.

Одним із шляхів вирішення порушеної проблеми може бути використання енергетичного паспорту будівлі, який регламентовано стандартами ДСТУ Б В.2.2-39:2016 [3], ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 [11] та будівельними нормами ДБН В.2.6-31:2016 [4]. Ці нормативні документи опираються на недавно прийнятий національний стандарт ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [12], який адаптовано до міжнародних норм ISO 13790.

В основу теплотехнічних розрахунків ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [12] покладено поняття енергопотребі окремого місяця. Таку енергопотребу слід окремо рахувати для випадку опалення будівлі та її охолодження. За умови опалення будинку його енергопотребу $Q_{H.nd}$ слід визначати як

$$Q_{H.nd} = Q_{H.ht} - \eta_{H.gn} Q_{H.gn}, \quad (3)$$

де $Q_{H.ht}$ – сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт·год; $Q_{H.gn}$ – сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт·год; $\eta_{H.gn}$ – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

Аналогічним чином згідно з ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [12] слід визначати енергопотребу будівлі $Q_{C.gn}$ за умови її охолодження.

Сумарна теплопередача Q_{ht} , як в режимі опалення $Q_{H.ht}$ так і в режимі охолодження $Q_{C.ht}$, містить дві складові

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (4)$$

де Q_{tr} – сумарна теплопередача трансмісією, Вт·год; Q_{ve} – сумарна теплопередача вентиляцією, Вт·год.

Важливо, що теплопередачу будівлі трансмісією Q_{tr} регламентовано визначати за чинним станом огорожувальних конструкцій та актуальними значеннями їх приведених опорів теплопередачі $R_{np,i}$; а теплопередачу будівлі вентиляцією Q_{ve} – за усередненою за часом витратою повітря на вентиляцію $q_{ve,mn}$. Усі згадані величини детально прописані в енергетичному паспорті будівлі згідно з ДБН В.2.6-31:2016 [4]. Якщо енергетичний паспорт будівлі відсутній, його слід скласти за результатами енергетичного аудиту.

Також у (3) враховано можливі теплонадходження будівлі. Відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [12] теплонадходження Q_{gn} ($Q_{H.gn}$ – для режиму опалення, $Q_{C.gn}$ – для режиму охолодження) містять дві складові

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (5)$$

де Q_{int} – сума внутрішніх теплонадходжень протягом даного періоду (з можливих слід враховувати лише метаболічну теплоту від людей та розсіяну теплоту від обладнання, теплоту від освітлювальних приладів), Вт·год; Q_{sol} – сума сонячних теплонадходжень протягом даного періоду, Вт·год.

Для кожної зі складових теплонадходжень в ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [12] наведено їх можливі питомі значення на одиницю кондиціонованої площі.

Такий підхід дозволяє отримати детальний тепловий баланс будівель кожного місяця з врахуванням впливу додаткових теплонадходжень будівель. Проте в енергетичному паспорті будівлі результати теплотехнічного розрахунку згідно з ДБН В.2.6-31:2016 [4] відображені трьома енергетичними показниками, [кВт·год]: енергопотребою для опалення $Q_{H.nd}$, енергопотребою для кондиціонування $Q_{C.nd}$ та енергопотребою для гарячого водопостачання $Q_{DHW.nd}$.

$$Q_{H.nd} = \frac{\sum_i Q_{H.nd.i}}{1000}, \quad (6)$$

де $Q_{H.nd.i}$ – енергопотреба для опалення для i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з (3).

Подібним чином слід визначати енергопотребу для кондиціонування.

Наведені показники достатньо точно описують стан енергоспоживання будівлі, проте цих даних недостатньо для перерахунку їх у теплове навантаження будівлі. Середнє теплове навантаження будівлі для опалення (та вентиляції) можна визначити за формулою

$$P_{o(+\theta).сер} = \frac{Q_{H.nd}}{t_o}, \quad (7)$$

де t_o – тривалість режиму опалення, год.

У паспорті будівлі тривалість режиму опалення відсутня, однак її можна визначити за ДСТУ Б А.2.2-12:2015 [12], додаток А.

Також в енергетичному паспорті будівлі за ДБН В.2.6-31:2016 [4] наведені розрахункові температури внутрішнього повітря для опалення $\Theta_{int.s.H}$ та для кондиціонування $\Theta_{int.s.C}$. Ці дані можна використати для побудови режимної карти котельні через співвідношення температур, подібно як у (2).

Що стосується визначення максимального теплового навантаження, то зв'язок між цією величиною та енергопотребою будівлі потребує формалізації, зокрема стосовно теплонадходжень в будівлю.

Іншим шляхом розв'язання проблеми може бути доповнення енергетичного паспорту будівлі показниками максимального та середнього теплового навантаження для опалення, кондиціонування та гарячого водопостачання. У цьому випадку визначення таких показників регламентовано п. 6.3.4. ДБН В.2.5-67:2013 [12] відповідно до ДСТУ Б EN 12831.

Висновки

У вітчизняних нормативних документах будівлю розглядають як «споруду, призначену для життєдіяльності людей» та як «енергоспоживач». У першому випадку основною характеристикою будівлі є енергія (енергопотреба будинку за певний період), в другому випадку – потужність (максимальний тепловий потік на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання).

Прийняті у нормативних документах підходи не дозволяють актуалізувати теплове навантаження будинку відповідно до чинного стану огорожувальних конструкцій.

Нормативні вітчизняні документи потребують узгодження, зокрема слід «узаконити» розрахунок теплового навантаження будівлі на основі її енергетичного паспорту та формалізувати зв'язок між «енергопотребою будинку» та «максимальним тепловим навантаженням».

Список використаної літератури

1. Додонов Б. Моніторинг енергоефективності України 2015 // Б. Додонов – К: Аналітичний центр «Нова соціальна і економічна політика», 2015. – 18 с.
2. Програма сталого енергетичного розвитку м. Львова до 2020 року // Затверджено ухвалою сесії Львівської міської ради №663 від 14.07.2011 р.
3. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель – [Чинний від 01-01-2017] – К.: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2016. – 72 с.
4. ДБН В.2.6-31:2016. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель – [Чинний від 01-04-2017] – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2016. – 33 с.

5. ДБН А.2.2-3-2014. Состав та зміст проектної документації на будівництво. – [Чинний від 01-10-2014] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 36 с.
6. ДБН В.2.5-39-2008. Теплові мережі. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. – [Чинний від 07-01-2009] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2009. – 60 с.
7. *Муzychак А.З.* Методика і практика енергетичного аудиту підприємств комунальної теплоенергетики // Збірник наукових праць Кіровоградського Національного технічного університету «Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація». – 2016. – №29. – с.240-247.
8. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – [Нечинний, крім розділу 5 та додатку 22] – К: КиевЗНИИЭП, 1996 – 89 с.
9. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби. КТМ204 України 244-94. – К.: ВПОЛ, 2001. – 676 с.
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – [Чинний від 01-11-2011] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2011. – 123 с.
11. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель – [Чинний від 01-01-2016] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 72 с.
12. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний від 01-01-2016] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 202 с.

УДК 699.86:658.26

А.А. Малиновский, д-р. техн. наук, профессор, **ORCID** 0000-0001-9765-3494
В.Г. Турковский, канд. техн. наук, доцент, **ORCID** 0000-0003-1869-8139
К.Б. Покровский, канд. техн. наук, доцент, **ORCID** 0000-0003-4151-5820
А.З. Муzychак, канд. техн. наук, **ORCID** 0000-0002-6330-1076
Национальный университет «Львовская политехника»,

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АУДИТА ЗДАНИЙ, ПРИСОЕДИНЕННЫХ К СИСТЕМАМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Жилой фонд и жилищно-коммунальное хозяйство являются одним из крупнейших потребителей энергетических ресурсов в Украине, также в этом секторе сосредоточено наибольший потенциал энергосбережения. Основанием для внедрения энергосберегающих мероприятий является энергетический аудит здания. По ДСТУ В.2.2-39: 2016 основной характеристикой здания является количество энергии, необходимой для удовлетворения спроса на отопление, горячее водоснабжение, кондиционирование, вентиляцию и освещение. Тот же дом, как абонент системы централизованного теплоснабжения, по ДСТУ В.2.5-39-2008 характеризуется максимальной тепловой нагрузкой. Определение этих величин регламентировано различными нормативными документами, использующими различные подходы. Каждый из подходов имеет свои преимущества и недостатки, однако между ними отсутствует формализованная связь, которая позволяла бы согласованное использование этих величин.

Ключевые слова: энергетический аудит, энергетический спрос, тепловая нагрузка.

A. Malinowski, Dr. Sc. Sciences., Prof., ORCID 0000-0001-9765-3494
V. Turkovski, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof., ORCID 0000-0003-1869-8139
K. Pokrovskiy, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof. ORCID 0000-0003-4151-5820
A. Muzychak, Cand.Sc. (Eng.), ORCID 0000-0002-6330-1076
Lviv Polytechnic National University,

THE ENERGY AUDITING PROBLEMS OF BUILDINGS THAT ARE CONNECTED TO CENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEMS

Housing facilities and housing and communal services are one of the largest consumers of energy resources in Ukraine, also in this sector concentrated the greatest potential energy saving. The reason for the introduction of energy efficiency measures is an energy audit of the building. According to DSTU B V.2.2-39:2016 main characteristic of the building is energy needed to meet the demand for heating, hot water, air conditioning, ventilation and lighting. The same house as subscriber District Heating System characterized by maximum thermal power according DSTU V.2.5-39-2008. Defining these values are regulated by different regulations, using different approaches. Each approach has its advantages and disadvantages but between them is no formal relationship that would allow the coordinated use of these values.

Key words: energy audit, energy demand, heat power.

References

1. Dodonov B. (2015), Monitorynh enerhoefektyvnosti Ukrainy [Energy Monitoring of Ukraine], Analitichnyy tsentr «Nova sotsial'na i ekonomichna polityka», Kyiv, Ukraine, (Ukr).
2. Lviv Sustainable Energy Program for 2020 year (2011), Approved by the decision of Lviv City Council session №663, 14.07.2011, (Ukr).
3. Methods and stages of the energy audit of buildings: DSTU B V.2.2-39:2016. – [Valid from 01.01.2017] // Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2016. – 72 p. – (State Standards of Ukraine), (Ukr).
4. Construction of buildings and facilities. Thermal insulation of buildings: DBN V.2.6-31:2016. – [Valid from 01.04.2017] // Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2016. – 33 p. – (State Building Standards of Ukraine), (Ukr).
5. The composition and content of the project documentation for construction: DBN A.2.2-3-2014. – [Valid from 01.10.2014] // Ministry of regional development, construction and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2014. – 36 p. – (State Building Standards of Ukraine), (Ukr).
6. Thermal network. Engineering equipment of buildings and structures. External networks and facilities: DBN V.2.5-39-2008. – [Valid from 07.01.2009] // Ministry of regional development, construction and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2009. – 60 p. – (State Building Standards of Ukraine), (Ukr).
7. Muzychak A. (2016), “ Methodology and practice of energy audit of municipal heat power companies”, Scientific collected articles of Kirovograd National Technical University “Technology in agriculture, industrial machinery, automation”, no.29, p.240–247, (Ukr).
8. Heating, ventilation and air conditioning: SNiP 2.04.05-91*U. – [Not valid, except issue 5 and annex 22] – Kyiv: KyivZNIIEP, 1996 – 89 p., (Rus).
9. Norms and instructions of rationing of fuel and heat energy for heating residential and public buildings and domestic needs. KTM204 Ukraine 244-94. – Kyiv: VIPOL, 2001. – 676 p., (Ukr).
10. Building climatology: DSTU N B V.1.1-27:2010. – [Valid from 01.11.2011] // Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2011. –123 p. – (State Standards of Ukraine), (Ukr).
11. The energy efficiency of buildings. Guide of the energy assessment of buildings: DSTU N B A.2.2-13:2015. – [Valid from 01.01.2016] // Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2011. –72 p. – (State Standards of Ukraine), (Ukr).
12. The energy efficiency of buildings. The method of calculating the energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting and hot water supply: DSTU B A.2.2-12:2015. – [Valid from 01.01.2016] // Ministry of construction, architecture and housing and communal services of Ukraine. – Kyiv, 2011. – 202 p. – (State Standards of Ukraine), (Ukr).

Надійшла 26.04.2017

Received 26.04.2017