

Маліновський А.А., д-р. техн. наук, проф.,  
Турковський В.Г., канд. техн. наук, доц.,  
Покровський Б.К., канд. техн. наук, доц.,  
Музичак А.З., канд. техн. наук.

Національний університет «Львівська політехніка», Україна

## ПРОГРАМНА ТА АЛГОРИТМІЧНА ПІДТРИМКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ

Енергетична безпека є одним із важливих факторів розвитку будь-якої держави. Це зумовлює актуальність зменшення енергоспоживання та підвищення ефективності використання енергоресурсів, зокрема у сфері житлово-комунального господарства.

З цією метою ще у 2014 році Уряд України схвалив план заходів із імплементації директив ЄС у сфері енергоефективності. Стимулювати зменшення енергоспоживання покликаний також Закон України «Про енергетичну ефективність будівель», яким передбачено, зокрема, сертифікацію енергоефективності будівель. Низкою інших нормативних документів передбачено складання енергетичного паспорту будівлі.

Підставою для складання енергетичного паспорту будівлі та її енергетичного сертифікату є проведення енергетичного аудиту, одним із результатів якого є актуальний стан енерговитрат будівлі. Іншим важливим результатом є виважений відбір пріоритетних енергоощадних заходів з обґрунтуванням кожного з них.

Зважаючи на великі обсяги вхідної інформації та значні обсяги обчислень у процесі енергетичного аудиту, одним із обов'язкових допоміжних засобів енергоаудитора є відповідне сучасне програмне забезпечення. У літературі є багато згадок про різноманітні програми, які автоматизують обчислення на різних стадіях енергетичного аудиту. Однак значні зміни, які з метою адаптації вітчизняної нормативної бази до міжнародної останніми роками було внесено в нормативну базу виконання енергетичного аудиту будівель, формують низку нових вимог до таких програмних продуктів.

Першою принциповою зміною є зміна підходу до визначення класу енергоефективності будівлі. Згідно ДБН В 2.6-31-2006 його слід було визначати за питомими тепловитратами на опалення будинків, а згідно ДБН В 2.6-31-2016 – за річною енергопотребою будівлі на опалення, охолодження та гаряче водопостачання. Останнє вимагає побудови енергетичного балансу будівлі.

Друга принципова зміна полягає у тому, що основним розрахунковим параметром є енергопотреба будівлі як для її опалення так і охолодження. Енергопотреби на опалення та на охолодження слід визначати за енергетичними балансами усіх зон будівлі, на які будівлю слід попередньо розділити. Межа зони будівлі складається з елементів будівлі.

Ці зміни є основою для формування трьох базових об'єктів програмного забезпечення, а саме:

будівля – інтегруючий об'єкт, навколо якого групуються усі інші об'єкти;  
зона будівлі – множина таких об'єктів лежить в основі математичної моделі теплового режиму будівлі вцілому,  
енергетичний баланс – базова одиниця, стосовно якої формуються усі результати роботи програми.

Далі кожен з базових об'єктів доповнюється іншими необхідними компонентами.

Згідно описаної архітектури у Львівській політехніці було модернізовано програму «Енергоефективна будівля», що входить до складу спеціалізованого пакету [8] та

розроблення якої було започатковано ще у 2004 р. Ця програма дозволяє виконувати такі основні завдання щодо паспортизації та сертифікації будівель:

сформувати математичну модель теплового режиму будівлі з врахуванням теплоенергетичного впливу довкілля; скласти на її основі тепловий баланс будівлі для опалювального та неопалювального періодів року;

сформувати розрахунковий енергетичний баланс будівлі з урахуванням реальних умов експлуатації будівлі, порівняти отриманий енергобаланс із фактичним енергоспоживанням за показами лічильників;

сформувати базовий енергетичний баланс за дотримання нормативного температурного режиму в приміщеннях, нормативного повітрообміну та забезпечення необхідних обсягів споживання інших енергоресурсів впродовж року;

скласти на основі математичної моделі теплового режиму будівлі та базового енергетичного балансу енергетичний паспорт будівлі та енергетичний сертифікат.

Додатково програма дозволяє виконувати завдання, що стосуються розроблення та обґрунтування енергоощадних заходів:

визначити потенціал пропонованих енергоощадних заходів та виконати їхнє техніко-економічне обґрунтування;

сформувати пакети енергоощадних заходів за їхнім пріоритетом та послідовністю впровадження;

сформувати енергетичний баланс будівлі після впровадження енергоощадних заходів та екологічну експертизу.

Розроблена програма відповідає вимогам чинної вітчизняної нормативної бази та є ефективним засобом виконання енергетичного аудиту будівель. Програму було верифіковано під час проведення енергетичного аудиту низки адміністративних будівель.

**Висновки.** Актуалізація нормативної бази України у сфері енергоспоживання, енергозаощадження та енергетичного аудиту зумовила появу низки нових вимог, яким повинні відповідати програмні інструменти супроводу енергетичного аудиту у житловій та адміністративній сфері.

Сформовано засади, яким повинні відповідати програмні інструменти супроводу енергетичного аудиту будівель. Відповідно до цих засад сформовано базовий набір об'єктів, які лежать в основі програмного продукту.

Розроблений програмний продукт відповідає низці нових вимог чинної нормативної бази щодо енергетичного аудиту будівель та їх енергетичної сертифікації.

#### **Список використаних джерел**

1. Маліновський А.А., Турковський В.Г., Музичак А.З. Децентралізоване тепlopостачання – альтернатива чи хибний шлях // Проблеми загальної енергетики. Науковий збірник Інституту загальної енергетики Національної академії наук України. – 2011. – №4(27). – С.53-56.

2. Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.

3. Закон України від 22 червня 2017 року № 2118-VIII «Про енергетичну ефективність будівель».

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. Komputerowe wspomaganie audytu energetycznego miejskich systemów ciepłowniczych / A. Malinowski [etc] // IX Międzynarodowe seminarium naukowo-techniczne «Energodom 2008», 2008 – P.321-329.

9. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель – [Не чинний] – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 72 с.