



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-4-2024-1>

УДК 624.011:536.2



ФАРЕНЮК Г.Г.

Доктор технічних наук, професор, директор ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», м. Київ, Україна,
e-mail: ndibk@ndibk.gov.ua,
тел.: +38 (044) 249-72-34,
ORCID: 0000-0002-5703-3976



ФАРЕНЮК Є.Г.

Канд. техн. наук, директор Державної установи «Фонд енергоефективності» м. Київ, Україна
email: info@cefund.org.ua,
тел.: +38 (044) 222-95-90,
ORCID: 0000-0001-8613-877x

РОЗВИТОК НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ З ВВЕДЕННЯМ КОМПЛЕКСУ СТАНДАРТІВ ЕРВ

АНОТАЦІЯ

Одним із важливих механізмів технічного регулювання будівельної галузі України є її максимальна інтеграція в міжнародний нормативно-правовий простір Європейського Союзу, що потребує впровадження в практику будівництва на всіх етапах життєвого циклу будівель та споруд нормативних підходів, які використовуються в системі технічного регулювання європейських країн. Найбільш системно цей підхід втілюється при вирішенні питань з нормування характеристик енергоефективності будівель, що є основою успішного розвитку цього важливого для економіки України сектору. Основним нормативним актом в галузі енергоефективності у Європейському Союзі є Директива Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС щодо енергетичної ефективності будівель (EPBD) [1], яка за своїм наповненням визначає методологію оцінювання показників енергоефективності будівель.

В останні роки під Директиву EPBD [1] розроблено та введено в дію у ЄС низку стандартів, в яких розкриваються практичні положення відповідних процедур та розрахунків енергоефективності будівель і які називають стандартами ЕРВ (Energy performance of buildings).

Стандарти ЕРВ побудовані за єдиною методологією, що забезпечує їх узгодженість між собою, однозначність та прозорість методичних правил та підходів. Стандарти ЕРВ забезпечують певну гнучкість щодо методів, необхідних

вихідних даних і посилань на інші стандарти з енергоефективності будівель ЕРВ завдяки введенню нормативного шаблону і інформаційного листа для вибору технічних стандартних даних.

Кожна країна визначає ступінь впровадження стандартів ЕРВ та їх зв'язок з підходами, які були основними до прийняття стандартів ЕРВ, і на національному рівні визначає правила впровадження у національні норми відповідних методичних правил.

В статті наведений аналіз впливу на національне законодавче та нормативне поле процесу імплементації Директиви EPBD [1] та впровадження комплексу стандартів ЕРВ.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: будівлі, показники енергоефективності, директива, норми, стандарти, енергоаудит, проектування

DEVELOPMENT OF THE NATIONAL SYSTEM FOR BUILDING ENERGY EFFICIENCY STANDARDIZATION WITH THE IMPLEMENTATION OF THE EPB STANDARDS FRAMEWORK

ABSTRACT

One of the critical mechanisms for the technical regulation of Ukraine's construction industry is its maximal integration into the international regulatory framework of the European Union. This requires



the adoption of regulatory approaches employed in the technical regulation systems of European countries into construction practices at all stages of the building and infrastructure lifecycle. This approach is most systematically implemented in addressing the standardization of energy efficiency characteristics of buildings, which form the foundation for the successful development of this vital sector of Ukraine's economy.

The primary legislative act governing energy efficiency in the European Union is the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) 2010/31/EU [1], which establishes the methodology for assessing building energy performance indicators. In recent years, a number of standards have been developed and implemented under the Directive EPBD [1] in the EU, providing practical guidelines for relevant procedures and calculations in building energy efficiency. These are collectively referred to as EPB standards (Energy Performance of Buildings).

The EPB standards are built on a unified methodology, ensuring consistency, clarity, and transparency in methodological rules and approaches. They also offer flexibility regarding methods, required input data, and references to other EPB energy efficiency standards through the introduction of a normative template and an information sheet for selecting technical standard data.

Each country determines the extent to which EPB standards are implemented and their integration with pre-existing approaches. National rules are established to incorporate the respective methodological provisions into local regulations.

This article analyzes the impact of the implementation of the Directive EPBD [1] and the introduction of the EPB standards framework on national legislative and regulatory systems. It provides a comprehensive examination of the implications for national norms and practices in the context of integrating these advanced energy efficiency methodologies.

KEYWORDS: buildings, energy performance indicators, directive, regulations, standards, energy audit, design.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Однією з головних задач сучасного розвитку технічної діяльності у цивілізованих країнах є забезпечення декарбонізації будівельного сектору економіки, де витрачається від 30 до 40 % енергетичних надходжень з відповідним негативним впливом на екологію як відповідної країни, так і в глобальному масштабі. У новій редакції Директиви EPBD [1], яка була схвалена 12 березня 2024 року на пленарному засіданні Європейського парламенту, міститься комплексний набір заходів для ЄС із зменшення викидів парникових газів на 55% до 2030 року порівняно з роком 1990. Вирішення цієї задачі має здійснюватися за рахунок термомодернізації існуючого фонду будівель, і кожна країна визначає технічну політику для досягнення

встановлених критеріїв. Особливе місце при цьому мають стандартні методи оцінювання критеріїв, які встановлені у різних країнах при практичній реалізації процесу термомодернізації будівель і споруд. Під час прийняття Директиви EPBD [1] у 2002 році вирішувалася задача зі встановлення методології визначення будівлі як єдиної енергетичної системи, що характеризується відповідними енергетичними параметрами. У назві Directive on the energy performance of buildings застосовується термін performance як саме енергетичний опис, представлення та оцінка будівлі за її енергетичними властивостями. Але метою Директиви EPBD [1] було як встановлення методологічного напрямлення з визначення енергетичних витрат будівлі, так і максимально можливе зниження енергетичних витрат будівель упродовж всього життєвого циклу, тобто вирішення питання енергоефективності будівель при новому будівництві та їх термомодернізації. Тому Директиву EPBD [1] розглядають як норматив з енергоефективності будівель, і саме аспект обов'язкових вимог з енергоефективності будівель покладений в основу Закону України [2], яким імплементовано вимоги Директиви EPBD [1].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Національна база норм та стандартів з енергоефективності будівель розробляється на основі методології, яка встановлена Директивою EPBD [1] з розглядом будівлі як єдиної енергетичної системи, що складається з теплоізоляційної оболонки та інженерних систем опалення, вентиляції, охолодження, кондиціонування, гарячого водопостачання, освітлення, що діють у взаємозв'язку між собою та оточуючим кліматичним середовищем, та принципу забезпечення теплової надійності огорожувальних конструкцій будівлі та їх елементів [3, 4]. Методологія побудови критеріїв енергоефективності будівель, які застосовуються у національній нормативній базі та розкриті у роботах [5 ÷ 8], збігається з підходами, що застосовуються в інших країнах [9 ÷ 11]. Правові вимоги, що визначені в рамках Директиви EPBD [1] та Закону [2], носять досить загальний характер і регламентують лише основний критерій, за яким має оцінюватися енергоефективність будівлі, а саме первинну енергію без методичної деталізації її визначення. Стандарти EPB направлені на ретельний опис математичного алгоритму розрахунків відповідних показників і почали використовуватися на національному рівні у європейських країнах з початку 20-х років.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою статті є аналіз міжнародних стандартів EPB, які імплементовані на національному рівні, з визначенням задач подальшого удосконалення національної системи нормування показників енергоефективності будівель.



ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕНЬ

В Україні вимоги Директиви EPBD [1] імплементовано на найвищому законодавчому рівні (рис.1). Розглянемо основні положення Директиви EPBD [1], які визначають методологію забезпечення енергоефективності будівель, та їх виконання на національному рівні:

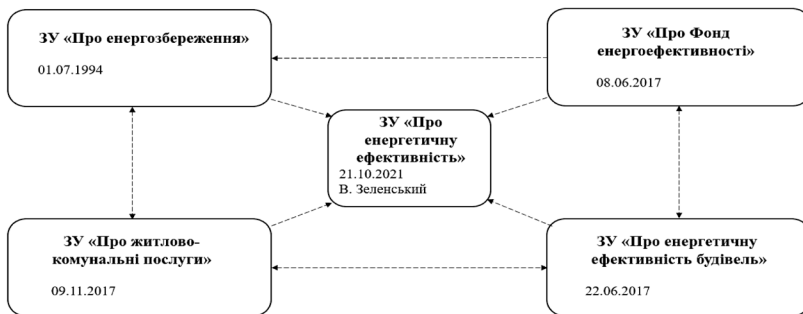


Рисунок 1 – Структура законодавчої бази України в галузі енергоефективності

- 1) запровадження сертифікації енергетичних характеристик будівель з метою визначення енергетичних характеристик будівель та подальшої розробки рекомендованих заходів щодо їх покращення. Законом [2] введено у практику новий вид інженерної діяльності, який включає проведення енергетичного аудиту будівель з подальшою сертифікацією їх енергетичної ефективності, проведення робіт з обстеження технічних установок будівель та визначення рівня їх енергетичної ефективності;
- 2) забезпечення інформування про енергетичні характеристики будівель при будівництві нових будівель, капітальному ремонті будівель, що знаходяться в експлуатації, а також у разі продажу чи передачі в найм будівель (чи їхніх частин). Законом [2] встановлений порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності будівель та інформування про її результати;

- 3) забезпечення підготовки та сертифікації незалежних фахівців. Законом [2] встановлений порядок професійної сертифікації фахівців з енергетичної ефективності, енергетичного аудиту будівель та обстеження технічних установок, згідно з яким здійснюється цей вид інженерної діяльності;

- 4) створення ефективних організаційних та фінансових механізмів стимулювання покращення енергетичних характеристик будівель. Без дієвих фінансових механізмів неможливо досягнення основної мети із зниження енерговитратності будівель та їх негативного впливу на навколишнє середовище. В Україні цей аспект вирішений на найвищому законодавчому рівні – прийнято Закон України «Про фонд енергоефективності» [12] (див. рис.1), який успішно реалізується діяльністю Фонду упродовж останніх 5 років;

- 5) запровадження дієвого механізму контролю за дотриманням вимог законодавства про енергетичну ефективність будівель. Відповідальність за порушення законодавства у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель встановлена [2], але ці положення поки залишаються на декларативному рівні. Крім того, є питання і до якості робіт з енергетичної сертифікації будівель та контролю цієї якості, тобто виконанню вищенаведених положень 2) та 3) Директиви EPBD [1].

Так, Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (ДП НДІБК) у довоєнний 2020 рік провело аналіз зареєстрованих сертифікатів енергетичної ефективності будівель різного функціонального призначення (рис.2). Результати порівняльного аналізу для житлових будинків за визначеним класом їх енергоефективності наведе-

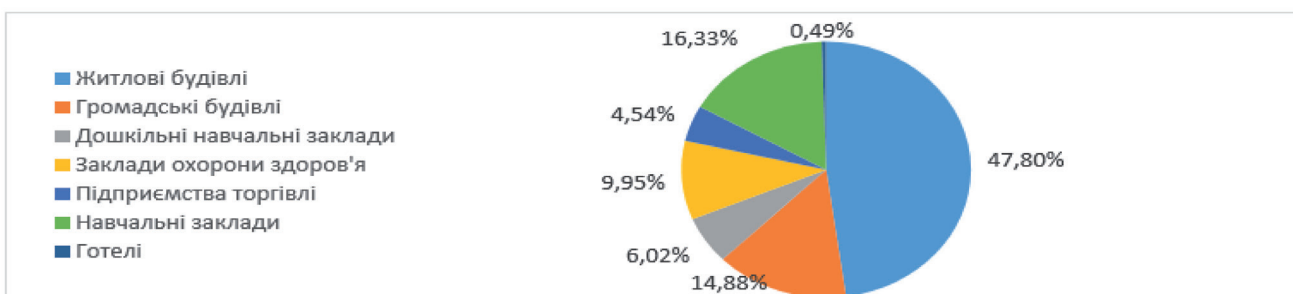


Рисунок 2 – Розподіл розглянутих сертифікатів енергоефективності будівель за їх функціональним призначенням



Таблиця 1 – Визначені класи енергоефективності сертифікованих житлових будівель

Клас енергоефективності	A	B	C	D	E	F	G
Житлові будинки, од.	14	105	767	263	204	128	1276

дено у табл. 1. Всього було проаналізовано дані 2757 енергетичних сертифікатів житлових багатоквартирних будинків і питання виникають не по кількості будівель класу G, а по будівлям високих класів енергоефективності A та B.

В Україні не існує економічних стимулів побудови багатоповерхових житлових будинків високого класу енергоефективності. Обов'язковими є мінімальні вимоги щодо енергоефективності, і їм відповідає клас C. Тому забудовники не будують житлові багатоповерхові будинки з класом вищим ніж C.

При термомодернізації багатоповерхових житлових будинків, які практично всі відносяться до класу G (наявність значної кількості будівель – 12%, класу E та F також викликає сумніви щодо коректності їх визначення), досягнення класу B потребує великих економічних вкладень і практично при термомодернізації підвищують клас будівлі у кращому випадку до C, а реально – до D чи E. Тому наявність більше сотні будівель класу B і майже півтора десятка будівель класу A потребує пояснень та перевірки.

Класифікація будівель у процесі сертифікації здійснюється за показником енергоспоживання, і основним документом, за яким працюють енергоаудитори, є Методика визначення енергетичної ефективності будівель [13]. Одним з основних недоліків цієї Методики є некоректне визначення граничних даних показника енергоспоживання, і у роботі [5] наведено обґрунтування необхідності перегляду нормативного показника енергоефективності будівель в залежності від їх призначення та поверховості.

Крім того, відсутність верифікації програмних засобів, які використовуються енергоаудиторами при складанні енергетичних сертифікатів, і контролю за проведенням верифікації при прийнятті сертифікатів, що є обов'язковим згідно з Порядком застосування розрахункових елементів програмного забезпечення для визначення енергетичної ефективності будівель [14], може призводити як до помилок, так і для маніпулювання цифрами для отримання бажаного результату;

б) розробка національних планів з енергетичної ефективності (енергетичної ефективності будівель). Спільне прийняття законів [2, 12] дозволило не тільки складати національні плани (перша галузева програма енергоефективності у будівництві була при-

йнята у 2009 році [15]), але і успішно їх реалізовувати;

- 7) збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії. Ключовою задачею є встановлення у національному нормативному полі критерію, за яким будівлі відносяться до категорії близького до нульового рівня споживання енергії;
- 8) визначення основних вимог до енергетичних характеристик будівель. Нове покоління норм [3, 4] регламентує перелік критеріїв та вимоги до них при оцінюванні енергоефективності будівель. У нормах [3] згідно з положеннями Директиви EPBD [1] визначено, що критерієм віднесення будівлі до категорії близького до нульового рівня споживання енергії є ефективність використання первинної енергії. Норми [4] регламентують тільки критерій енергоспоживання в залежності від функціонального призначення будівлі, її поверховості та температурної зони експлуатації. Тому завдання 7) не може вирішуватися вже на рівні регламентації будівель до категорії близького до нульового споживання енергії;
- 9) встановлення методик оцінювання енергетичних характеристик будівель. На рішення цієї задачі і направлений комплекс стандартів EPB та його адаптація у національному нормативному полі.

В Україні нормативна база розвивається згідно з положеннями Директиви EPBD [1] і, як у переважній більшості країн ЄС, складається зі стандартів EPB та національних стандартів (рис. 3).

Стандарти EPB мають строго спрямоване призначення і розкривають відповідні розділи розрахунків енергоефективності будівель. У табл. 2 наведено перелік стандартів, що визначають загальну термінологію щодо енергоефективності, позначки фізичних величин та їх розмірність, правила індексування фізичних процесів. Ці загальні положення є важливими в методологічному підході, коли в різних країнах фахівці визначають та позначають однаково фізичні явища, що вивчають та аналізують. У новому поколінні вітчизняних будівельних норм [3, 4] позначки та індексація фізичних характеристик приведена у відповідність до стандартів серії EPB, а саме системному стандарту EN ISO 52000-1 [16], який в Україні з 01.10.2023 введений у статусі національного стандарту [17].

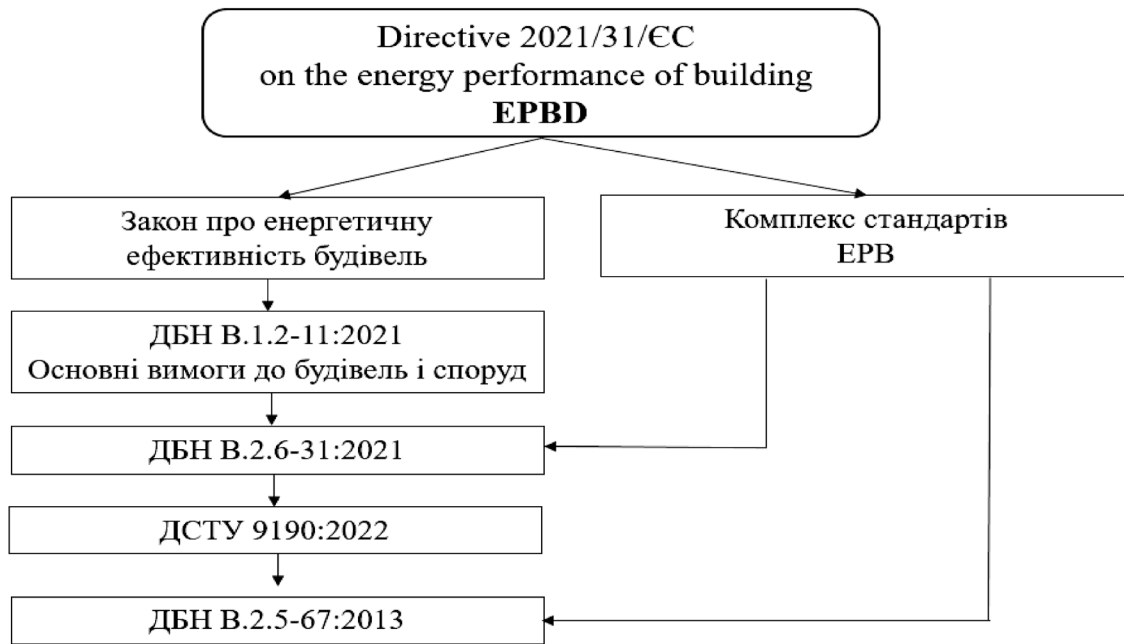


Рисунок 3 – Структура імплементації Директиви EPBD [1] та стандартів EPB

Сучасні багатоповерхові будівлі є складними енергетичними системами з багатьма елементами, що мають різні теплові умови, і теплообмін між цими елементами та між собою та зовнішнім середовищем має складний характер. Тому, методичні правила зонування будівлі на характерні температурні зони є особливо важливими для коректної оцінки енергетичних властивостей багатоповерхових будівель (див. табл. 2).

Червоним текстом у табл. 2 наведені стандарти, що не прийняті в Україні як національні, тобто переважна більшість стандартів EPB є чинними в національній нормативній базі.

Комплексна модульна структура використовується для визначення усіх необхідних частин методики оцінювання та представлення і аналізу показників енергоефективності і забезпечує поетапне впровадження стандартів EPB у будь-який національний або регіональний контекст. Кожний модуль перекриває відповідний сегмент нормування:

M1 – Комплексні стандарти;

M2 – Будівля та її теплоізоляційна оболонка;

M3 ÷ M11 – Інженерні системи, що враховуються в EPB

M12 - M13 – Інші системи чи пристрої (що не враховуються в EPB).

Кожен з модулів може розбиватися на підмодулі, наприклад, загальний модуль M1 має 10 підмодулів M1-1 ... M1-10 (див. табл. 2).

За вимогами норм [4] енергоефективність будівлі оцінюється за критерієм енергоспоживання, розрахунки якого здійснюються за методикою [18]. ДСТУ 9190 [18] розроблений на заміну ДСТУ Б А.2.2-12 [19], який розроблявся у 2013-2014 роках і був першим не тільки в національній, але і у

європейській практиці комплексним стандартом, що був пов'язаний з методичними блоками та алгоритмами низки інших європейських стандартів з визначення енергетичних характеристик різних блоків формування енергетичного статусу будівлі. Основою ДСТУ Б А.2.2-12 [19] були методичні положення та математичні моделі згідно з міжнародним стандартом EN ISO 13790 [20], але з введенням коефіцієнтів при розрахунках енергетичних витрат з урахуванням особливостей інженерного обладнання, що застосовувалося у вітчизняних багатоповерхових житлових та громадських будівлях відповідно до норм [21].

EN ISO 13790 [20] у європейському нормативному полі у 2017 році замінено на EN ISO 52016 [22], який є системним стандартом комплексу EPB і який у 2022 році прийнятий в Україні як національний стандарт [23]. Структура методичної взаємодії системних стандартів EN ISO 52000 [16], який відноситься до модуля комплексу загальних вимог з енергоефективності, та EN ISO 52016 [22], який відноситься до модуля енергетичного опису будівлі в цілому, зі стандартами інших модулів наведено на рис. 3. Червоним шрифтом на рис.3 приведені європейські та міжнародні стандарти, що не прийняті в Україні в якості національних.

У погодинному методі розрахунку енергетичних навантажень і потреб для опалення та охолодження [22] та погодинної внутрішньої температури (температури повітря, середньої радіаційної температури та результуючої температури) вводиться і погодинний метод розрахунку навантаження за вологістю та енергетичних навантажень і потреб за прихованою теплотою на зволоження та осушення повітря та погодинного вологовмісту внутрішнього повітря.



Таблиця 2 – Модульна структура стандартів ЄРВ

Загально програмні комплексні стандарти			Будівля (як будівельна конструкція)			Інженерні системи будівлі										
Мо- ду- ль	Опис	M1	Мо- ду- ль	Опис	M2	Мо- ду- ль	Опис	Опалення	Охолодження	Вентиляція	Зволоження	Осушення	Тараче водопостачання	Освітлення	Автоматика і управління	Виробництво електрики
1	Загальні питання	ISO 52000-1	1	Загальні питання		1	Загальні питання	EN 15316-1	EN 16798-9	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 15316-1	EN 15193-1	EN ISO 52120-1	
2	Спільні терміни та визначення; позначки, одиниці виміру та індекси	ISO 52000-1	2	Енергопотреба будівлі	EN ISO 52016-1 EN ISO 52017-1	2	Потреби						EN 12831-3	EN 15193-1		
3	Застосування	ISO 52000-1	3	Внутрішні умови без урахування дії інженерних систем (вільні)	EN ISO 52016-1 EN ISO 52017-1	3	Максимальне навантаження і потужність	EN ISO 52016-1 EN ISO 52017-1 EN 12831-1	EN ISO 52016-1 EN ISO 52017-1		EN ISO 52016-1 EN ISO 52017-1	EN ISO 52016-1 EN ISO 52017-1	EN 12831-3			
4	Способи представлення енергоефективності	ISO 52003-1	4	Способи представлення енергоефективності	EN ISO 52018-1	4	Способи представлення енергоефективності	EN 15316-1	EN 16798-9	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 16798-3	EN 15316-1	EN 15193-1	EN ISO 52120-1	
5	Призначення і межі будівлі	ISO 52000-1	5	Теплопередача трансмісією	EN ISO 10077-1 EN ISO 10077-2 EN ISO 10211 EN ISO 12631 EN ISO 13370 EN ISO 13789 EN ISO 14683 EN ISO 6946	5	Віддача, розповсюдження та управління	EN 15316-2 EN 15500-1 EN 12098-1 EN 12098-3	EN 15316-2 EN 15500-1	EN 16798-7 EN 15500-1	EN 16798-5-1 EN 16798-5-2	EN 16798-5-1 EN 16798-5-2	EN 15316-1	EN 15193-1	EN ISO 52120-1	
6	Функціонування будівлі та умови експлуатації	EN 16798-1	6	Теплопередача інфільтрацією та вентиляцією	EN ISO 13789	6	Розподілення та управління	EN 15316-3 EN 12098-1 EN 12098-3	EN 15316-3	EN 16798-5-1 EN 16798-5-2			EN 15316-3		EN ISO 52120-1	
		ISO 17772-1														



7	Агрегація енергетичних послуг та енергоносіїв	ISO 52000-1	7	Внутрішні теплонаходження	EN 16798-1 ISO 17772-1	7	Акумуляція та управління	EN 15316-5 EN 12098-1 EN 12098-3	EN 16798-15				EN 15316-5 EN 15316-4-3	EN ISO 52120-1	
8	Зонування будівлі	ISO 52000-1	8	Сонячні теплонаходження	EN ISO 52022-1 EN ISO 52022-3	8	Генерування та управління	EN 12098-1 EN 12098-3 EN 15316-4-1 EN 15316-4-2 EN 15316-4-3 EN 15316-4-4 EN 15316-4-5 EN 15316-4-8	EN 16798-13 EN 15316-4-2 EN 15316-4-5	EN 16798-5-1 EN 16798-5-2	EN 16798-5-1 EN 16798-5-2	EN 16798-5-1 EN 16798-5-2	EN 15316-4-1 EN 15316-4-2 EN 15316-4-3 EN 15316-4-4 EN 15316-4-5	EN ISO 52120-1	EN 15316-4-3 EN 15316-4-4 EN 15316-4-5 EN 15316-4-10
9	Розрахована енергоефективність	ISO 52000-1	9	Динаміка будівлі (теплова маса)	EN ISO 13786	9	Розподіл навантаження та режими роботи	EN 15316-1	EN 16798-9					EN ISO 52120-1	
10	Виміряна Енергоефективність	ISO 52000-1	10	Виміряна Енергоефективність		10	Виміряна Енергоефективність	EN 15378-3					EN 15378-3 EN 15193-1	EN ISO 52120-1 EN 16946-1	
11	Обстеження		11	Обстеження		11	Обстеження	EN 15378-1	EN 16798-17	EN 16798-17	EN 16798-17	EN 16798-17	EN 15378-1 EN 15193-1	EN ISO 52127-1	
12	Способи представлення внутрішнього комфорту	EN 16798-1 ISO 17772-1	12	-		12	Система управління будівлею								
13	Умови зовнішнього середовища	EN ISO 52010-1													
14	Економічна оцінка енергоефективності	EN 15459-1													

Спрощення та припущення обирають таким чином, щоб була досягнута достатня точність (наприклад, у відношенні до надійності вхідних даних та граничних умов) з мінімумом необхідних вхідних даних. Вхідні дані є рівнозначними або еквівалентними вхідним даним для спрощеного методу помісячного розрахунку.

Погодинні кліматичні дані для погодинного методу розрахунку мають прийматися згідно з переліком, встановленим ISO 52010-1 [24], але формат даних по реальним кліматичним умовам України, які наводяться в [25], не відповідає формату [24], і це є перешкодою для переходу на вимоги, що встановлені у відповідних стандартах з енергоефективності будівель ЕРВ. Формально стандарт [24] імплементований у національне нормативне поле [26], і це вже потребує перероблення стандарту [25].

Чинні норми [4] встановлюють вимоги до показ-

ника енергоспоживання будівлі, визначення якого прив'язано до методики [18], яка основана на методиці [20] – методиці першого міжнародного стандарту з простим помісячним методом розрахунку енергопотребы для опалення та охолодження у житлових та громадських будівлях.

Математична модель та алгоритм методики [18] в цілому однаковий із чинною методикою ЕРВ [22, 23], але є відмінності при визначенні впливу періодичного нагрівання та охолодження, впливу врахування теплових некондиціонованих зон, що суміжні до теплових кондиціонованих зон, розрахунках для спеціального скління приміщень при урахуванні енергії сонячного випромінювання, оцінках (середньомісячної) внутрішньої температури в тепловій кондиціонованій або тепловій некондиціонованій зоні. Положення методики [18] не відповідають новим положенням комплексного стандарту ЕРВ [16,17] і щодо теплового зонування

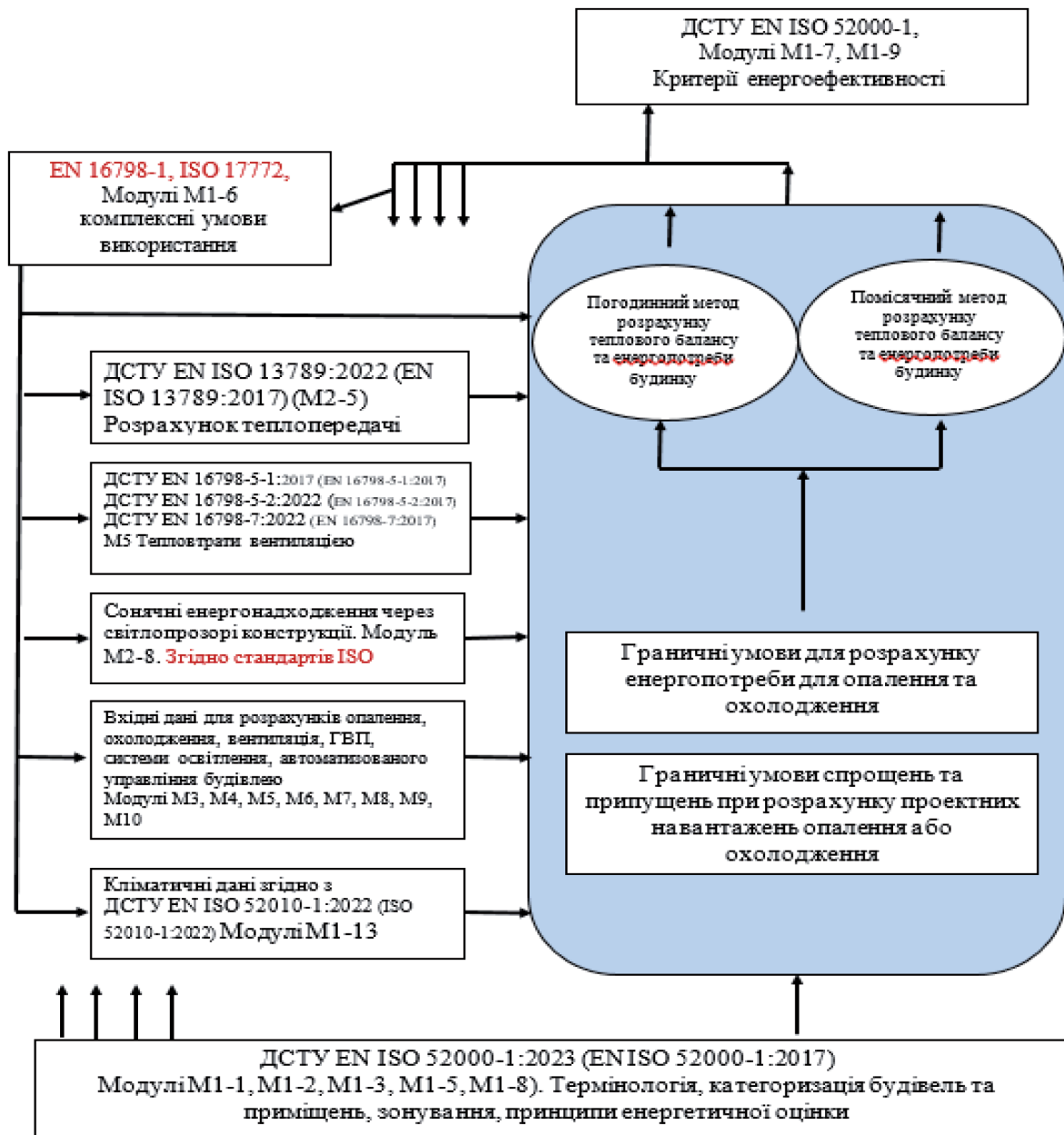


Рисунок 4 – Взаємозв'язок стандартів з енергоефективності будівель EPB

будівель з різними за функціоналом приміщеннями чи групами приміщень.

Основною метою погодинного розрахунку енергопотреб для опалення та охолодження [22, 23], порівняно зі спрощеним помісячним методом, є більш надійна, прозора, легша та надійніша обробка динамічних взаємодій, завдяки прямому використанню погодинних моделей. Різниця між [18] та [22, 23] полягає і в тому, що елементи будівлі не групуються за кількома зведеними параметрами, а залишаються окремими елементами в моделі. Це призводить до ряду переваг, зокрема тому, що залишаються відомими індивідуальні теплотехнічні властивості кожного елемента будівлі, і теплова маса будівлі або будівельної зони може бути визначена для кожного елемента будівлі, і немає необхідності в довільному їх об'єднанні в одну загальну теплову

потужність для будівлі або будівельної зони; середню температуру внутрішньої поверхні (середню радіаційну температуру) можна чітко визначити та відрізнити від температури внутрішнього повітря.

Методи погодинного розрахунку [22, 23] дозволяють оцінювати вплив системи на енергетичні навантаження та потреби для опалення та охолодження при недостатній потужності опалення чи охолодження, відновлювання втрати тепла, регулювання заданих температур (значення та графік) через недосконале управління системою та обмеження опалювального періоду або періоду охолодження для розрахунку, визначеного часом роботи відповідних інженерних систем.

Таким чином, методика [22, 23], яка є складовою загального комплексу стандартів EPB, дозволяє не тільки визначати критерії енергоефективності



будівель для їх класифікації, а й аналізувати енергетичні параметри будівлі та удосконалювати загальну енергетичну систему всіх складових будівлі.

ВИСНОВКИ

Стандарти ЕРВ є новим етапом розвитку системи енергоефективності будівель. Впровадження стандартів ЕРВ у практику інженерів-проектувальників та енергоаудиторів дозволить підвищити якість результатів їх роботи та забезпечувати прийняття відповідних документів згідно з міжнародними правилами та практиками. Національні стандарти та нормативні акти потребують перегляду з внесенням відповідних змін для досягнення їх повної відповідності стандартам ЕРВ.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Directive 2010/31/EU: Директива 2010/31/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 травня 2010 р. щодо енергетичної ефективності будівель (EPBD). Офіційний вісник ЄС. 2010. L 153/13. 18 червня.
2. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21 жовтня 2021 р. № 1818-IX. Відомості Верховної Ради України. 2022. № 2. С. 8.
3. ДБН В.1.2-11:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Енергозбереження та енергоефективність. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 21 с.
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.
5. Фаренюк Г.Г., Фаренюк Є.Г. Методичні основи нового покоління будівельних норм з енергоефективності будівель. Наука та будівництво. 2022. №3-4 (33-34). С. 16-25.
6. Фаренюк Г.Г., Фаренюк Є.Г. Методика оцінки мінімальних вимог до показників енергоефективності житлових та громадських будівель. Наука та будівництво. 2022. №1. С. 3-12
7. Farenjuk G.G., Farenjuk Y.G. Definition of reference building in development of requirements to energy efficiency indicators. Science & Construction. 2021. № 2. P.3-10.
8. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій. Київ: Гама-Принт, 2009. 216 с.
9. William H. Lewis Building Energy Efficiency. CRC Press. 2012. 284 p.
10. Ioan Fazey, Niko Schöpke, Guido Caniglia. Ten essentials for action-oriented and second order energy transitions, transformations and climate change research. Energy Research & Social Science. 2018. № 40. P. 54-70.
11. Edward Vine. Building a sustainable organizational energy evaluation system in the Asia Pacific. Global Energy Interconnection. 2019. № 5. P. 379-386.
12. Про Фонд енергоефективності: Закон України від 08 червня 2017 р. № 2095-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2017. № 32. С. 344.
13. Методика визначення енергетичної ефективності будівель: затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 р. № 169. Офіційний вісник України. 2018. № 55. С. 301.
14. Порядок застосування розрахункових елементів програмного забезпечення для визначення енергетичної ефективності будівель: затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 р. № 171; зареєстровано в Міністерстві юстиції України 16 липня 2018 р. за № 824/32276.
15. Галузева програма енергоефективності у будівництві на 2010–2014 роки: затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 30 червня 2009 р. № 257.
16. EN ISO 52000-1:2017. Energy performance of buildings. Overarching EPB assessment Part 1: General framework and procedures.
17. ДСТУ EN ISO 52000-1:2023. Енергоефективність будівель. Комплексна оцінка енергоефективності будівель. Частина 1: Загальна структура та методики (EN ISO 52000-1:2017, IDT; ISO 52000-1:2017, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023.
18. ДСТУ 9190:2022. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. Київ. ДП «УкрНДНЦ». 2022. 152 с.
19. ДСТУБА.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. Київ: Мінрегіон України, 2015. 145 с.
20. EN ISO 13790:2004. Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling (ISO 13790:2004).
21. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 147 с.
22. EN ISO 52016-1:2017. Energy performance of buildings — Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads. Part 1: Calculation procedures.
23. ДСТУ EN ISO 52016-1:2022. Енергоефективність будівель. Енергопотребити для опалення та охолодження, внутрішні температури і навантаження за явною та прихованою теплою.



Частина 1. Методики розрахунку (EN ISO 52016-1:2017, IDT; ISO 52016-1:2017, IDT)

24. ISO 52010-1. Energy performance of buildings. External climatic conditions. Part 1: Conversion of climatic data for energy calculations.
25. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с.

REFERENCES

1. Directive 2010/31/EU. (2010, June 18). Official Journal of the European Union, L 153/13.
2. On Energy Efficiency: Law of Ukraine No. 1818-IX of October 21, 2021. (2022). Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, (2), 8.
3. DBN V.1.2-11:2021. (2022). Basic requirements for buildings and structures. Energy saving and energy efficiency. Kyiv: Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine.
4. DBN V.2.6-31:2021. (2022). Thermal insulation and energy efficiency of buildings. Kyiv: Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine.
5. Farenjuk, G. G., & Farenjuk, Y. G. (2022). Methodological principles of a new generation of building norms on energy efficiency of buildings. *Science & Construction*, 3-4(33-34), 16-25.
6. Farenjuk, G. G., & Farenjuk, Y. G. (2022). Methodology for assessing minimum requirements for energy efficiency indicators of residential and public buildings. *Science & Construction*, 1, 3-12.
7. Farenjuk, G. G., & Farenjuk, Y. G. (2021). Definition of a reference building in the development of requirements for energy efficiency indicators. *Science & Construction*, 2, 3-10.
8. Farenjuk, G. G. (2009). Fundamentals of ensuring building energy efficiency and thermal reliability of enclosing structures. Hama-Print.
9. Lewis, W. H. (2012). Building energy efficiency. CRC Press.
10. Fazey, I., Schöpke, N., & Caniglia, G. (2018). Ten essentials for action-oriented and second-order energy transitions, transformations, and climate change research. *Energy Research & Social Science*, 40, 54-70.
11. Vine, E. (2019). Building a sustainable organizational energy evaluation system in the Asia Pacific. *Global Energy Interconnection*, 5, 379-386. <https://doi.org/10.xxxx>
12. On the Energy Efficiency Fund: Law of Ukraine No. 2095-VIII of June 8, 2017. (2017). Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, 32, 344.
13. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. (2018). Methodology for determining the energy efficiency of buildings: Order No. 169 of July 11, 2018. Official Bulletin of Ukraine, 55, 301.
14. Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine. (2018). Procedure for applying computational elements of software for determining building energy efficiency: Order No. 171 of July 11, 2018.
15. Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine. (2009). Sectoral program of energy efficiency in construction for 2010–2014: Order No. 257 of June 30, 2009.
16. International Organization for Standardization (ISO). (2017). EN ISO 52000-1:2017. Energy performance of buildings – Overarching EPB assessment. Part 1: General framework and procedures.
17. DSTU EN ISO 52000-1:2023. (2023). Energy efficiency of buildings. Comprehensive assessment of building energy efficiency. Part 1: General framework and methodologies. Kyiv: State Enterprise "UkrNDNC".
18. DSTU 9190:2022. (2022). Energy efficiency of buildings. Method for calculating energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting, and hot water supply. Kyiv: State Enterprise "UkrNDNC".
19. DSTU B A.2.2-12:2015. (2015). Energy efficiency of buildings. Method for calculating energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting, and hot water supply. Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine.
20. International Organization for Standardization (ISO). (2004). EN ISO 13790:2004. Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for space heating and cooling.
21. DBN V.2.5-67:2013. (2013). Heating, ventilation, and air conditioning. Kyiv: Ministry of Regional Development, Construction, and Housing and Communal Services of Ukraine.
22. International Organization for Standardization (ISO). (2017). EN ISO 52016-1:2017. Energy performance of buildings – Energy needs for heating and cooling, internal temperatures, and sensible and latent heat loads. Part 1: Calculation procedures.
23. DSTU EN ISO 52016-1:2022. (2022). Energy efficiency of buildings. Energy needs for heating and cooling, internal temperatures, and sensible and latent heat loads. Part 1: Calculation methods (EN ISO 52016-1:2017, IDT; ISO 52016-1:2017, IDT). Kyiv: State Enterprise "UkrNDNC".
24. International Organization for Standardization (ISO 52010-1). (2017). Energy performance of buildings. External climatic conditions. Part 1: Conversion of climatic data for energy calculations. Geneva: ISO.
25. DSTU-N B V.1.1-27:2010. (2011). Protection against hazardous geological processes, harmful operational impacts, and fire. Building climatology. Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 30.10.2024