

УДК 690.9

ІНСТРУМЕНТИ І МЕТОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ФОНДУ

Шовкалюк Ю.В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Виконано аналіз питання підвищення енергоефективності будівельного фонду шляхом удосконалення законодавчо-нормативної бази та проведено огляд різних інструментів, що використовуються для побудови системи муніципального енергоменеджменту.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, енергоспоживання, будівлі, енергетичний менеджмент.

Вступ. Скорочення питомого споживання енергоресурсів в ЖКГ є одним із найважливіших напрямів енергетичної політики України. Будівлі відносяться до найбільших споживачів енергоресурсів. Будівельні об'єкти потребують значних енерговитрат як на їх створення, так і на подальшу експлуатацію. Енергоефективні технології доцільно впроваджувати не тільки на стадії проектування і вибору конструктивних рішень, але й під час експлуатації будівельного фонду. Інструменти державного регулювання у сфері енергоефективності: ціноутворення; сертифікація і ліцензування; податкові та кредитні пільги; удосконалення законодавчої та нормативно-правової бази.

Постановка проблеми. Впровадження у законодавчу та нормативну базу вимог до підвищення енергоефективності об'єктів ЖКГ є інструментом впливу на зниження споживання ресурсів та зменшення енергетичної залежності держави. Незважаючи на значну кількість розроблених нормативно-правових актів у сфері енергоефективності, діяльність щодо удосконалення нормативно-правової бази продовжується, тому огляд останніх змін буде актуальним.

Оптимальне управління процесами енергоспоживання та енергозбереження будівель, будівельного фонду та галузі потребує розвитку та вдосконалення науково-технічних та управлінських методів. Існує велике коло інструментів, які використовуються для визначення, аналізу та оптимізації енергетичного функціонування будівель на різних етапах проектування, моніторингу, енергоаудиту, розробки енергозберігаючих заходів, проектів та ін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зростання вимог до енергоефективності будівель та європейський курс розвитку України призводить до необхідності адаптації української законодавчої та нормативної бази до міжнародної. Директивою ЄС [1] встановлено вимоги до енергетичної сертифікації будівель та методології розрахунку комплексної енергоефективності будівель з урахуванням місцевих умов, а також вимог щодо клімату у приміщеннях та рентабельності.

З 01.02.2012 р. Україна стала повноправним членом енергетичного співтовариства. Незважаючи на значну кількість розроблених нормативно-правових актів у сфері енергоефективності, діяльність щодо удосконалення нормативно-правової бази та адаптації наших стандартів до стандартів ЄС продовжується. Розроблена в Україні

система нормативних документів направлена на стимулювання впровадження ефективних технічних рішень у практику будівництва. На сьогодні з урахуванням підходів ЄС розроблено низку стандартів, що регламентують вимоги до методів оцінювання показників енергоефективності, енергопаспортизації та сертифікації будівель [2-6]. Розроблено та прийнято велику кількість державних стандартів за різними напрямками (нормування витрат і втрат [7-8], термомодернізація [9], енергоаудит [10], енергоменеджмент [11], мікроклімат [12] тощо).

Для підвищення енергоефективності у будівельному фонді використовуються різні інструменти [13]:

- економічне стимулювання впровадження енергоощадних технологій, в т. ч. податкові пільги, дотації, гранти, державні програми підтримки;
- економічна підтримка виробництва енергії від поновлюваних джерел;
- вдосконалення методологій ціно- і тарифоутворення;
- регулювання обсягів виробництва та споживання енергоресурсів;
- удосконалення законодавчо-нормативної бази;
- організаційна, інформаційна та просвітницька діяльність;
- побудова системи муніципального енергетичного менеджменту [14, 15].

В Україні розроблено нові закони, підзаконні акти та стандарти, які мають унормувати низку питань, зокрема, таких, як стимулювання енергоефективності у бюджетних установах; організацію енергоаудиту, енергоменеджменту, енергосервісу [16-18]. Із впровадженням закону «Про енергетичну ефективність будівель» в Україні енергетична сертифікація стане обов'язковою для нових будівель, для будівель державної і комунальної власності та для отримання державної підтримки. Згідно ДБН В.2.6-31:2006 з 2007 року у складі проектів також розробляється енергопаспорт будинку.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Об'єкти будівельного фонду потребують системного підходу до управління та аналізу ефективності енерговикористання. Основою для енергетичного розвитку міста може бути тільки розвинена система енергоменеджменту. Огляд інструментів і методів для підвищення енергоефективності об'єктів ЖКГ є актуальним.

Побудова системи муніципального енергетичного менеджменту

Система енергетичного менеджменту включає діяльність, спрямовану на підвищення енергетичної ефективності об'єктів і у світовій практиці розглядається як безперервний процес постійного покращення (рис. 1).

Енергетичний менеджмент – систематичне підтримання ефективності енерговикористання будь-якого об'єкту на заданому рівні і періодичне зростання цієї ефективності. Для цього повинні вирішуватись наступні задачі:

- оцінка фактичного стану справ в області енергозбереження;
- визначення можливих шляхів для зростання енергоефективності;
- формування перспективних планів енергозбереження;
- управління реалізацією проектів з енергозбереження;
- систематичний контроль (моніторинг).

Енергоменеджмент включає в себе планування, організацію, управління, регулювання, кадрове забезпечення, розподіл обов'язків та відповідальність, здійснення контролю; таким чином, для цієї діяльності необхідно забезпечити фінансові, кадрові, матеріальні та ін. ресурси.

Основні етапи розроблення та впровадження системи енергетичного менеджменту у відповідності до положень міжнародного стандарту ISO 50001:

- прийняття рішення: створення організаційної структури, розробка системи взаємодії і розмежування зон відповідальності, виділення коштів;
- залучення консультантів, підвищення кваліфікації персоналу;
- створення системи обліку, оперативного моніторингу, контролю і аналізу енергоспоживання (із застосуванням спеціалізованих програмних продуктів);
- розробка системи мотивації ощадливого використання;

– підвищення інформованості, проведення заходів з популяризації ефективного енерговикористання;

– проведення енергетичних обстежень, складання звітів з енергоаудитів і розробка енергетичних паспортів та енергетичних сертифікатів будівель;

– розробка програми з енергоефективності з чітким планом дій;

– диверсифікація джерел фінансування та інвестицій, пілотні проекти.

Моніторинг та аналіз енергоспоживання

В ході роботи збирається детальна інформація про:

– ресурсо- енергоспоживання за різні інтервали (година, доба, місяць, рік) за видами ресурсів та потоків;

– геометричні розміри будівлі, площі, об'єми її окремих складових (кухня/спальні/коридори/актова зала/допоміжні приміщення/санвузли та ін.);

– характеристики, розміри та стан огорожень з урахуванням орієнтації;

– умов теплопостачання (витрати, температури, кількість енергії);

– дані щодо погодних умов (температура навколишнього повітря, сонячна радіація, хмарність) за різні інтервали (година, доба, місяць, рік) та умов мікроклімату приміщень (в тому числі їх добові коливання);

– інвентаризація обладнання (потужність та тривалість роботи) і визначення величини теплонадходжень від їх використання;

– стан джерел теплопостачання, теплових пунктів, інженерних комунікацій, в тому числі: довжини та діаметри трубопроводів, стан ізоляції, кількість опалювальних пристроїв, регуляторів та ін., з визначенням кількості труб, обладнання та арматури у аварійному стані або потребує заміни;

– стан систем вентиляції і основного обладнання, характеристики повітропроводів, аналіз роботи фільтрів і витяжних каналів;

– стан мереж електропостачання, трансформаторів на балансі закладу, розподільчих щитків, автоматів, систем освітлення зовнішніх/внутрішніх та ін.;

– стан систем водопостачання та каналізації; тип, стан і кількість сантехнічного обладнання і вузлів та інші системи та обладнання будівлі.

Це дозволить створити базу даних характеристик будівель та визначити резерви й потенційні заходи з підвищення енергоефективності. Заміна лічильників (тепла, води, електроенергії) на нові сучасні із цифровим каналом передачі даних в будівлях дозволить значно знизити час на збір інформації. Доцільно визначити та аналізувати наступні індикатори енергоефективності:

– абсолютні значення витрат енергії та ресурсів;

– питомі показники енергоспоживання на одиницю опалювальної площі/об'єму та інші од. виміру (місце/дитину/працівника/умовне блюдо та ін.) за окремими видами ресурсів за звітний період;

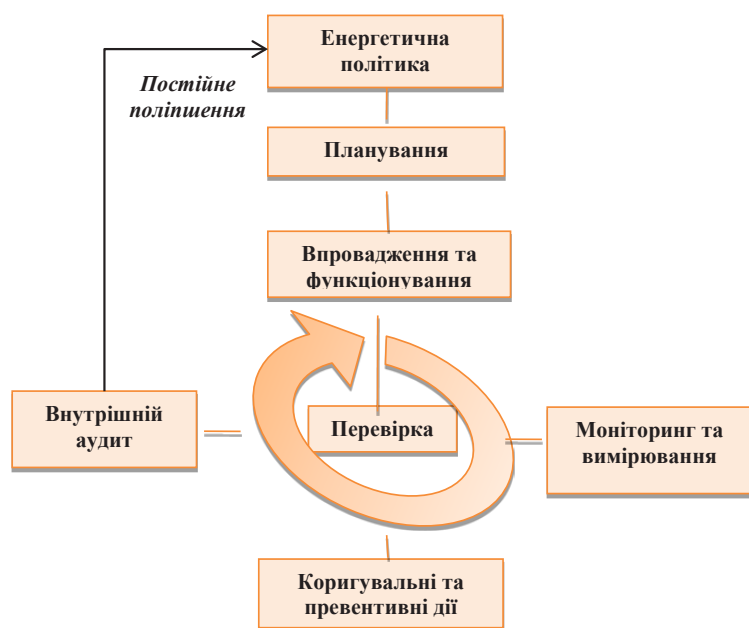
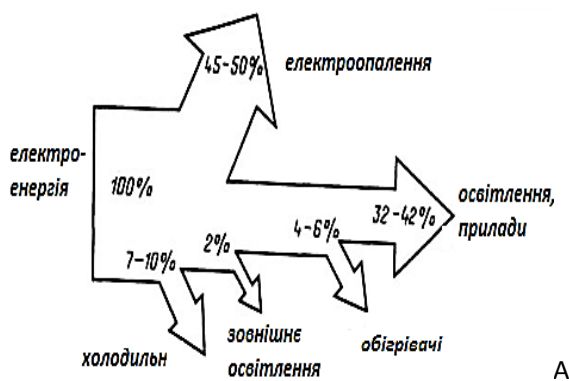


Рис. 1. Цикл Демінга (плануй-дій-перевір-вдосконалюй)

Джерело: [11]



Споживання електроенергії, кВт*год/рік

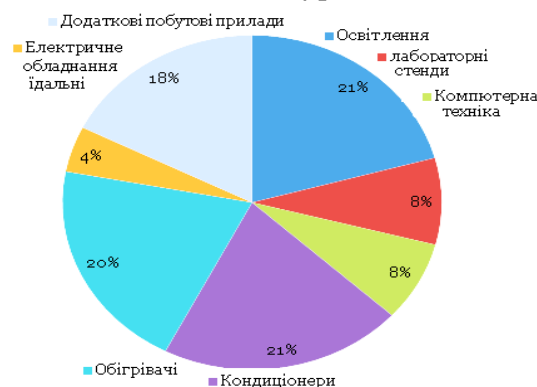


Рис. 2. Баланс енергоспоживання: А – розподіл потоків електроенергії, %; В – кругова діаграма споживання електроприладами, кВт-год/рік

Джерело: розроблено автором

- питомі показники споживання на потреби опалення на градус-день;
- енергоспоживання в т. у. п. (відображує структуру балансу);
- коефіцієнти, приведені показники (кВт · год/день, кВт · год/м² · тиждень);
- відносні показники (наприклад, заощадження Х спожитих одиниць енергії відносно базових рівнів енергоспоживання за певний період, відсоток покращення порівняно з базовим рівнем енергоспоживання за період).

Аналіз даних з метою виявлення найбільших споживачів/статей витрат та виявленню резервів енергозбереження потрібно проводити:

- за видами ресурсів: тепло- електроенергія, пара, холодна вода та ін.;
- за видами палива: вугілля, природний газ, мазут, пелети, брикети та ін.;
- за видами навантажень: опалення, вентиляція, ГВП, технологія та ін.;
- за споживачами: столова, актові зали, адміністрація, басейн та ін.
- за часовими інтервалами: ніч/день, місяць/день, прогноз/факт.

Результати аналізу даних можна представляти в табличній формі, у формі графіків, діаграм, схем та ін. Приклади представлення аналізу даних щодо енергоспоживання та енергобалансів наведено на рис. 2-4.

Моніторинг енергоспоживання повинен обов'язково супроводжуватися і контролем дотримання комфортних умов в приміщеннях. Надзвичайно важливим під час моніторингу споживання на потреби опалення є урахування впливу погодних умов та коректне визначення базового рівня.

За результатами виконання енергообстежень будівель доцільно розробити:

- звіт з енергетичного аудиту, що включатиме тепловізіюне обстеження, баланси енергоспоживання, економічне обґрунтування рекомендованих заходів з енергозбереження, а також їх вплив на довкілля;
- енергетичний паспорт, розроблений за формою, що регламентована [8];
- енергетичний сертифікат будівлі за встановленою формою.

В повсякденній діяльності енергоменеджерів необхідно застосовувати програмні продукти

для ведення бази даних, оперативного контролю і аналізу показників енергоспоживання, а також виконання енергообстежень.

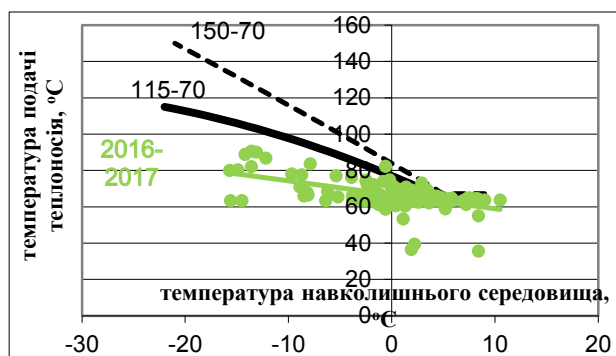


Рис. 3. Порівняння фактичного температурного графіку подавання теплоносія з розрахунковим

Джерело: [15]

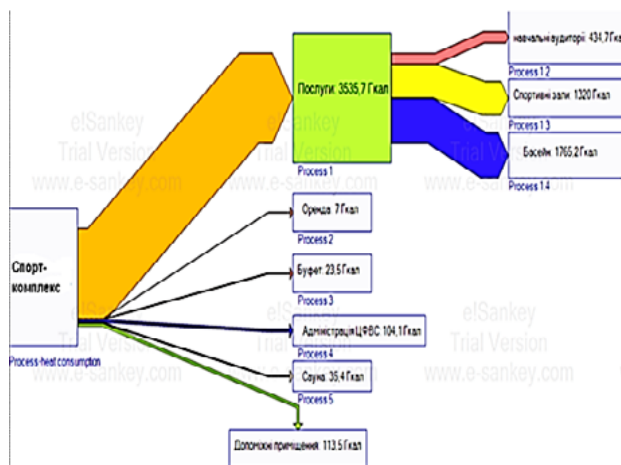


Рис. 4. Діаграма Sankey теплоспоживання будівлі

Джерело: [15]

Програмні продукти для оцінювання енергоефективності будівель

Впровадження системи муніципального енергоменеджменту у певному регіоні чи населеному пункті у відповідності до ISO 50001 передбачає регулярний моніторинг споживання енергоресурсів та енергетичний аудит, що включає збір

даних, аналіз інформації, практичні рекомендації щодо заходів та проектів з енергозбереження, а також їх фінансову та екологічну оцінку. Програмні продукти є різними за складністю, доступністю та іншими ознаками, що призводить до різного ступеню застосування. За класифікацією вирішуваних задач програмне забезпечення можна поділити наступним чином:

– для проектування: AutoCAD, SolidWorks; GoogleSketchUp, Audytor OZC і Audytor C.O.; Autodesk Revit та ін.;

– для моделей теплообміну: ANSYS, Fluent, Gambit, Therm, SolidWorks;

– аналіз проекту: Retscreen, SolidWorks, Statistica, ENSI, Compose, Mactool;

– прогнозування/планування: OSeMOSYS, Super, Message, EnergyPlus, ін.;

– оцінка екологічної ситуації: LEAP, MAED, EnergyPlus, Energy PLAN, ін.;

– для енергетичної сертифікації: Дисплей, програмний продукт НДІБК.

Далі перерахуємо і виконаємо огляд можливостей існуючих програмних продуктів, що можуть використовуватися для оцінювання показників енергоефективності у будівельному фонді:

– «Автоматизована система енергомоніторингу» для дистанційного обліку, моніторингу та аналізу енергоспоживання, оптимізації енергоспоживання, формування звітів, прогнозування витрат та ін.;

– автоматизована система диспетчеризації теплопостачання Fela (рівні управління: місто; мікрорайон; котельня; індивідуальний тепловузол) [14];

– «Єдина інформаційна система е-моніторингу споживання енергетичних ресурсів об'єктами бюджетної сфери», розроблено компанією «Фіату» [14];

– «Енергоплан» та «Display» – моніторинг, аналіз, планування та контроль енергетичних об'єктів (Асоціація «Енергоефективні міста України») [15];

– СОКАТЕР – контроль, аналіз та управління використанням ПЕР;

– RETScreen – прийняття рішень по проектах екологічно чистої енергії;

– ENSI EAB – для енергоаудитів будівель та побудови ET-кривої (рис 5, 6);

– DocsVision – документообіг управління документами і бізнес-процесами;

– програмні продукти ДП «НДІБК» для розробки енергетичного паспорту та енергетичного сертифікату будівель.

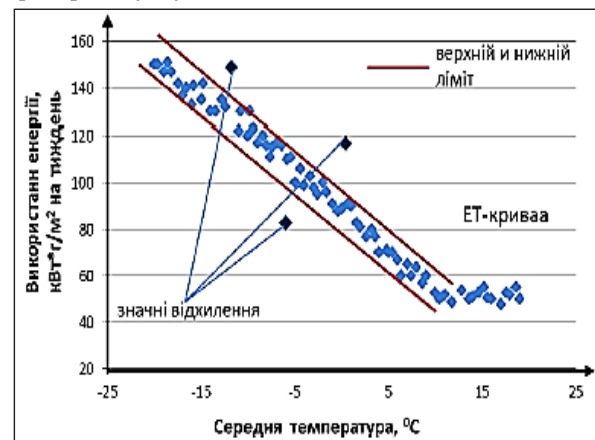


Рис. 5. ET-крива («Енергія-температура») для будівель

Джерело: [14]

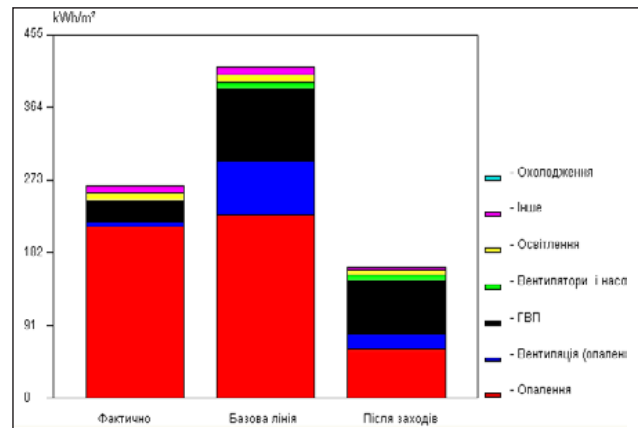


Рис. 6. Складові питомого річного енерговикористання будівлі, кВт-год/(м² · рік)

Джерело: [14]

Висновки. Побудова ефективної системи муніципального енергоменеджменту є ефективним інструментом для підвищення енергоефективності фонду будівель.

Список літератури:

1. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) – 2010, L153. – P. 13-35.
2. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та ГВП.
3. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 Настанова з проведення енергооцінки будівель.
4. ДСТУ Б EN15217:2013 Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та сертифікації будівель.
5. ДСТУ Б EN15459:2014 Процедура економічної оцінки енергосистем будівель.
6. ДСТУ Б EN15603:2013 Загальне енергоспоживання та проведення еноцінки.
7. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN 13790:2008, IDT).
8. ДБН В.2.6-31:2016 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.
9. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації будинків.
10. ДСТУ Б В.2.2-39:2016 Методи та етапи проведення енергетичного аудиту.
11. ДСТУ ISO 50001:2014 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування. (ISO 50001:2011, IDT).
12. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики.

13. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту – К.: НТЦЕ «НЕК «Укренерго» – 2015. – 89 с.
14. Посібник з муніципального енергетичного менеджменту / С.М. Іншеков, С.Є. Нікітін, М.В. Тарновский, А.В. Чернявський. – К.: 2014. – 247 с.
15. Управління ефективністю енерговикористання вищих навчальних закладів [Монографія] / під заг. ред. Дешка В.І. – К., НТУУ КПІ. – 2015. – 157 с.
16. ЗУ № 327-VIII «Про запровадження нових інвестиційних можливостей...».
17. ЗУ № 328-VIII: «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України ...»
18. Постанова КМУ від 21.10.2015 р. № 845 «Про затвердження типового енергосервісного договору».

Шовкалюк Ю.В.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ФОНДА

Аннотация

Выполнен анализ вопроса повышения энергоэффективности строительного фонда путем усовершенствования нормативно-правовой базы и проведен обзор различных инструментов, используемых для построения системы муниципального энергоменеджмента.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, энергопотребление, здания, энергетический менеджмент.

Shovkaliuk Y.V.

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

TOOLS AND METHODS FOR INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF THE BUILDING FUND

Summary

An analysis of the energy efficiency improvement of the construction fund has been performed by improving the legislative and regulatory framework and reviewing the various tools used to build the municipal energy management system.

Keywords: energy saving, energy efficiency, energy consumption, buildings, energy management.