



УДК 658.264; 364



ФАРЕНЮК Г.Г.

Д-р технічних наук, директор, ДП "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій", м. Київ, Україна,
e-mail: farenjuk@ndibk.gov.ua,
тел.: + 38 (044) 249-72-34,
ORCID: 0000-002-5703-3976

СТРУКТУРА ТА МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ПИТАНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

АНОТАЦІЯ. У статті представлено аналіз чинної законодавчої та нормативної бази України в галузі енергоефективності будівель. Існуючий системний комплекс норм та стандартів створено на основі розробленої методології побудови та розвитку нормативної бази з питань енергоефективності будівель. Нормативна база в галузі енергоефективності будівель розвивається за двома напрямками. Перший - гармонізація з європейськими нормативними документами та імплементація положень Директиви 2010/31/ЄС у нормативне поле України; другий - розвиток національної гілки норм та стандартів, які ґрунтуються на традиційних підходах до проектування будівель. У національній гілці забезпечено збереження напрацювань щодо оцінювання енергетичних характеристик будівель та теплотехнічних показників теплоізоляційної оболонки будівель, які були розвинуті науковою та проектною практикою. У статті розглянуто методичні положення нормативних актів та документів, які регламентують правила проектування теплоізоляційної оболонки та інженерного обладнання будинків при новому будівництві та реконструкції.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: енергоефективність, будівлі, нормативна база

STRUCTURE AND METHODOLOGICAL PROVISIONS OF THE BUILDINGS ENERGY PERFORMANCE REGULATIONS

FARENYUK G.G. Dr., Prof. Director, State enterprise "State Scientific Research Institute of Building Constructions", Kyiv, Ukraine,
e-mail: farenjuk@ndibk.gov.ua,
tel.: + 38 (044) 249-72-34, ORCID: 0000-002-5703-3976

ABSTRACT. In the paper the analysis of the current legislative and normative base of Ukraine in the field of buildings energy performance is presented. The existing systemic complex of norms and standards was created on the basis of the elaborated methodology of constructing and developing a normative base on energy performance of buildings. The normative base in the field of energy performance of buildings is developing in two directions. The first direction is the harmonization with

the European regulations and the implementation of the 2010/31/EU Directive provisions in the normative field of Ukraine; and the second way includes the development of a national branch of regulations and standards based on traditional approaches to buildings design. It is ensured in the national branch that the groundworks concerning the assessment of the buildings energy performance and the heat-engineering parameters of buildings thermal envelopes, which have been developed by scientific and design practice, are maintained.

The article discusses the methodical provisions of normative acts and documents regulating the rules of designing the thermal envelopes and technical equipment for buildings under new construction and renovation.

KEY WORDS: energy performance, buildings, normative base.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ. В умовах ринкової економіки до найбільш дієвих механізмів впливу держави на формування ринку енергоносіїв відносять створення та удосконалення законодавчої та нормативної баз, які визначають правила взаємодій між учасниками ринкових процесів. При цьому держава встановлює обов'язкові вимоги та критерії, які забезпечують її безпеку. Економне використання енергії є саме умовою безпеки України, економіка якої залежить від іноземних постачальників енергоресурсів. Сфери розвитку законодавчої та нормативної баз у галузі енергоефективності в Україні поки знаходяться у різних вимірах – нормативна база створюється відповідно до чіткої наукової методології [1], постійно вдосконалюється, щорічно вводяться нові документи, в той час як на рівні законодавства довгий час існував тільки Закон України «Про енергозбереження» від 01.07.94, № 74/94-ВР.

Протягом 2009-2016 років спроби вдосконалити законодавчу базу здійснювали декілька разів.

2009 рік - проект Закону України "Про енергоефективність будівель" був внесений Кабінетом Міністрів України, а у 2010 відкликаний;

2010 рік - проект закону за тією ж назвою був внесений народним депутатом Ю.В. Одарченком і не був прийнятий;



2011 рік - проект Закону України «Про енергоефективність» був внесений народними депутатами С.В. Пашинським та О.Ф. Дубовим, але не прийнятий;

2012 рік - проект Закону України «Про енергоефективність житлових та громадських будівель» внесений Кабінетом Міністрів України та у 2013 році був відхилений Верховною Радою України;

2014 рік - проект Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» внесений народними депутатами України Д.Й. Андрієвським, А.В. Бабак, В.Ф. Сташук та ін. був прийнятий Верховною Радою України та підписаний Президентом України 20.07.2017. Цей закон регулює відносини, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель, з метою підвищення рівня енергетичної ефективності будівель з урахуванням місцевих кліматичних умов та забезпечення належних умов для проживання та/або життєдіяльності людей у таких будівлях і є прямою імплементацією Директиви 2010/31/ЄС [2] у законодавче поле України.

Одночасно були прийняті Закон України «Про Фонд енергоефективності» та Закон України «Про комерційний облік теплової енергії та водопостачання», які створюють умови для державної підтримки та стимулювання заходів підвищення енергоефективності, дозволяють контролювати ефективність реалізації цих заходів та сприятимуть підвищенню енергетичної незалежності та енергетичної безпеки держави.

Враховуючи це, є всі підстави для ствердження, що законодавча та нормативна системи створюють цілісний механізм з вирішення питань підвищення енергоефективності будівель в Україні.

МЕТА СТАТТІ. Визначення основних методичних принципів побудови нормативної бази з питань енергоефективності будівель на основі параметричного методу нормування показників безпеки об'єктів будівництва

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ. В основу розробки нормативної бази в галузі енергоефективності покладено методологічний принцип розгляду будівлі як енергетичної системи, до складу якої входить низка взаємопов'язаних підсистем [3-5].

Розвиток вітчизняної нормативної бази у сфері енергоефективності будівель здійснювався за такими етапами.

До 1994 р. проектування будівель здійснювали за СНиП II-3-79** «Строительная теплотехника». Основним критерієм енергоефективності був показник опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, який оцінювали на підставі вимог із санітарної гігієни та економічно доцільних витрат.

Зазначеними нормами встановлювались і інші показники, за якими проектували теплоізоляційну оболонку будинків. Наприклад, допустиму температуру внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції при розрахункових температурах зовнішнього (t_n) та внутрішнього (t_b) повітря визначали за формулами

$$\tau_b = t_b - \frac{n(t_b - t_n)}{R_{об} \alpha}, \quad (1)$$

$$\tau'_b = t_b - \frac{n(t_b - t_n)}{R_{об} \alpha} \cdot \left[1 + \eta \left(\frac{R_o^{ysl}}{R_o} - 1 \right) \right], \quad (2)$$

де: R_o – опір теплопередачі по основному полю, R_o^{ysl} – приведений опір теплопередачі, R_o' – опір теплопередачі по зоні теплопровідного включення, α_b – коефіцієнт тепловіддачі.

Формулу (1) застосовували для термічно однорідних конструкцій, формулу (2) – для термічно неоднорідних конструкцій, тобто на методичному рівні вже враховували термічну неоднорідність конструкцій і її вплив на тепловтрати будівлі.

У 1996 р. в Україні Зміною № 1 до СНиП II-3-79** було у 2,0-2,5 рази підвищено вимоги до опору теплопередачі огорожувальних конструкцій житлових та громадських будівель. Інші показники в цих нормах не переглядали, що зумовило масове виникнення теплових відмов при реалізації проектів будівель із підвищеним опором теплопередачі стін, але з необґрунтованим їх технічним рішенням щодо вологісного режиму [1].

У 2006-2007 р.р. - уведено в дію державні будівельні норми ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» - нове покоління будівельних норм з енергоефективності будівель. Цими нормами введено принципово новий критерій енергоефективності будівель - вимоги до питомих тепловитрат будинку в цілому, а також встановлено альтернативний принцип проектування теплоізоляційної оболонки будинків – не тільки за поелементними нормативними вимогами, але і за інтегральними допустимими тепловитратами будинку в цілому. Вперше на нормативному рівні встановлено поняття енергоефективності будинку та введено класифікацію будинків за показником енергоефективності, що дозволило перейти на якісно новий рівень комплексного оцінювання енергетичних показників будинків.

Упродовж 2008-2010 р.р. у розвиток методичних положень з енергоефективності будівель було створено систему норм та стандартів із регламентації вимог та методів контролювання показників та критеріїв енергоефективності.

У 2012 - 2014 р.р. здійснено процес із гармонізації національного нормативного поля з європейськими нормами у галузі енергоефективності та імплементацію європейських стандартів у національну систему норм та стандартів.

У 2015 -2017 р.р. розпочато методичний перехід на параметричний метод нормування при проектуванні будівель за показниками енергоефективності та продовжено процес гармонізації з нормами ЄС.

Загальну систему норм ЄС можна представити схемою на рис.1. В основу структури визначення показників енергоефективності будівлі покладені вимоги EN ISO 13790:2008 «Energy performance of buildings

- Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790:2008)», EN 15217:2007 «Energy performance of buildings - Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings» та EN 15603:2008 «Energy performance of buildings - Overall energy use and definition of

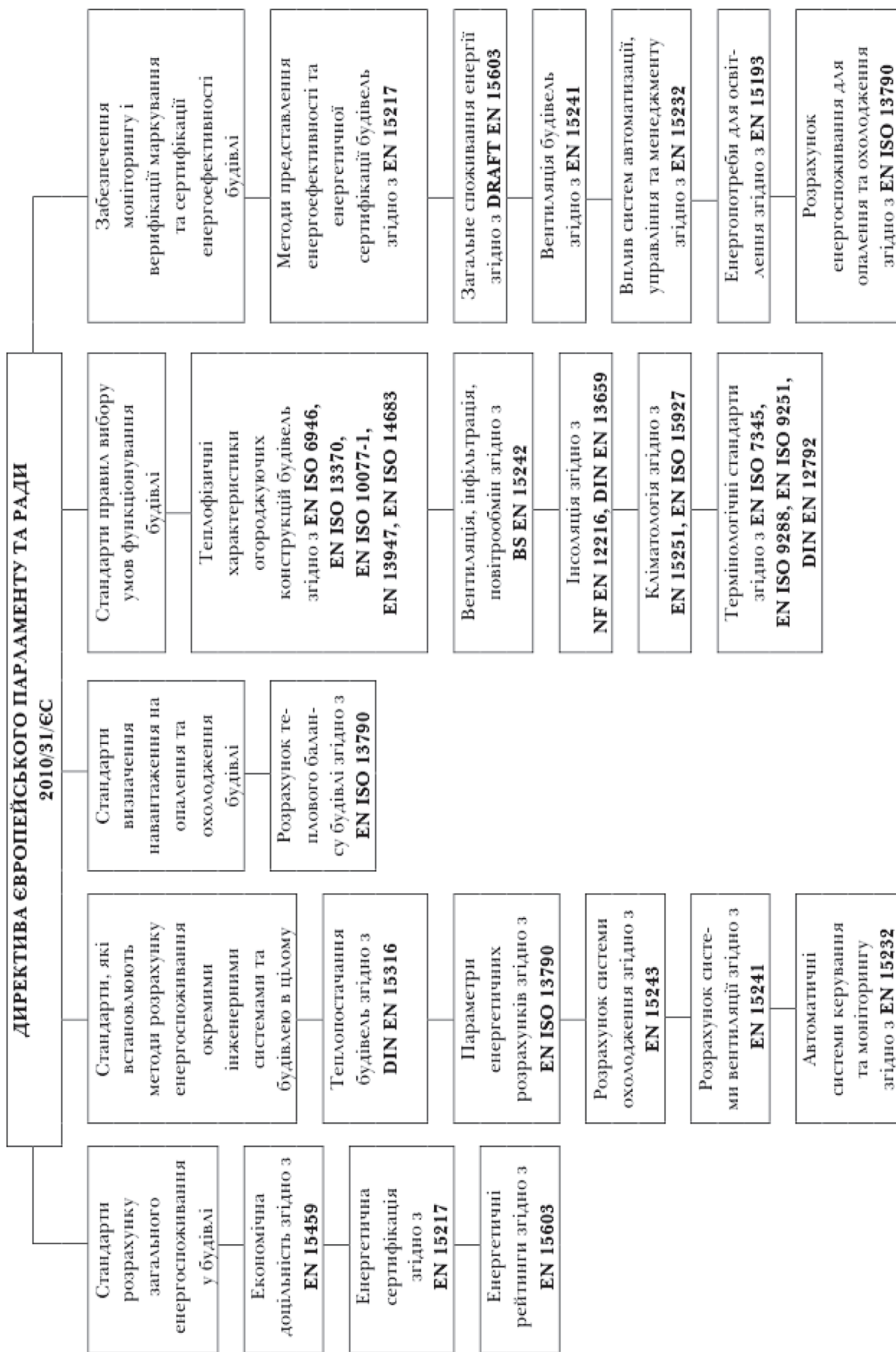


Рис.1. Система чинних норм та стандартів у сфері енергоефективності будівель Європейського Союзу

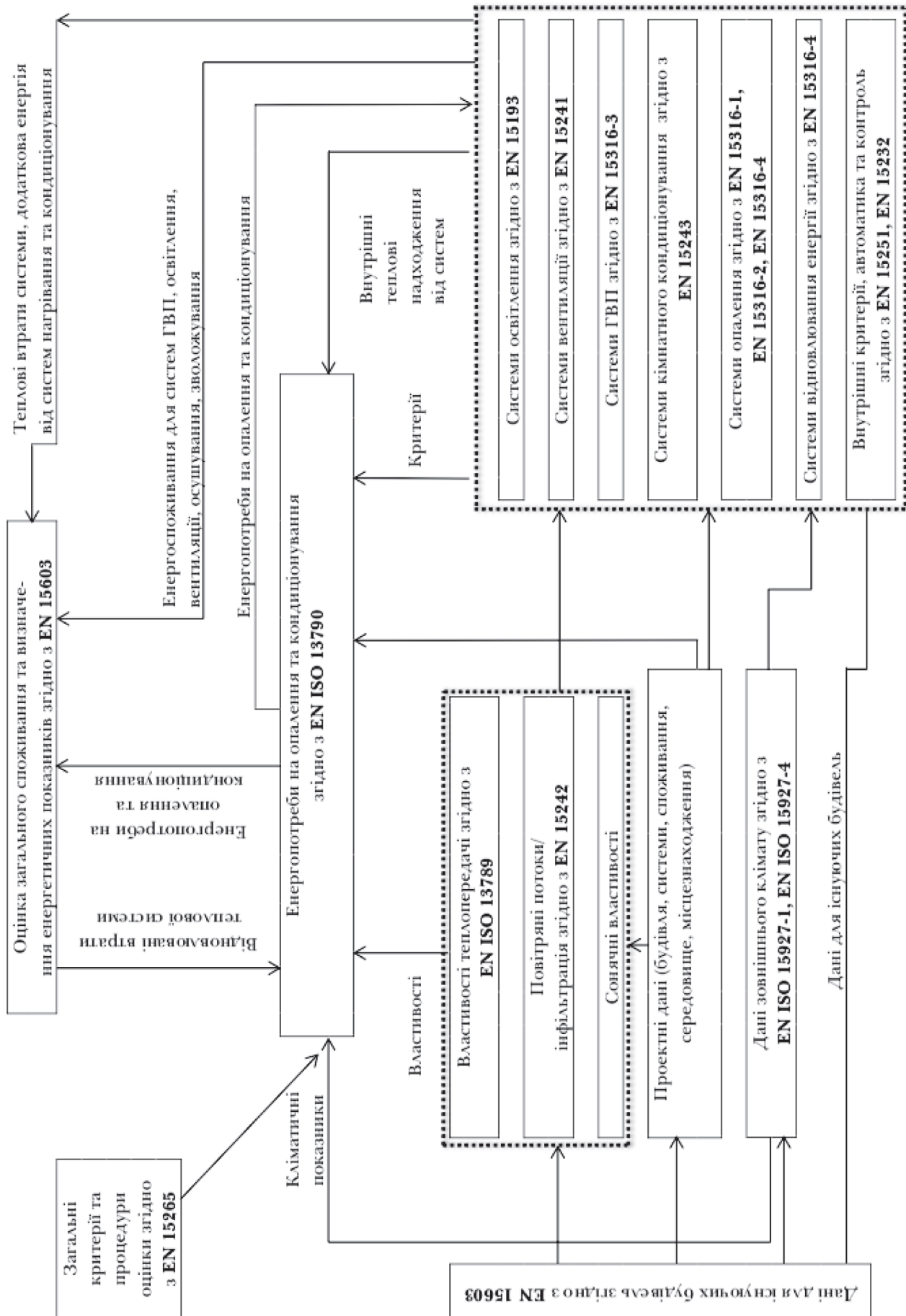


Рис.2. Схема взаємозв'язку систем будівлі

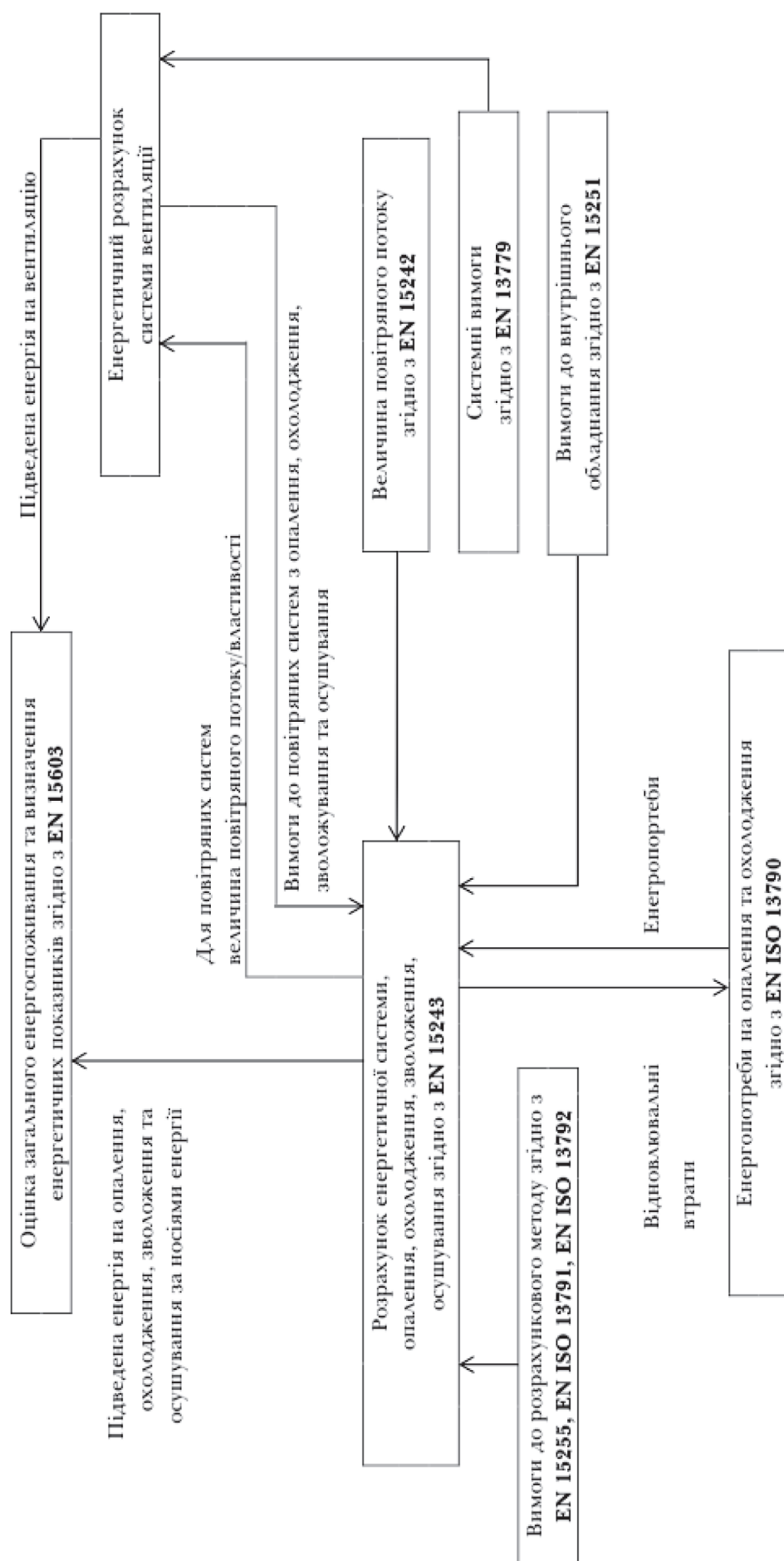


Рис.3. Схема взаємозв'язку для систем кондиціонування

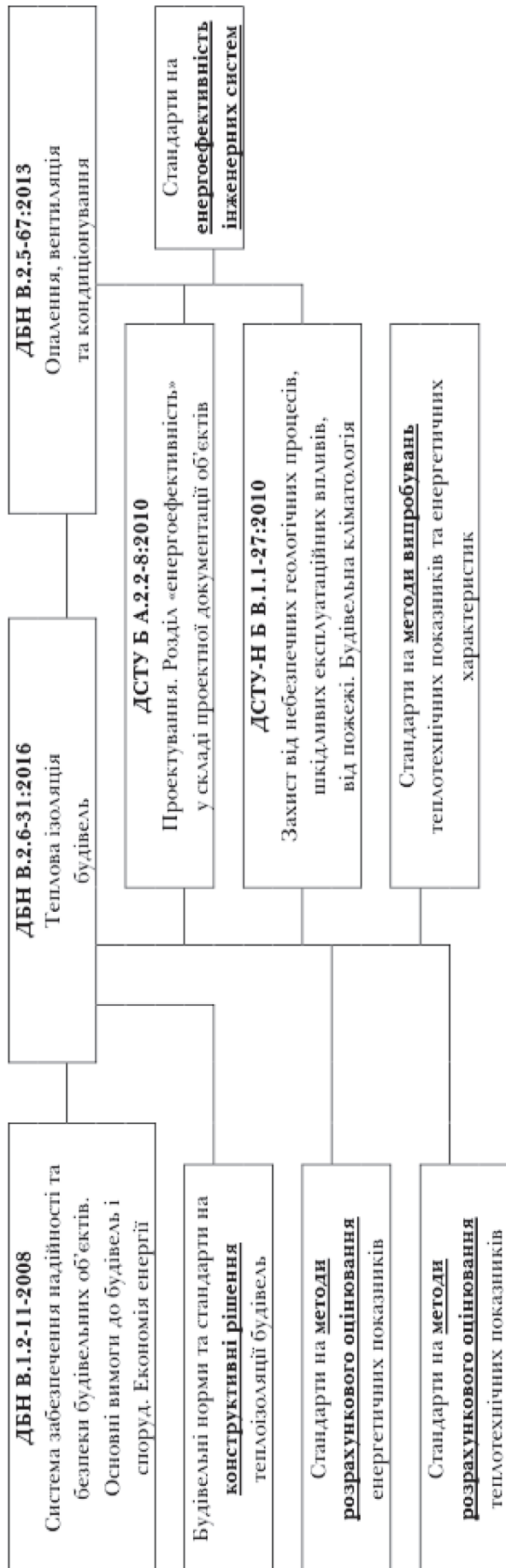


Рис.4. Система державних будівельних норм та національних стандартів у сфері енергоефективності будівель

energy ratings». При цьому, будівлю розглядають як складну інженерну систему і вимоги встановлюють низкою взаємопов'язаних стандартів (рис.2). Для кожної з підсистем будівлі встановлюють вимоги відповідно до окремих стандартів, як це показано, наприклад, для систем кондиціонування (рис.3).

Цей методичний принцип покладено і у вітчизняну систему нормування вимог з енергоефективності до будівель. Основою є системні норми ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» [6] та ДБН В.1.2-11-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель та споруд. Економія енергії» [7] (рис. 4).

ДБН В.1.2-11-2008 [7] встановлює основні вимоги до економії енергії під час проектування, зведення та експлуатації будівель, а також формулює вимоги до нормативних документів усіх наступних рівнів у галузі енергозбереження будівель. Критерієм ефективного використання енергії є комплексний показник енергоефективності будівлі, який встановлює граничні межі енергоспоживання і використовується при проектуванні, будівництві, здачі в експлуатацію, а також у подальшій експлуатації з урахуванням класу його енергоефективності.

ДБН В.2.6-31:2016 [6] є першим у вітчизняній практиці нормативним документом, в якому у повній мірі реалізовано параметричний метод нормування, який визнаний світовою спільнотою одним із найбільш прогресивних і перспективних методів нормування у будівництві. Методичною основою параметричного методу нормування є формування ієрархії цілей і завдань, встановлення вимог та критеріїв, що визначають безпеку, функціональність та якість об'єкта нормування.

Методична концепція ДБН В.2.6-31:2016 [6] полягає у регламентації обов'язкових вимог до показника енергоефективності будівель – питомої енергопотребі, а нормативні теплоізоляційні характеристики елементів будівель є похідними (рис.5).

$$\begin{aligned}
 &\text{Економічні вимоги} \\
 &EP_{\text{бвд}} \leq E_{\text{max}} \\
 &\downarrow \\
 &R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{q \text{ min}}
 \end{aligned}$$

Рис.5 Схема методичної концепції проектування будівель за показниками енергоефективності.

де E – питома теплота потреба будівлі на опалення, вентиляцію, кондиціонування та гаряче водопостачання, R – опір теплопередачі огорожувальних конструкцій.

ДБН В.2.6-31:2016 [6] є практичною реалізацією вимог Директиви [2] щодо методології оцінки будівель за критеріями енергоефективності.

Вимоги при проектуванні основних інженерних систем будівлі встановлені на сучасних принципах у ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [8]. Взаємозв'язок між положеннями ДБН В.2.5-67:2013 [8] та ДБН В.2.6-31:2016 [6] здійснюється при визначенні класу енергоефек-



Таблиця 1. Вплив заходів із автоматизації інженерних систем на клас енергоефективності будівель згідно з вимогами ДСТУ Б А.2.2-8:2010 [9]

Характеристика	Варіанти деталізації характеристики	Клас енергетичної ефективності будівель
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	відсутнє автоматичне регулювання	D
	центральне автоматичне регулювання	D
	місцеве автоматичне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщення або електронне регулювання	C та нижче
	місцеве регулювання в приміщенні з комунікацією між контролерами та центральною системою контролю	B та нижче
	місцеве автоматичне регулювання з урахуванням фактичних потреб (згідно з присутністю людей у приміщенні, якістю повітря, тощо)	A та нижче

тивності будівлі з урахуванням як рівня теплової ізоляції, так і ефективності інженерних систем згідно з вимогами ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Проектування. Розділ «енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів» [9].

Методичною основою визначення класу енергоефективності, яка закладена у вимоги ДСТУ Б А.2.2-8:2010 [9], є те, що незалежно від рівня теплоізоляції огорожувальних конструкцій (навіть при опорі теплопередачі вдвічі більшому за нормативний) при відсутності автоматичного регулювання надходжень теплової енергії до приміщень будівля не може мати класу енергоефективності більш ніж D (табл.1). Тільки за наявності автоматичного регулювання теплопіддачі від приладів опалення забезпечується клас енергоефективності C при відповідних рівнях теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будинків.

Структура норм та стандартів з регламентації вимог до енергоефективності інженерних систем будівель представлена на рис. 6. Основним принципом побудови цієї нормативної гілки є поєднання вимог з проектування за національними нормативними актами та системним європейським документом EN 15232:2007 «Energy performance of buildings - Impact of Building Automation, Controls and Building Management».

Чинні нормативні документи на системи вентиляції, кондиціонування та теплозабезпечення представлені на рис.7, 8. Основою цього сегменту нормативної бази є поєднання традиційних підходів до проектування систем опалення, вентиляції, кондиціонування будівель з прийнятими методами, що отримали свій розвиток у європейській базі. Взагалі, нормативний акт ДБН В.2.5-67:2013 [8] розроблявся досить тривалий час і тільки завдяки роботам В. Пиркова [10] було доведено розроблення цього документу до належного рівня.

Нормативні вимоги, що встановлені у ДБН В.2.5-67:2013 [8], деталізуються вимогами гармонізованих стандартів: ДСТУ Б EN 12599:2006 [11], ДСТУ Б EN 13779:2011 [12], ДСТУ Б EN 15241:2015 [13], ДСТУ Б EN 15242:2015 [14], ДСТУ Б EN 15243:2015 [15], ДСТУ Б CEN/TR 14788:2015 [16], ДСТУ Б EN 15316-1:2011 [17], ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011 [18], ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011 [19].

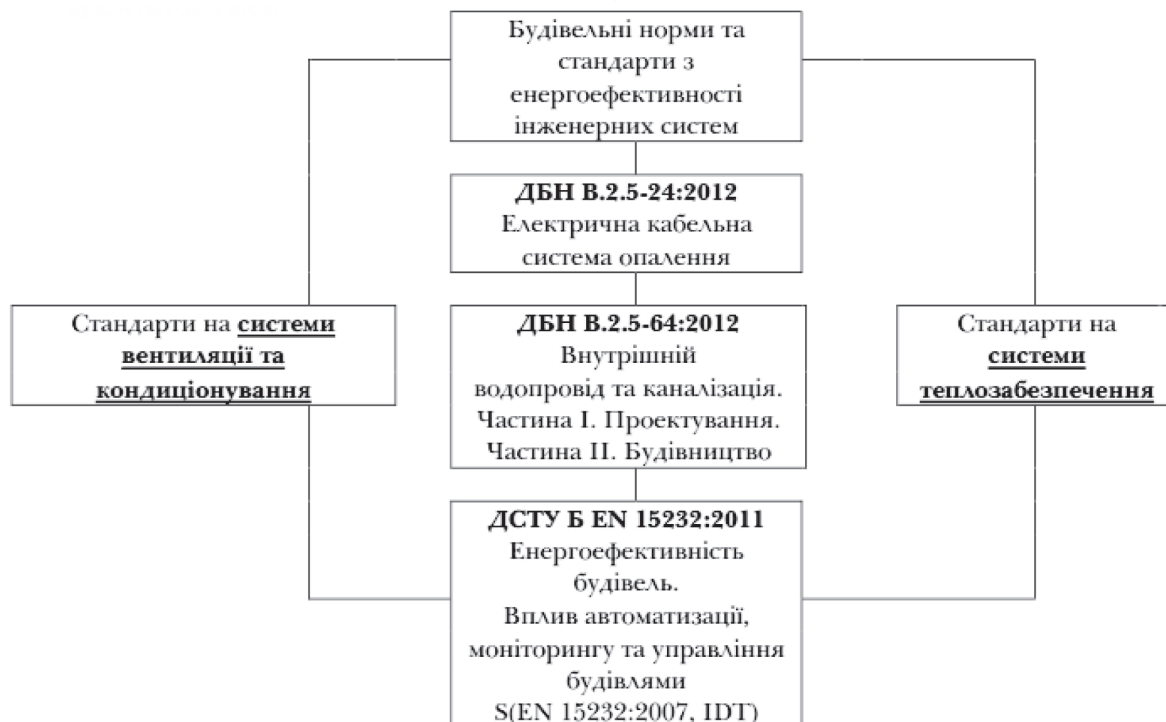


Рис.6. Чинні державні будівельні норми та національні стандарти з енергоефективності інженерних систем будівель

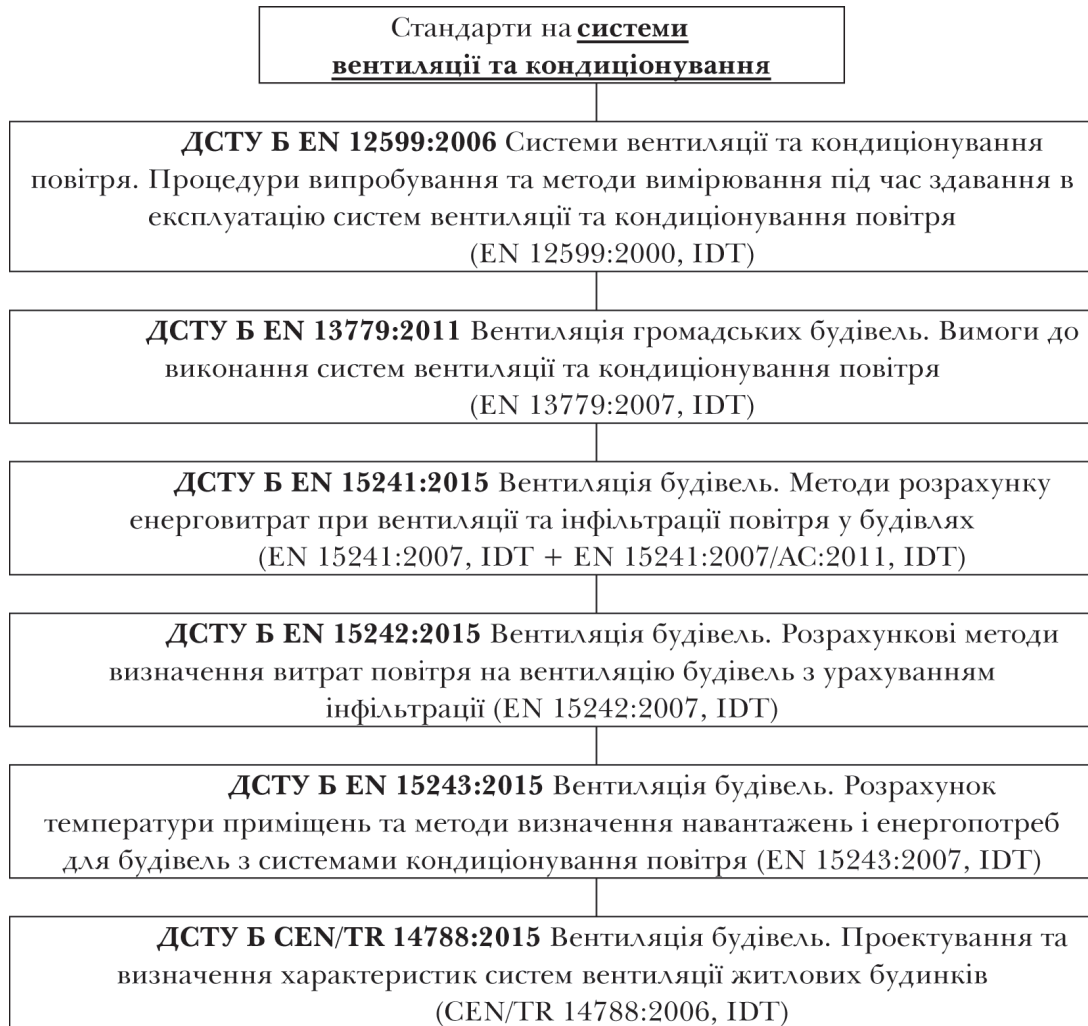


Рис.7. Чинні національні стандарти з проектування та оцінки систем вентиляції та кондиціонування

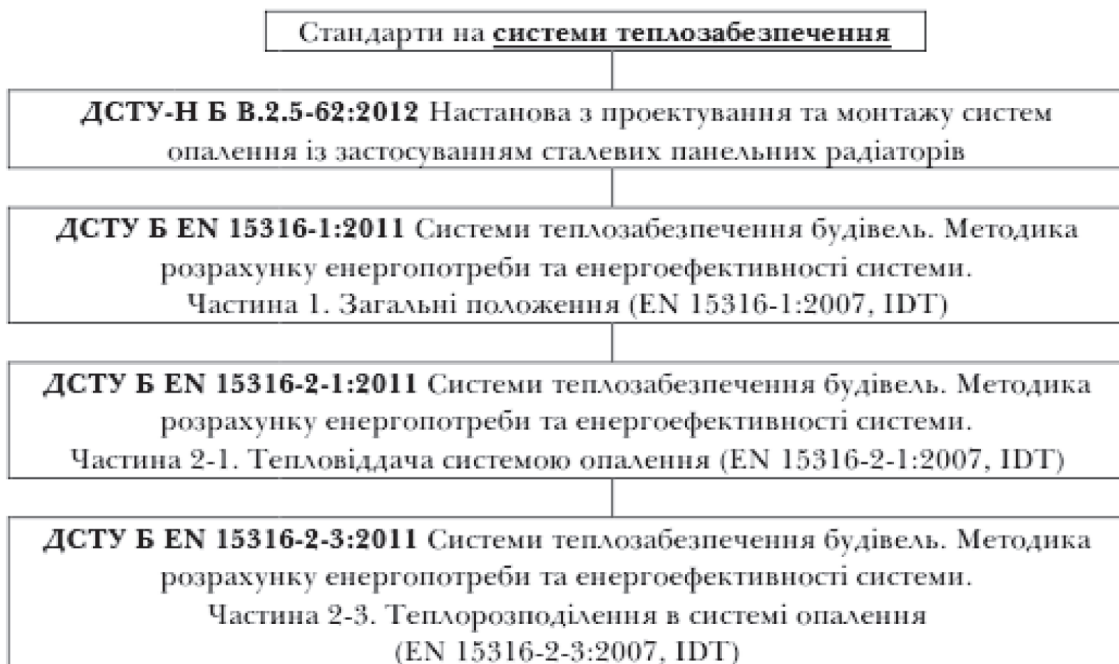


Рис.8. Національні стандарти з проектування та оцінки систем теплозабезпечення

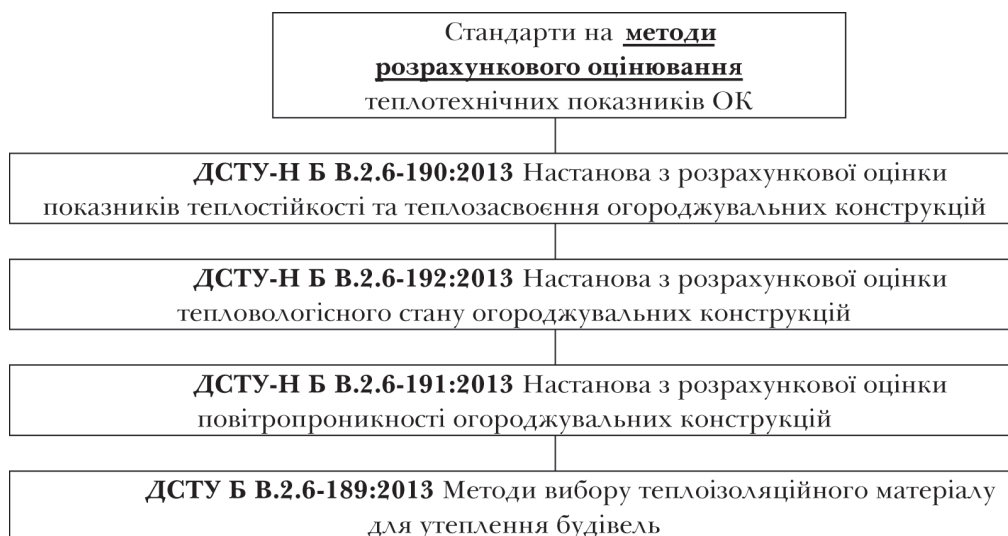


Рис.9. Схема нормативних документів з визначення методів розрахунку теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

Параметричний метод, що покладений в основу ДБН В.2.6-31:2016 [6], обумовлює розкриття положень методичного змісту, що визначають алгоритми та методики оцінювання критеріїв придатності, у документах нижчого рівня, тобто у стандартах та настановах. Вимоги ДБН В.2.6-31 ще у версії 2006 р. встановлювали поелементний метод, коли проектування здійснюється із забезпечення вимог до теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівель, та інтегральний метод, коли проектування теплоізоляційної оболонки виконувалося згідно вимог до питомого тепловтрат будівлі в цілому. Цей методичний принцип збережений і новому поколінню цих норм версії 2016р. На рис.9 представлено перелік стандартів, які визначають методики розрахунку теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.

В основу ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій» [20] покладені положення теорії теплостійкості огорожувальних конструкцій при теплових потоках з характером зміни яких, $q(x, z)$, у часі z і в просторі x , у вигляді:

$$-q(x, z) = \lambda \frac{\partial \tau}{\partial x} = \lambda \psi (C_1 \sinh \psi x + C_2 \cosh \psi x) e^{a\psi^2 z} S \sqrt{i} (C_1 \sinh \psi x + C_2 \cosh \psi x) e^{a\psi^2 z}, \quad (3)$$

з використанням у рівнянні (3) ключового поняття теорії теплостійкості [21-23]:

$$\lambda \psi = \lambda \sqrt{\frac{i 2 \pi c \rho}{\lambda Z}} = \sqrt{\frac{2 \pi c \rho \lambda}{Z}} \sqrt{i} = S \sqrt{i}. \quad (4)$$

де S - коефіцієнт теплозасвоєння матеріалу шару, який залежить від теплофізичних характеристик матеріалу λ і $c\rho$, і періоду коливання Z .

При значеннях опору теплопередачі огорожувальних конструкцій вище $2,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ показник теплостійкості забезпечується завжди, тому для непрозорих зовнішніх огорожень житлових та громадських будівель цей показник не є критичним. В той же час, вимоги ДБН В.2.6-31 розповсюджуються і на

будівлі промислового призначення, для яких не існує нормативного значення показника питомої енергопотребі, але поелементні вимоги встановлені і однією з цих вимог є теплостійкість.

У нормативному документі ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 «Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій» застосовується математична модель, в якій потенціал переносу маси прийнято парціальний тиск водяної пари і потоки маси при цьому визначають за формулою:

$$\bar{J}_1 = -\mu(e, \tau) \bar{I}_n \frac{\partial e}{\partial n}, \quad (5)$$

де e – парціальний тиск водяної пари, μ – паропроникність, τ – температура.

Розрахунки вологісного режиму конструкцій проводяться, як для періоду вологонакопичення, так і для періоду вологовіддачі з визначенням річного балансу вологи у товщі конструкції.

З точки зору енергозбереження повітропроникність є негативним тепловим фактором, що вимагає обмежень можливості проникнення холодного зовнішнього повітря крізь елементи огорожувальних конструкцій. Розрахунки повітропроникності огорожувальних конструкцій здійснюють згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 «Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій».

Особливості проведення розрахунків термічно неоднорідних огорожувальних конструкцій та визначення необхідної товщини теплоізоляційного матеріалу на підставі оцінки приведенного опору теплопередачі з використанням значень лінійних та точкових опорів теплопередачі типових теплопровідних включень регламентується вимогами ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель».

Схема стандартів, які розкривають положення ДБН В.2.6-31:2016 [6] щодо визначення показників енергоефективності будівель, наведена на рис.10.

Енергетична ефективність будівлі – це властивість будівлі, її конструктивних елементів та інженерного обладнання забезпечувати протягом очікувано-

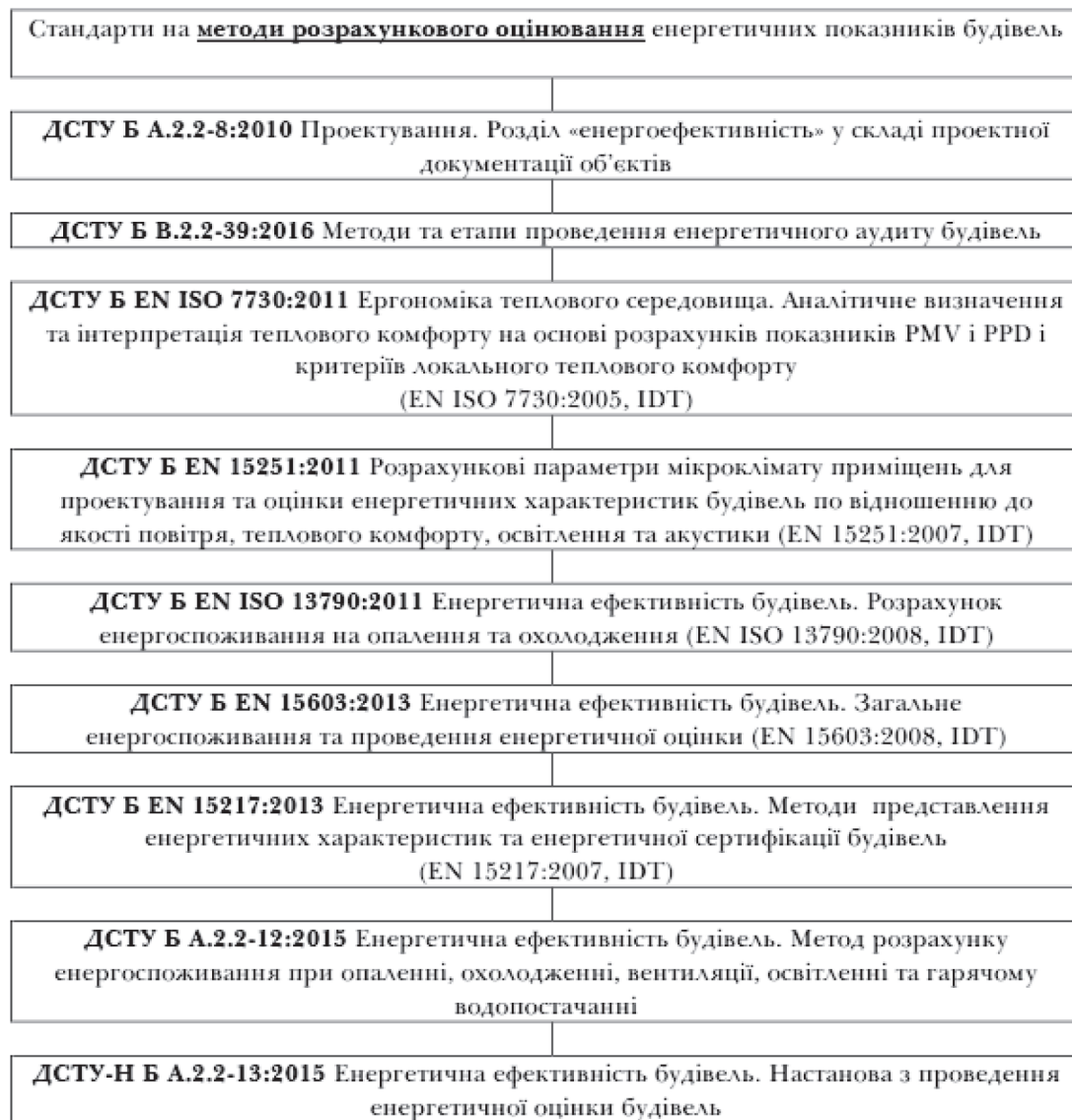


Рис.10. Схема чинних національних стандартів із розрахункової оцінки показників енергоефективності будівель

го життєвого циклу будівлі побутові потреби людини та оптимальні мікрокліматичні умови для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі при нормативно допустимому (оптимальному) рівні витрат енергетичних ресурсів на кондиціонування (опалення, охолодження) повітря, гаряче водопостачання.

Методики визначення значень оптимальних параметрів мікроклімату встановлені у ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 «Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (EN ISO 7730:2005, IDT)» та 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 (EN 15251:2007, IDT)».

Системні міжнародні та європейські стандарти EN ISO 13790:2008, EN 15217:2007 та EN 15603:2008 прийняті в Україні як гармонізовані ідентичні стандарти. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергетична ефек-

тивність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)», ДСТУ Б EN 15217:2013 «Енергетична ефективність будівель. Методи представлення енергетичних характеристик та енергетичної сертифікації будівель (EN 15217:2007, IDT)» та ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки (EN 15603:2008, IDT)» прийняті у двомовному форматі. Особливостям методичних положень та практичного застосування цих стандартів планується присвятити кілька окремих публікацій, де будуть розглянуті методологія побудови національних стандартів ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні», ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель», а також ДСТУ Б В.2.2-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель».

ВИСНОВКИ

Національна нормативна база у галузі енергоефек-



тивності будівель повністю відповідає за своєю структурою та методичною побудовою європейським принципам нормування та оцінки енергоефективності будівель. Забезпечено еволюційний розвиток системи проектування з урахуванням як традиційних методів та підходів до проектування будівель, так і застосування сучасних передових методів оцінки і забезпечення показників енергоефективності.

Параметричний метод нормування впроваджує у практику робіт вітчизняних фахівців гнучкі методи проектування, що дозволяє оптимізувати технічні рішення будівель за показниками їх енергоефективності.

Наступним етапом розвитку нормативної бази повинно бути розроблення методів та процедур енергетичного маркування. При цьому, енергетичному маркуванню повинні підлягати будівлі в цілому і основні елементи цих будівель, які визначають їх енергетичні характеристики. Тільки при такому комплексному підході можливо отримати значущі результати з енергозбереження при експлуатації будівель.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. - Київ: Гама-Принт, 2009. - 216 с.
2. Directive 2010/31/eu of the European parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official J. of the Europ. Communities. - 2010, L.153. - P. 13-35.
3. Фаренюк Г.Г. Наукові основи нормативного забезпечення енергоефективності будівельних об'єктів / Г.Г. Фаренюк // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2010. Вип. 14. - С. 52-60.
4. Фаренюк Г.Г. Розвиток системи нормативних документів України із забезпечення енергозбереження та енергоефективності будівель / Г.Г. Фаренюк, Д.В. Барзилович // Будівельні конструкції: зб. наукових пр., 2013. - Вип.77. - С. 3-9.
5. Фаренюк Г.Г. Науково-методичні напрями вирішення проблеми енергоефективності будівель / Г.Г. Фаренюк, О.М. Федевич // Будівельні конструкції: зб. наукових пр., 2013, вип. 77. - С.10-14.
6. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2017. - [Чинні від 2017-05-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2017. - III, - 31 с. - (Будівельні норми України).
7. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель та споруд. Економія енергії: ДБН В.1.2-11-2008. - [Чинні від 2008-10-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2008. - 13 с. - (Будівельні норми України).
8. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. - [Чинні від 2014-01-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2013. - V, 141 с. - (Будівельні норми України).
9. Проектування. Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів: ДСТУ Б А.2.2-8:2010. - [Чинний від 2010-07-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2010. - IV, 30 с. - (Національний стандарт України).
10. Пирков В.В. Особливості проектування систем водяного опалення / В.В. Пирков. - Київ: Такі справи, 2003. - 176 с.
11. Системи вентиляції та кондиціонування повітря. Процедури випробування та методи вимірювання під час здавання в експлуатацію систем вентиляції та кондиціонування повітря (EN 12599:2000, IDT): ДСТУ Б EN 12599:2006 - [Чинний від 2006-07-01]. - Київ: ДП «Держспоживстандарт», 2006. - 38 с. - (Національний стандарт України).
12. Вентиляція громадських будівель. Вимоги до виконання систем вентиляції та кондиціонування повітря (EN 13779:2007, IDT): ДСТУ Б EN 13779:2011. - [Чинний від 2013-01-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2012. - VII, 101 с. - (Національний стандарт України).
13. Вентиляція будівель. Методи розрахунку енерговитрат при вентиляції та інфільтрації повітря у будівлях (EN 15241:2007, IDT + EN 15241:2007/AC:2011, IDT): ДСТУ Б EN 15241:2015. - [Чинний від 2016-10-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2016. - 44 с. - (Національний стандарт України).
14. Вентиляція будівель. Розрахункові методи визначення витрат повітря на вентиляцію будівель з урахуванням інфільтрації (EN 15242:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15242:2015. - [Чинний від 2016-10-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2016. - 68 с. - (Національний стандарт України).
15. Вентиляція будівель. Розрахунок температури приміщень та методи визначення навантажень і енергопотреб для будівель з системами кондиціонування повітря (EN 15243:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15243:2015. - [Чинний від 2016-10-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2016. - 223 с. - (Національний стандарт України).
16. Вентиляція будівель. Проектування та визначення характеристик систем вентиляції житлових будинків (CEN/TR 14788:2006, IDT): ДСТУ Б CEN/TR 14788:2015. - [Чинний від 2016-10-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2016. - 94 с. - (Національний стандарт України).
17. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 1. Загальні положення (EN 15316-1:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15316-1:2011. - [Чинний від 2013-01-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2012. - VI, 33 с. - (Національний стандарт України).
18. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 2-1. Тепловіддача системою опалення (EN 15316-2-1:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15316-2-1:2011. - [Чинний від 2013-01-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2012. - VI, 43 с. - (Національний стандарт України).
19. Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 2-3. Теплорозподілення у системі опалення (EN 15316-2-3:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011. - [Чинний від 2013-01-01]. - Київ: ДП «Укравхбудінформ», 2012. - VII, 53 с. - (Національний стандарт України).
20. Настанова з розрахункової оцінки показни-



ків теплостійкості та теплозасвоєння огорожувальних конструкцій: ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2014. – III, 36 с. – (Національний стандарт України).

21. Шкловер А.М. Теплопередача при періодических тепловых воздействиях / Шкловер А.М. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 160 с.
22. Богословский В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.
23. Лыков А.В. Теория теплопроводности / Лыков А.В. – М.: Высшая школа, 1967. – 599 с.

REFERENCES

1. Farenuyk G.G. Basics of ensuring the energy performance of buildings and thermal reliability of enclosing structures / G.G. Farenuyk. – Kyiv: Hama-Print, 2009. – 216 p.
2. Directive 2010/31/EU of the European parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast) // Official J. of the Europ. Communities. – 2010, L.153. – P. 13-35.
3. Farenuyk G.G. Scientific basis of normative ensuring the energy performance of building projects / G.G. Farenuyk // Ventilation, lighting and heat and gas supply. – 2010. – Issue 14. – P. 52-60.
4. Farenuyk G.G. The development of the system of normative documents of Ukraine on the efficiency and performance of buildings / G.G. Farenuyk, D.V. Barzylovych // Building Structures: collection of research papers. – 2013. – Issue 77. – P. 3-9.
5. Farenuyk G.G. Scientific and methodical directions of solving the problem of energy performance of buildings / G.G. Farenuyk, O.M. Fedevych // Building Structures: collection of research papers. – 2013. – Issue 77. – P. 10-14.
6. Thermal insulation of buildings: DBN V.2.6-31:2017. – [Effective from 2017-05-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2017. – III, 31 p. – (Construction norms of Ukraine).
7. System of ensuring the reliability and safety of building projects. Basic requirements for buildings and structures. Energy savings: DBN V.1.2-11-2008. – [Effective from 2008-10-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2008. – 13 p. – (Construction norms of Ukraine).
8. Heating, ventilation and conditioning: DBN V.2.5-67:2013. – [Effective from 2014-01-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2013. – V, 141 p. – (Construction norms of Ukraine).
9. Design. Section «Energy performance» as a part of projects design documentation: DSTU B A.2.2-8:2010. – [Effective from 2010-07-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2010. – IV, 30 p. – (National standard of Ukraine).
10. Pyrkov V.V. Features of the water heating systems design / V.V. Pyrkov. – Kyiv: Taki spravy, 2003. – 176 p.
11. Ventilation for buildings. Tests procedures and measuring methods for handling over installed ventilation and air conditioning systems (EN 12599:2000, IDT): DSTU B EN 12599:2006 – [Effective from 2006-07-01]. – Kyiv: SE «Derzhspozhyvstandart», 2006. – 38 p. – (National standard of Ukraine).
12. Ventilation for non-residential buildings. Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (EN 13779:2007, IDT): DSTU B EN 13779:2011. – [Effective from 2013-01-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2012. – VII, 101 p. – (National standard of Ukraine).
13. Ventilation for buildings. Calculation methods for energy losses due to ventilation and infiltration in buildings (EN 15241:2007, IDT + EN 15241:2007/AC:2011, IDT): DSTU B EN 15241:2015. – [Effective from 2016-10-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2016. – 44 p. – (National standard of Ukraine).
14. Ventilation for buildings. Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration (EN 15242:2007, IDT): DSTU B EN 15242:2015. – [Effective from 2016-10-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2016. – 68 p. – (National standard of Ukraine).
15. Ventilation for buildings. Calculation of room temperatures and of load and energy for buildings with room conditioning systems (EN 15243:2007, IDT): DSTU B EN 15243:2015. – [Effective from 2016-10-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2016. – 223 p. – (National standard of Ukraine).
16. Ventilation for buildings - Design and dimensioning of residential ventilation systems (CEN/TR 14788:2006, IDT): DSTU B CEN/TR 14788:2015. – [Effective from 2016-10-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2016. – 94 p. – (National standard of Ukraine).
17. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. - Part 1: General (EN 15316-1:2007, IDT): DSTU B EN 15316-1:2011. – [Effective from 2013-01-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2012. – VI, 33 p. – (National standard of Ukraine).
18. Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 2-1: Space heating emission systems (EN 15316-2-1:2007, IDT): DSTU B EN 15316-2-1:2011. – [Effective from 2013-01-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2012. – VI, 43 p. – (National standard of Ukraine).
19. Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-3: Space heating distribution systems (EN 15316-2-3:2007, IDT): DSTU B EN 15316-2-3:2011. – [Effective from 2013-01-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2012. – VII, 53 p. – (National standard of Ukraine).
20. Manual on the estimation of design parameters of heat absorption and heat resistance of walling: DSTU-N B V.2.6-190:2013. – [Effective from 2014-01-01]. – Kyiv: SE «Ukrarkhbudinform», 2014. – III, 36 p. – (National standard of Ukraine).
21. Shklover A.M. Heat transfer under periodic thermal influences / A.M. Shklover. – М.-Л.: Gosenergoizdat, 1961. – 160 p.
22. Bohoslovskii V.N. Thermal conditions of the building / V.N. Bohoslovskii. – М.: Stroiizdat, 1979. – 248 p.
23. Lykov A.V. Theory of heat conduction / A.V. Lykov. – М.: Vysshiaia shkola, 1967. – 599 p.