

УДК 624.04 : 72.01.27

**Сергейчук Олег Васильович**

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри архітектурних конструкцій, ORCID: 0000-0003-0226-3923  
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НОРМ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ  
БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ**

***Анотація.** У роботі розглядається історія розвитку нормативних вимог до енергоефективності будівель, починаючи з кінця XIX сторіччя до наших днів. Показано як змінювалися вимоги до показників енергоефективності будівель і трансформувалися розрахункові формули. Особливу увагу приділено змінам, що були впроваджені після отримання Україною незалежності. Зроблено аналіз сучасного комплексу нормативних документів з енергоефективності та нової редакції ДБН В.2.6.31:2016 «Теплова ізоляція будівель». Проведено їх порівняння з нормами ЄС. Розглянуто можливі напрямки подальшого розвитку та вдосконалення норм у взаємозв'язку з суміжними нормами з будівельної фізики, такими як норми з природної освітленості і інсоляції.*

***Ключові слова:** теплоізоляція; опір теплопередачі; енергозбереження; енергоефективність; природне освітлення; інсоляція.*

**Постановка проблеми**

Енергозбереження в будівництві і архітектурі – один із найбільш актуальних та важливих напрямків наукових і практичних досліджень, що проводяться фахівцями будівельної галузі усіх прогресивних країн світу після енергетичної кризи 1973 року. Особливої уваги потребують питання вітчизняного енергозбереження, що в останні роки загострилися на фоні складної політичної та економічно-нестабільної ситуації в Україні. Нажаль, наша держава вкрай залежна від імпортованих енергоресурсів: газу, а в останні роки – і від вугілля.

Одним із можливих шляхів виходу із сформованої ситуації є поліпшення будівельної нормативної бази та її приведення у відповідність до Європейських та світових стандартів.

У зв'язку з цим цікаво прослідкувати як історично змінювалися вимоги до енергоефективності в нашій країні, як це відбувалось на рівні теплоізоляції огорожувальних конструкцій, який шлях – еволюційний чи революційний – обирався при змінах нормативних вимог.

Крім того, оскільки будівля повинна забезпечувати комфортні умови мешканців не тільки з точки зору теплоізоляції, а і по іншим параметрам, виникає питання узгодження вимог теплоізоляції з вимогами природного освітлення, інсоляції, захисту від шуму.

Оскільки зміни норм – процес безперервний, тому важливим питаннями є їхня відповідність

сучасному етапу розвитку країни, з одного боку, та нормам провідних країн світу, з іншого, та визначення шляхів їхнього подальшого розвитку.

**Аналіз основних досліджень та публікацій**

Історія, еволюція і розвиток нормативних вимог до огорожувальних конструкцій у період до розпаду Радянського Союзу (а також, після розпаду, – Російської Федерації) ретельно досліджена у [1].

У статті [2] розглянуто методичні та організаційні засади, що втілюються в Україні для рішення проблеми забезпечення енергоефективності об'єктів будівництва. Однак ця стаття датується 2013 р. і в ній не відображені останні зміни у нормативній базі. Крім того, вона розглядає лише стан проблеми на момент написання, без історичного огляду.

Певний аналіз історії зміни норм з енергоефективності в Україні після розпаду Радянського Союзу є у Галузевій програмі підвищення енергоефективності у будівництві на 2010-2014 роки [3]. Там же є порівняння норм України з діючими на той час нормами інших держав.

Однак у всіх перерахованих джерелах не досліджено зв'язок норм з утеплення огорожувальних конструкцій з іншими нормами з будівельної фізики.

**Формулювання мети статті**

Основною метою статті є ознайомлення широкого кола фахівців з історією розвитку національних норм з енергоефективності та розгляд

можливих шляхів їхнього подальшого розвитку.

У статті розглядаються в основному питання з проектування теплоізоляційної оболонки житлових будинків. Питання опалення, вентиляції, кондиціонування розглядаються лише в тій мірі, в якій вони залежать від об'ємно-планувального та конструктивного вирішення будівлі.

### Основна частина

Перші нормативні вимоги до рівня теплоізоляції були відображені в «*Урочному положенні*» 1896 р. [4]. Згідно цього документу, для північної і середньої кліматичних зон, до відносились переважна частина України, найменша товщина зовнішніх стін з цегли була узаконена у 2,5 цеглини або 15 вершків, або 0,30 сажнів, тобто приблизно 64-67 см. Для внутрішніх стін, які відокремлювали холодний простір від теплого, товщина повинна була бути у 2 цеглини або 12 вершків, або 0,25 сажнів, тобто 53 см.

Першими нормами в СРСР по теплозахисту будівель і будівельних конструкцій були «*Технічні вказівки та норми*» 1929 р. В них, зокрема, вказувалося, що «Ступінь теплозахисту, що забезпечується огорожею, визначається її опором теплопередачі і стійкістю теплового режиму всередині будівлі при періодичному опаленні останнього» [5].

Як еталон, для порівняльної оцінки різних огорожувальних конструкцій будівель в припущенні однієї топки печі на добу, була встановлена цегляна стіна з товщиною для середнього кліматичного зони в 2,5 цегли (640 мм) з опором теплопередачі  $0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ .

Норми склалися з трьох частин:

1) теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій;

2) розрахунок теплових втрат;

3) розрахунок системи опалення.

Наступні зміни нормативних вимог відбулися тільки у 1954 році з виходом *СНІП II-54* [6]. Цей норматив мав 5 розділів (А-Д). Вимоги до будівельної теплотехніки були сформульовані у главі 3 розділу В та стосувались опорів теплопередачі, провітропроникнення, паропроникнення огорожувальних конструкцій та теплостійкості приміщень та огорожень.

Згідно [6] величина опорів теплопередачі  $R_0$  огорожі повинна була бути не менше необхідного опорів  $R_0^{\text{TP}}$ .

Величина опорів теплопередачі багат шарових огорожень розраховувалась за формулою:

$$R_0 = R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_H, \quad (1)$$

де  $R_B$  і  $R_H$  – опір теплопереходу відповідно у внутрішній і зовнішньої поверхонь;

$R_1, R_2, \dots, R_n$  – термічні опори окремих шарів огороження, що обчислюють за відомою формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2)$$

де  $\delta_i$  – товщина шару;

$\lambda_i$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу.

Необхідний опір теплопередачі огорожі  $R_0^{\text{TP}}$  визначався з санітарно-гігієнічних вимог і розраховувався за формулою:

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{(t_B - t_H) \cdot n \cdot m}{\alpha_B \cdot \Delta t^H}, \quad (3)$$

де  $t_B$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, яка приймалась для житлових приміщень рівній  $18^\circ\text{C}$ ;

$t_H$  – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря, яка приймалась при теплотехнічних розрахунках зовнішніх огорожень рівній середній температурі найбільш холодної п'ятиденки;

$\alpha_B$  – коефіцієнт теплопереходу;

$\Delta t^H$  – нормований температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огорожі, що дорівнював  $2,5^\circ\text{C}$  – для підлог,  $6^\circ\text{C}$  – для зовнішніх стін і  $4,5^\circ\text{C}$  – для покриттів і горищних перекриттів;

$n$  – коефіцієнт, що залежить від положення зовнішньої поверхні огорожі по відношенню до зовнішнього повітря;

$m$  – коефіцієнт, що залежить від ступеня масивності огорожувальної конструкції.

В середньому, для I температурної зони необхідний опір теплопередачі цегляних стін дорівнював біля  $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , для покриттів та горищних перекриттів –  $1,2 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ; для II температурної зони – відповідно  $0,7 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  і  $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  (температурні зони вказані згідно [7]).

Слід зазначати, що у [6] вже розраховувався приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій неоднорідних як в напрямі паралельному, так і напрямі, перпендикулярному тепловому потоку, хоча терміна «приведений опір» ще не було. Цей опір мав назву «дійсний» і він визначався таким чином.

1. Конструкція розрізається площинами, паралельними тепловому потоку на ділянки, що складаються з одного чи кількох однорідних шарів, та розраховується опір  $R_{\parallel}$  за формулою:

$$R_{\parallel} = \frac{F_I + F_{II} + F_{III} + \dots}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}} + \frac{F_{III}}{R_{III}} + \dots}, \quad (4)$$

де  $R_I, R_{II}, \dots$  – термічні опори окремих ділянок, що розраховуються за формулами (2) чи (1), але без опорів теплопереходу  $R_b$  та  $R_n$ ;

$F_I, F_{II}, \dots$  – площі окремих ділянок по поверхні огороження.

2. Конструкція розрізається площинами, перпендикулярними тепловому потоку на шари, які складаються з одного, чи кількох матеріалів однакової товщини, що дорівнює товщині шару, та розраховується термічний опір  $R_{\perp}$  як сума термічних опорів усіх шарів, що, в свою чергу, визначаються за формулою (2) чи (4).

3. Дійсний термічний опір визначався за формулою:

$$R = \frac{R_{\square} + 2R_{\perp}}{3}, \quad (5)$$

Ще важливим моментом норм [6] є те, що в них вже розглядалися теплопровідні включення (діафрагми, товсті наскрізні шви розчину, прокладні ряди, поперечні стінки пустотілих каменів, колони і ригелі залізобетонного каркасу тощо). В місцях їх знаходження розраховувалась температура внутрішньої поверхні огороження  $\tau'_b$ , яка повинна була бути вище точки роси. Для визначення  $\tau'_b$  була надана формула та відповідні схеми включень (рис. 1).

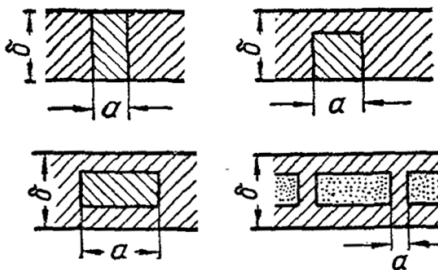


Рисунок 1 – Типи теплопровідних включень [6]

Теплостійкість у [6] не розраховувалась, а лише надавались рекомендації з проектування:

«У зимовий час теплостійкість приміщень може бути забезпечена:

- Застосуванням опалювальних приладів з малою величиною коефіцієнта нерівномірності тепловіддачі;
- Підвищенням величин опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій приміщення;
- Використанням обробки внутрішніх поверхонь приміщення матеріалами з більшими коефіцієнтами теплосасвоєння.

У літній час теплостійкість огорожувальних

конструкцій повинна забезпечуватись за рахунок відповідного підвищення теплової інерції огорожень, а також шляхом відповідної обробки (наприклад, фарбуванням у світлі тони) зовнішніх поверхонь огорожень».

Норми з опору провітропроникнення дивним чином визначались в залежності від необхідного опору теплопередачі. Це – слабе місце даних норм.

Необхідний опір паропроникненню огорожень у нормах не встановлювався, але у [6] зазначається, що «відповідність огороження вимогам нормального вологісного режиму у відношенні опору паропроникненню визначається розрахунком відповідно вказівкам, що встановлюються технічними умовами на проектування огорожувальних конструкцій».

Додаткові вимоги, які впливають на енергоефективність були сформульовані в інших розділах [6]. Вони наступні:

- Обмежувалась орієнтація вікон житлових кімнат на північну частину горизонту в межах 315-30° – у I температурній зоні та на західну частину горизонту в межах 200-290° – у II зоні;
- розрахункова площа вікон в житлових кімнатах повинна була бути не менше 1:8 від площі підлоги;
- приміщення у надземних поверхнях житлових будинків повинні були мати можливість провітрювання через квартирки чи фрамуги;
- вентиляція у житлових будинках передбачалась природна витяжна через вентиляційні канали;
- вхід у будинок здійснювався через тамбур;
- квартири у II температурній зоні (згідно [7]) повинні були мати наскрізне провітрювання.

З 1 липня 1963 на зміну СНіП II-В.3-54 був прийнятий **СНіП II-А.7-62** «Будівельна теплотехніка» [8]. У цьому документі дещо змінилась формула для визначення необхідного опору теплопередачі:

$$R_0^{TP} = \frac{(t_b - t_n) \cdot n \cdot b}{\alpha_b \cdot \Delta t^H}, \quad (6)$$

де  $t_b, t_n, \alpha_b, \Delta t^H, n$  – теж саме, що і у формулі (3);

$b$  – коефіцієнт якості теплоізоляції зовнішнього огороження, який враховував можливість зміни з часом теплотехнічних показників теплоізоляційних матеріалів за рахунок ущільнення та деформації.

Слід зазначити, що врахування масивності огороження (коефіцієнт  $m$  у формулі (3)) стало здійснюватися при визначенні розрахункової температури зовнішнього повітря. В цілому, нормативні вимоги до опору теплопередачі конструкцій не змінилися.

Серед інших змін слід зазначити такі:

- дещо змінились схеми теплопровідних включень;

- додані розрахунки теплостійкості приміщень і зовнішніх огорожень за зимовими та літніми умовами;

- введено нормування теплосвоєння підлог;

- наведено метод розрахунку вологісного стану огорожувальних конструкцій який дозволяв визначити приріст вологості матеріалів за холодний період року та її баланс за рік. При цьому не дозволялося накопичення вологи в зовнішніх огороженнях за річний період експлуатації та обмежувався її приріст за холодний період.

Досить суттєво удосконалилася методика розрахунку природного освітлення [9]:

- з'явилися таблиці нормованих значень КПО для основних приміщень житлових, громадських, промислових та сільськогосподарських будівель;

- з'явився коефіцієнт, що уточнював нормоване значення КПО в залежності від географічної широти (для України дорівнює 1);

- знайшли подальше уточнення значення коефіцієнтів, що враховують світло, відбите від протилежних будівель та внутрішніх поверхонь приміщення, а також коефіцієнта світлопропускання заповнення світлопрорізів.

Це дозволило більш обгрунтовано визначити необхідну площу світлопрозорих огорожень. Цікаво, що нормативна методика не обмежувала розрахунок геометричного КПО лише графіками Данилюка, а дозволяла використовувати і інші методи.

Серед інших нових вимог, пов'язаних з енергоефективністю слід зазначити такі [10]:

- розроблено нове будівельне кліматичне зонування території СРСР, яке мала 4 зони та 13 підрайонів (через територію України проходили ПВ, ПІВ, ПІІВ та ІVБ підрайони – рис. 2). Це районування

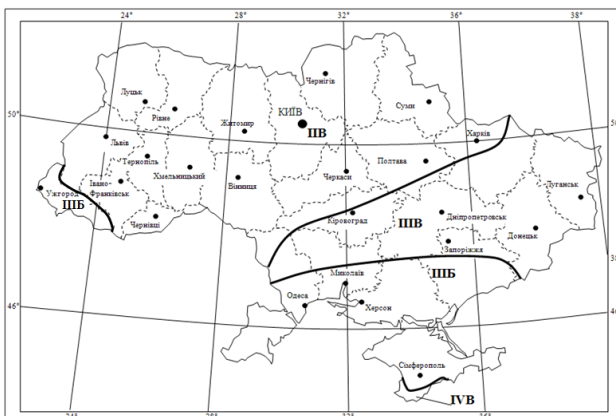


Рисунок 2 – Зонування території України за [10]

суттєво поліпшило типологічні вимоги до об'єктів

будівництва;

- у ІV будівельно-кліматичній зоні прорізи вікон, які мали орієнтацію в межах від 200 до 290°, повинні були обладнатися сонцезахисними пристроями;

- у квартирах з чотирма і більше кімнатами без наскрізного або кутового провітрювання повинна була передбачатися витяжна вентиляція безпосередньо з житлових кімнат.

Інші вимоги залишилися без змін.

Ще одним важливим документом цього періоду стали «Санітарні норми і правила забезпечення інсоляції приміщень житлових і громадських будівель і забудови населених міст» (СН 427-63), які були введені Мінздравом СРСР у березні 1963 р. [11]. У цих нормах вперше у СРСР були встановлені вимоги стосовно інсоляції приміщень – забезпечення безперервної інсоляції житлових кімнат мінімум 3,0 години у день у період з 22 березня по 22 вересня, хоча перевірялась тривалість інсоляції лише тільки і ці дні [12]. Поряд з мінімальною тривалістю інсоляції в нормах вміщені також окремі вимоги по запобіганню перегріву приміщень. Ці норми явились певним шагом з оптимізації інсоляційного режиму будинків.

З 27 жовтня 1971 року була затверджена наступна редакція норм з будівельної теплотехніки – **СНУП II-A.7-71** [13], в якому відбулися такі основні зміни.

1. З формули (6) вилучено коефіцієнт якості теплоізоляції. Причини його скасування невідомі.

2. Вперше були введені нормативні вимоги для заповнень світлових прорізів (для України в межах 0,3-0,34 м<sup>2</sup>·К/Вт).

3. Вперше з'являється вимога, пов'язана з економічним обгрунтуванням необхідного рівня теплоізоляції огорожувальних конструкцій – опір теплопередачі огорожувальних конструкцій  $R_0$  повинен бути не менше ніж:

$$R_0 \geq \max \{ R_0^{TP}, R_0^{ЭК} \}, \quad (7)$$

де  $R_0^{TP}$  – необхідний опір з санітарно-гігієнічних умов;

$R_0^{ЭК}$  – опір, що визначався економічним розрахунком який приймався виходячи з умови забезпечення найменших приведених витрат з урахуванням вартості конструкції, вартості транспортування конструкції і вартості її монтажу. Таким чином, при розрахунку економічно доцільного опору теплопередачі враховувалися тільки капітальні витрати (витрати на будівництво), а експлуатаційні витрати, пов'язані з опаленням будівлі в розрахунок не бралися.

Слід зазначити, що в переважній більшості випадків, при проектуванні нормування рівня

теплоізоляції огорожувальних конструкцій робилось виходячи із забезпечення санітарно-гігієнічних умов. Цьому сприяла відсутність економічних умов і стимулюючих факторів оскільки вартість енергії в складі собівартості кінцевої продукції була незначною.

Серед інших змін цього документу слід зазначити:

- з норм вилучили розрахунок теплостійкості приміщень у зимовий період. Це можна пояснити тим, що більшість квартир на той час вже мали центральне опалення;

- методика розрахунку повітропроникності отримала сучасний вигляд – необхідний опір повітропроникненню перестав визначатися в залежності від необхідного опору теплопровідності.

Розрахунок природного освітлення у цей час знайшов свій подальший розвиток у СНіП II-A.8-72 [14]. Тут вже з'явилося світлокліматичне зонування території СРСР (Україна мала на своїй території три світлокліматичні пояси: III, IV і V, причому IV пояс розділявся ще на частини – північніше та південніше 50° пн.ш.); нормоване значення КПО стало враховувати світловий клімат та сонячність; суттєво удосконалено визначення загального коефіцієнту світлопропускання заповнення вікон та врахування відбитого світла від внутрішніх поверхонь приміщення. Це сприяло подальшому уточненню необхідної площі світлопрорізів в залежності від умов світлового клімату.

У редакцій норм з проектування житлових будинків СНіП II-Л.1-71 [15] суттєвих змін з точки зору енергоефективності не відбулось. Незначно змінився лише північний сектор несприятливої орієнтації – він став мати межі 310-50°.

Замість СН 427-63 затверджені СН 1180-74, в яких пункт 8,а вимагав поряд з розрахунком тривалості інсоляції у дні початку/кінця нормованого періоду інсоляції додатково контрольного її розрахунку 22 червня [12].

З 14 березня 1979 набула чинності нова редакція норм з будівельної теплотехніки – **СНіП II-3-79** [16]. У порівнянні з СНіП II-A.7-71 у новій редакції стандарту не відбулося принципових змін при виборі нормативних вимог.

З документа зникла вимога економічного обґрунтування при виборі рівня теплоізоляції. Ще варто виділити появу нового терміна – приведений опір теплопередачі. Житлові і громадські будівлі цього періоду забудови мали опір теплопередачі зовнішніх стін 0,6-0,8 м<sup>2</sup>·К/Вт, дахів і покриттів і 0,9-1,1 м<sup>2</sup>·К/Вт, вікон 0,32-0,4 м<sup>2</sup>·К/Вт.

На зміну СНіП II-A.8-72 «Природне освітлення» прийшов СНіП II-4-79 «Природне і

штучне освітлення [17], який діяв на території України до 1.10.2006 р. Порівняно з попередніми нормами були більш деталізовані нормативні вимоги до різних типів приміщень і уточнені значення коефіцієнта сонячності клімату. В цілому, це збільшило необхідну площу скління для будівель, що будуються в Україні в середньому на 5-10%.

Доцільність об'єднання в одному нормативі природного і штучного освітлення дуже дискусійна, оскільки вони мають різну природу, методи розрахунку і проектування.

На зміну СН 1180-74 прийшла третя редакція «Санітарних норм і правил забезпечення інсоляцією житлових та громадських будівель і територій житлової забудови» – СН 2605-82 [18], які не мали суттєвих відмінностей від попередніх норм.

З 1.07.86 р. СНіП II-Л-71 був замінений на СНіП 2.08.01-85 [19], який нічого не змінив в типології житлових будинків з точки зору енергоефективності.

З 1.01.90 р введено в дію нову редакцію цього документа – СНіП 2.08.01-89 [20], до якого було розроблено довідковий посібник з проектування об'ємно-планувальних рішень житлових будинків [21]. У цих документах з'явилися певні зміни, які стосувалися більш ретельного врахуванню кліматичних особливостей різних регіонів. Так, наприклад, у Криму рекомендувався сонцезахист вікон, звернених не тільки на південний захід і захід, але і на південь та схід (сектор 70-200°). Більше уваги приділено в документах організації природної вентиляції в багатоповерхових будинках за допомогою вентиляційних шахт, що дозволило отримувати ширококорпусні будівлі. Правда, використання шахтного провітрювання на практиці зустрічалось дуже рідко.

Хоча світ вже відчув на собі енергетичну кризу 1973 р. і всі світові економіки були змушені перейти до режиму економії енергоресурсів зважаючи на значне зростання вартості енергетичних ресурсів, в Радянському Союзі ці зміни ніяк не позначилися на структурі планової економіки. Вартість теплової енергії залишалася незмінною. Це аж ніяк не стимулювало до енергозбереження і, як наслідок, до впровадження законодавчих ініціатив і стандартів, спрямованих на енергозбереження.

Лише після розпаду СРСР в Україні почали запровадити певні кроки з енергозбереження та енергоефективності. Переломним моментом у підвищенні енергоефективності будівель став **наказ Мінбудархітектури України № 247** від 27.12.1993 р., яким були встановлені нові, суттєво вищі нормативні значення опору теплопередачі різних типів огорожувальних конструкцій [22].

Територія України була розділена на 4 температурні зони і для кожної зони встановлювались значення нормативного опору теплопередачі в залежності від виду огорожувальної конструкції. Виконання нових норм гарантувало економію споживання енергоресурсів при експлуатації будівель більш ніж на 30% у порівнянні з нормами, які діяли до 1994 р.

До недоліків цього нормування слід віднести те, що нормативний опір залежав від матеріалів з яких складалася конструкція. Так, наприклад, у I температурній зоні (м. Київ) для стін з утеплювачем з полімерних матеріалів  $R_0^{TP} = 2,5 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ , а для стін з багатошарової керамічної цегли  $R_0^{TP} = 1,8 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ . Таким чином 2 однакових за об'ємно-планувальним рішенням будинки, але виконаних з різних матеріалів, могли відрізнитися по енергоефективності більше ніж на 30%! Ще одним недоліком було те, що нові норми не стосувалися промислових будівель.

У 2005 р. на зміну СНіП 2.08.01-89 були прийняті нові національні норми ДБН В.2.2-15-2005 [23], які зі змінами і доповненнями діють до теперішнього часу. У цьому документі з'явився цілий розділ, присвячений енергозбереженню, який включає 11 пунктів. В основному ці пункти стосуються питань інженерного забезпечення. Пропонується в одноквартирних житлових будинках, а також в будинках з кондиціонуванням повітря при обґрунтуванні застосовувати системи теплопостачання, які працюють на поновлюваних джерелах енергії. Констатується також необхідність неухильного виконання вимог щодо забезпечення нормативних значень опорів теплопередачі зовнішніми огорожувальними конструкціями і мінімізації площі вікон.

З 1.04.2007 р в Україні введені норми з теплової ізоляції **ДБН В.2.6-31:2006** «Теплова ізоляція будівель» [24]. У порівнянні з вимогами 1994 р. підвищено мінімальний рівень теплоізоляції огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель в середньому на 15-40% для зовнішніх стін, на 20-25% – для покриттів і дахів, на 20% – для вікон. Але найбільш важливими відмінностями цього документу є:

- принципово нові вимоги при проектуванні теплозахисту будівель – вимоги до питомих тепловитрат будинку в цілому;

- введення поняття енергоефективності будівель та їхня класифікація за показником енергоефективності, що дозволяє на якісно новому рівні проводити комплексну оцінку енергетичних показників будинків;

- суттєво змінилася методика розрахунку вологісного режиму огорожувальних конструкцій – була прийнята методика, яка діє у країнах ЄС і яка дає змогу проєктантам візуально оцінити вологісний стан конструкції (рис. 3);

- знову повернувся у норми розрахунок теплостійкості у зимовий період, що пов'язано з широким застосуванням у новому будівництві теплоакуючих конструкцій.

У 2008 р. був розроблений і прийнятий ДБН

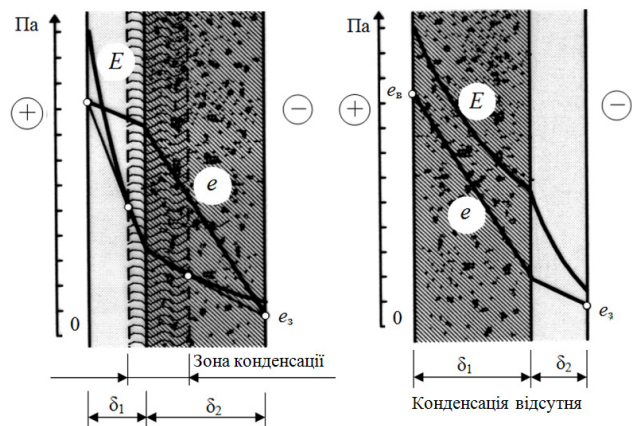


Рисунок 3 – Аналіз вологісного стану огорожувальної конструкції

В.1.2-11-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії» [25]. Ці норми розроблені з урахуванням положень тлумачних документів основних вимог до будівель і споруд Директиви Ради 89/106/ЄЕС від 21 грудня 1988 р. щодо зближення законів, підзаконних актів та адміністративних положень держав-членів стосовно будівельних виробів і встановлюють основні положення основної вимоги до виробів, будівель і споруд, щодо забезпечення економії енергії та теплової ізоляції будівель, визначеної у «Технічному регламенті будівельних виробів, будівель і споруд» № 1764 від 21.12.2006 р.

З 1 липня 2013 р введено в дію Зміна № 1 ДБН В.2.6-31: 2006 [26], яке ще більше підвищило вимоги до теплоізоляційної оболонки і до інтегральних характеристик енергоефективності будівель. В середньому по Україні опір теплопередачі стін зріс на 15%, перекриттів і дахів – на 25%, вікон – на 30%. Настільки різке збільшення нормативної теплоізоляції вікон пояснюється тим, що саме вони є найбільш «уразливими» місцями теплоізоляційної оболонки будинків. Динаміка збільшення значень опорів теплопередачі вікон за останні півстоліття в Україні показана на рис. 4.

У [25] наведено нове температурне зонування території України (рис 5), яке уніфікує вимоги до теплоізоляції огорожувальних конструкцій.

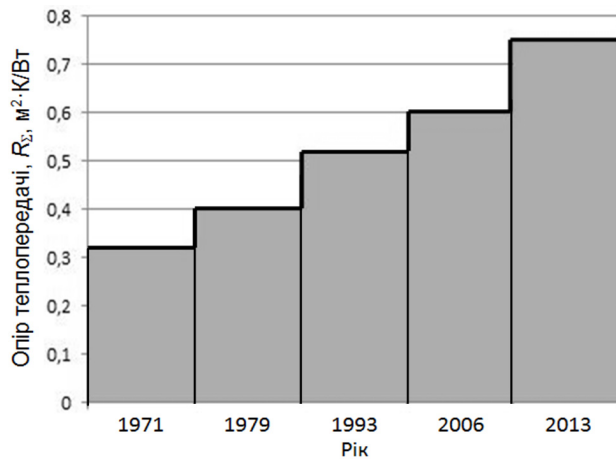


Рисунок 4 – Динаміка зростання нормативного опору теплопередачі вікон в Україні

З 1.10.2006 р. на зміну СНіП II-4-79 в Україні вступив у дію ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [27] в якому не відбулося змін у методиці розрахунку і проектування природного освітлення, але це сталося у Зміні № 2 до нього [28]:

- з'явилося нове світлокліматичне районування території України (рис. 6);
- врахування світлового клімату перенесено з нормування у розрахунок;
- при розрахунку освітлення через світлопрорізи верхнього світла стало можливим врахування затінення оточуючими будівлями;
- змінено методику розрахунку відносної яскравості затінюючих будинків;
- уточнено нормування КПО в приміщеннях, що мають кілька світлопрорізів різної орієнтації;
- уточнено нормування КПО при нахилених світлопрорізах;
- удосконалено розрахунок коефіцієнта світлопропускання світлопрорізів;
- питання нормування та розрахунку природного освітлення ув'язані з інсоляцією і сонцезахистом приміщень;
- узаконена можливість застосування для природного освітлення спеціальних відбиваючих систем і порожнистих світловодів.

Ці зміни дозволили суттєво краще враховувати особливості світлового клімату і містобудівну ситуацію при розрахунках необхідної площі світлопрозорих конструкцій.

З 1.11.2011 р. набрав чинності ДСТУ-Н Б В.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» [29], що надав проєктантам можливість використовувати сучасні кліматичні показники, які до цього не змінювались з 1982 р. У цьому стандарті важливе значення приділено сонячній і тепловій радіації як за умов ясного неба, так і при дійсній хмарності. Також затверджено нове архітектурно-будівельне

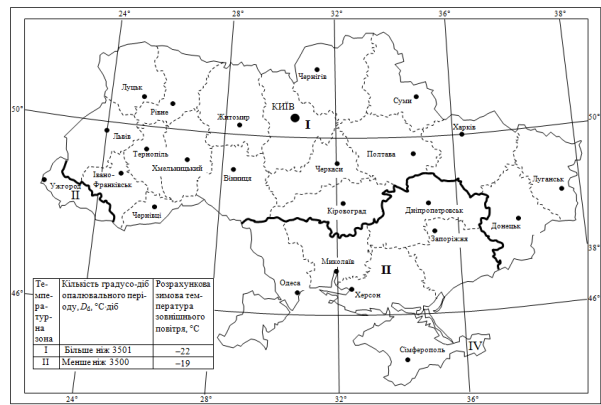


Рисунок 5 – Карта температурних зон України [25]



Рисунок 6 – Світлокліматичне районування України [27]

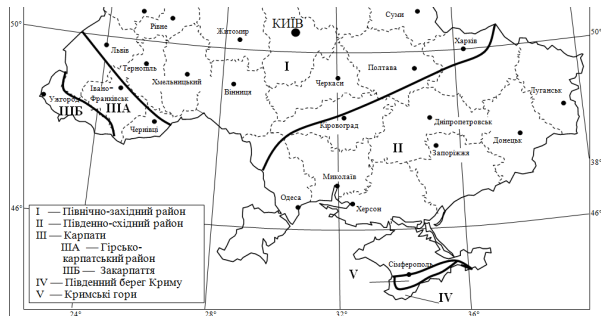


Рисунок 7 – Архітектурно-будівельне кліматичне районування України [28]

кліматичне районування України, яке відображає зміни клімату, що відбулися за останні 30 років (рис. 7). На основі цього районування зараз розробляються типологічні вимоги до всіх типів будівель, які враховують і вимоги енергозбереження та енергоефективності.

З 1.05.2017 р. почне діяти нова редакція норм з теплової ізоляції будівель – ДБН В.2.6-31:2016 [7]. Цей документ – імплементація Директиви Європарламенту і Ради ЄС 2010/31/ЄС «Про енергетичну ефективність будівель» і застосування єдиних з країнами ЄС стандартів для розрахунків показників енергоефективності. Він базується на розроблений протягом останнього 10-річчя комплекс нормативних документів з енергоефективності, який охоплює біля 30 норм,

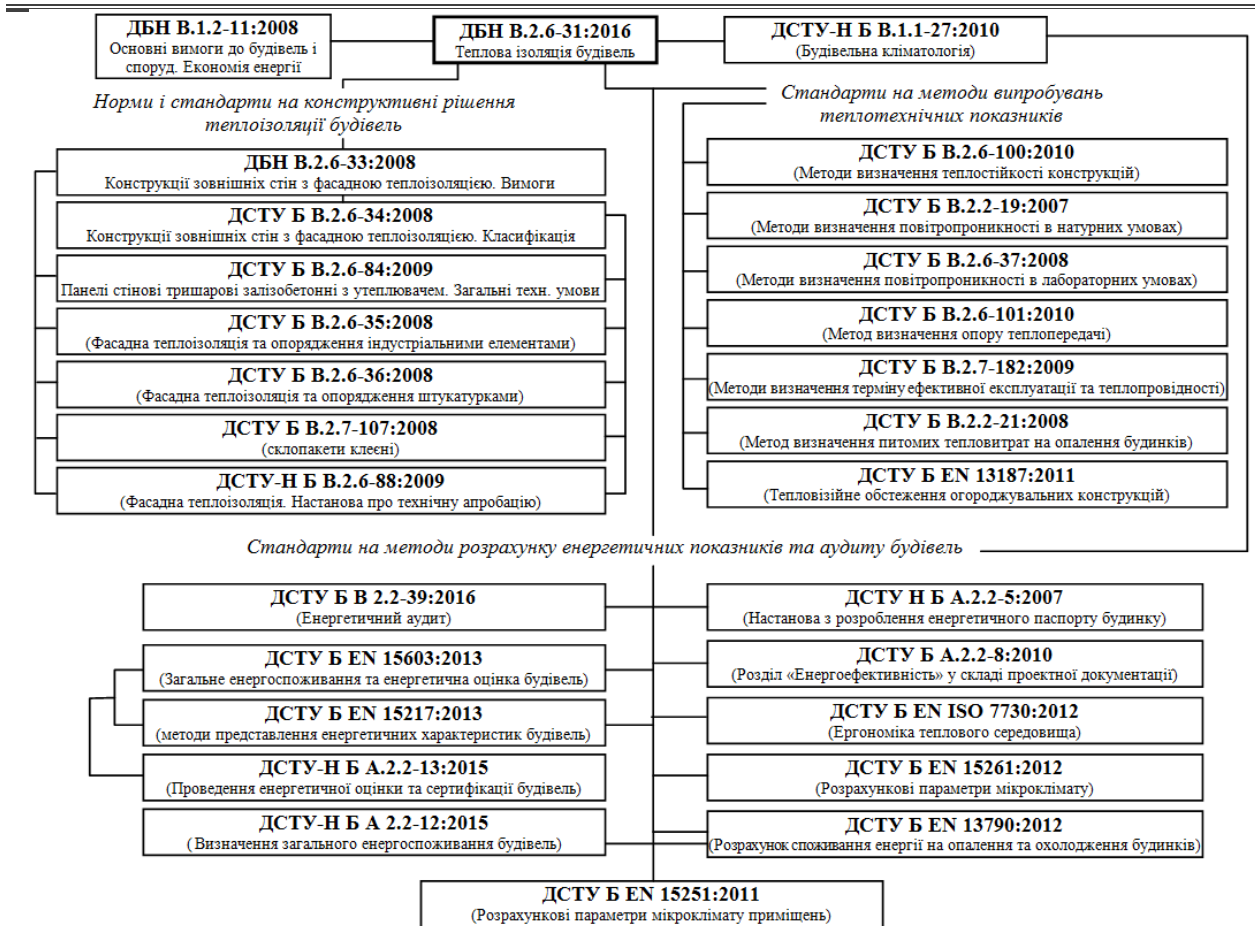


Рисунок 8 – Діючий комплекс нормативних документів з енергоефективності

стандартів та настанов з конструювання, випробування теплотехнічних показників, розрахунку та аудиту енергоефективних будівель (рис. 8). Взаємозв'язок ДСТУ з нормами ЄС показано на рис. 9.

У [7] зроблено подальший акцент на проектуванні будівель як єдиного енергетичного комплексу, що включає теплоізоляційну оболонку, та систему кліматизації будівлі, яка нормується ДБН В.2.5-67:2913 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [29] та базується на свою розвинуту систему стандартів.

Якщо у [24] нормувалося лише питоме енергоспоживання на опалення, то у новій редакції вимагається оцінювати показник енергоефективності будівлі з її питомого енергоспоживання на опалення та охолодження, метод розрахунку якого надається у ДСТУ-Н Б А 2.2-12:2015 [30].

Надано нормативні числові значення питомого енергоспоживання для різних за призначенням будівель у температурних зонах України. Для цивільних будівель заввишки до трьох поверхів і підприємств торгівлі нормативні показники представлені в залежності від коефіцієнта компактності, оскільки ця група будівель має

великий розкид значень висот приміщень.

При реконструкції будівель передбачено використовувати підвищувальний коефіцієнт (до 1,25) до значення нормативної величини. Таким чином, до існуючих будівель пред'являються менш жорсткі вимоги, ніж до будівель нового будівництва. Це викликано тим в таких будівлях централізоване охолодження, як правило, відсутнє, а у нормативній величині енергопотребі в якості доданка є параметр потреби в охолодженні, який знижує показник класу енергоефективності.

Уточнені мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій – у більшій степені враховано охолодження суміщених покриттів і дахів завдяки тепловому випромінюванню.

Запропоновано нормативні значення повітрообміну ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при різниці тиску 50 Па. Показник повітрообміну пов'язаний з витратами енергії на нагрів повітря при інфільтрації і вентиляції, які можуть бути визначені експериментально. При цьому обов'язковою умовою є підтримка санітарно-гігієнічних характеристик повітря.



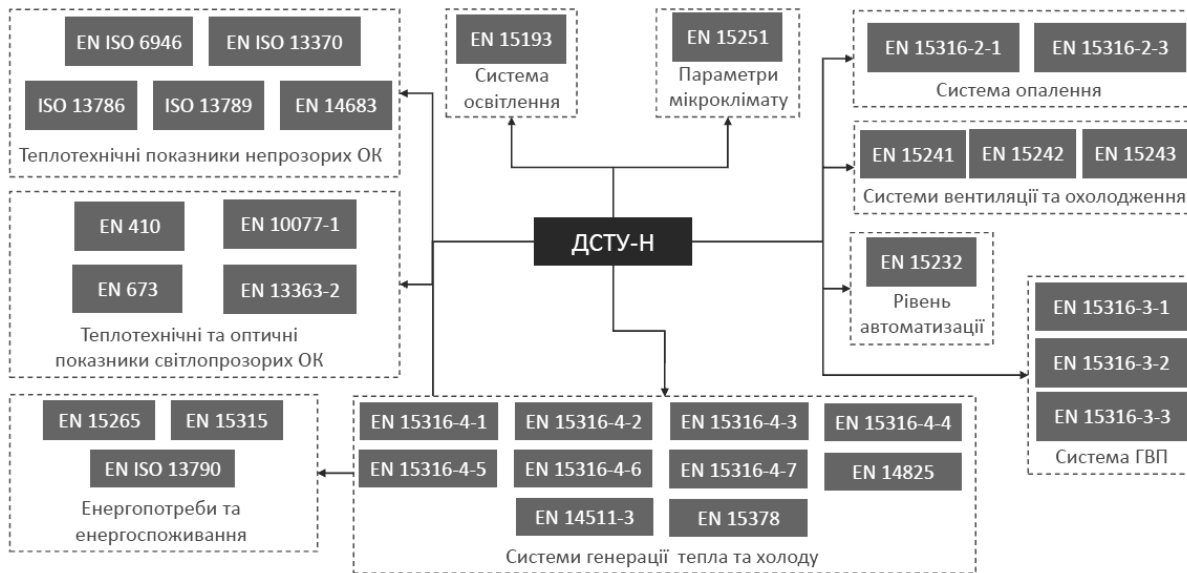


Рисунок 9 – Схема взаємозв'язку ДСТУ-Н Б А 2.2-12:2015 з міжнародними стандартами

Запропоновано нову форма енергетичного паспорта, яка враховує енергопотребити та енергоспоживання будівлі з урахуванням характеристик інженерних систем і способів їх експлуатації. У паспорті присутня повна інформація про характеристики будівлі та інженерних систем для існуючої будівлі. На підставі цих даних буде видаватися сертифікат енергоспоживання.

Розвинуті вимоги щодо застосування сонцезахисних пристроїв світлопрозорих огорожень:

«– під час проектування необхідно передбачати на світлопрозорих конструкціях, орієнтованих на південно-західний та західний сектори горизонту в межах (200-290)°, використання сонцезахисних пристроїв:

– при звичайному відсотку скління (менше ніж 18 % для житлових будинків, менше ніж 25% – для нежитлових будівель) у I, III і V архітектурно-будівельних кліматичних районах – зовнішні чи міжскляні сонцезахисні пристрої; у II та IV районі – зовнішні сонцезахисні пристрої;

– при підвищеному відсотку засклення зовнішні сонцезахисні пристрої необхідно передбачати у всіх архітектурно-будівельних кліматичних зонах;

– в одноповерхових будинках сонцезахист дозволяється забезпечувати засобами озеленення.

У приміщеннях будинків та споруд, в яких за технологічними умовами не дозволяється інсоляція, а також приміщення з охолодженням повітря необхідно облаштовувати сонцезахисними пристроями незалежно від орієнтації (за винятком приміщень, орієнтованих на північ).

Геометричні параметри сонцезахисних пристроїв необхідно розраховувати за допомогою

сонячних карт».

Для повноцінного функціонування цих норм та подальшої імплементації директиви 2010/31/ЄС необхідно прийняття низки законів, проекти яких вже подані до Верховної Ради України:

- «Про Фонд енергоефективності»;
- «Про енергоефективність будівель»;
- «Про житлово-комунальні послуги» (2-ге читання);
- «Про комерційний облік» (прийнято у 1-му читанні).

Важливим етапом впровадження [7] у проектну практику буде прийняття в якості обов'язкового єдиного для всіх проектів програмного забезпечення розрахунку енергоефективності будівель, яке розроблено ДП НДІБК, оскільки складність алгоритмів розрахунку за [30] не дозволяє це зробити без застосування комп'ютерних технологій.

Розроблені норми встановлюють мінімальні вимоги енергоефективності щодо попиту на енергію для опалення та охолодження.

**Подальший розвиток норм** з енергоефективності пов'язаний з розробкою мінімальних вимог енергоефективності для загального енергоспоживання будівель, що буде повністю відповідати Директиві 2010/31/ЄС. Передбачається це зробити протягом найближчих 2-х років.

Наступні можливі напрямки підвищення енергоефективності:

- впровадження обов'язкової примусової припливно-витяжної вентиляції у житлових будинках з рекуперацією тепла, оскільки втрати енергії на нагрів свіжого повітря при однократній заміні повітря за годину (згідно санітарних норм) у

багатоповерхівках досягає 40-45%;

- надання чинності нової редакції ДБН В.2.5-28 «Природне і штучне освітлення», яка вже розроблена, та розроблення відповідного комплексу стандартів, оскільки, по-перше, оптимізація площі світлопрозорих огорожень здатна суттєво зменшити тепловтрати; по-друге, застосування сучасних систем штучного освітлення зменшить витрати електричної енергії;

- розроблення ДСТУ-Н «Проектування та розрахунок систем сонцезахисту світлопрозорих огорожень будівель», оскільки витрати енергії для підтримки комфортної температури у період перегріву на 70-80% пов'язані з надходженням тепла через вікна;

- розроблення нормативних документів з

проектування пасивних будинків, а також будинків з нульовим і додатним балансом енергії.

## Висновки

Аналіз історії розроблення будівельних норм свідчить про врахування вимог з енергоефективності будівель ще у перших нормативних документах з будівництва.

Значну увагу питанням енергоефективності будівель та енергозбереженню почали приділяти в Україні після отримання незалежності.

Сучасні національні норми з теплоізоляції будівель та інші норми, пов'язаних з енергоефективністю, в цілому, відповідають вимогам нормативної будівельної бази ЄС, однак є нагальні завдання, які ще треба виконати.

## Література

1. Горшков А. С. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям / А. С. Горшков, В. И. Ливчак // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2015. – № 3 (30). – С. 7-37.
2. Барзилович Д. В. Развитие системы нормативных документов Украины из обеспечения энергозбереження та енергоефективності будівель. / Д. В. Барзилович, Г. Г. Фаренюк // *Будівельні конструкції*. – К. : ДП НДІБК, 2013. – Вып. 77. – С. 3-9.
3. Колесник Є. Концептуальні положення Галузевої програми підвищення енергоефективності у будівництві на 2010-2014 роки / Євген Колесник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Частина 1 – <http://www.patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/56>; Частина 2 – <http://www.patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/57>; Частина 3 – <http://www.patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/58> – назва з екрану.
4. Рошефор Н. И. Иллюстрированное урочное положение. Пособие при составлении и проверке смет, проектировании и исполнении работ. Изд. 6-е исправленное. / Н. И. Рошефор. – Петроград: Склад издания у К.Л. Риккера, 1916. – 694 с.
5. Матросов Ю. А. Энергосбережение в зданиях, проблема и пути решения. / Ю. А. Матросов. – М., НИИСФ, 2008. – 495 с.
6. Нормы строительного проектирования. Часть II : СНиП II-54. – М : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1954. – 412 с. – (Будівельні норми СРСР).
7. Теплоізоляція будівель : ДБН В.2-31:2016. – [Чинні від 2017-05-01]. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 33 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Строительная теплотехника : СНиП II-A.7-62. – М. : Стройиздат, 1964. – 31 с. – (Будівельні норми СРСР).
9. Естественное освещение : СНиП II-A.8-62. – М. : Стройиздат, 1962. – 13 с. – (Будівельні норми СРСР).
10. Жилые здания : СНиП II-Л.1-62. – М. : Стройиздат, 1964. – 19 с. – (Будівельні норми СРСР).
11. Скриль І. Н. Інсоляція житла. / І. Н. Скриль. – К. : Бідівельник, 1981. – 76 с.
12. Бахарев Д. В. О нормировании и расчёте инсоляции / Д. В. Бахарев, Л. Н. Орлова // *Светотехника*, 2006. – № 1. – С. 18-27.
13. Строительная теплотехника : СНиП II-A.7-71. – М. : Стройиздат, 1973. – 35 с. – (Будівельні норми СРСР).
14. Естественное освещение : СНиП II-A.8-72. – М. : Стройиздат, 1973. – 25 с. – (Будівельні норми СРСР).
15. Жилые здания : СНиП II-Л.1-71. – М. : Стройиздат, 1978. – 33 с. – (Будівельні норми СРСР).
16. Строительная теплотехника : СНиП II-3-79\*. – М. : Стройиздат, 1982. – 40 с. – (Будівельні норми СРСР).
17. Естественное и искусственное освещение : СНиП II-4-79. – М. : Стройиздат, 1980. – 51 с. – (Будівельні норми СРСР).
18. Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территории жилой застройки : СН 2605-82. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://dbn.at.ua/load/normativy/sanpin/sanpin\\_2605\\_82/25-1-0-719](http://dbn.at.ua/load/normativy/sanpin/sanpin_2605_82/25-1-0-719) – назва з екрану.
19. Жилые здания : СНиП 2.08.01-85. – М. : Стройиздат, 1986. – 17 с. – (Будівельні норми СРСР).
20. Жилые здания : СНиП 2.08.01-89. – М. : Стройиздат, 1989. – 20 с. – (Будівельні норми СРСР).
21. Пособие к СНиП 2.08.01-89 Проектирование жилых зданий. Объемно-планировочные решения / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1991. – 103 с.

22. Сергейчук О. В. Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огороджуючих конструкцій будинків : навч. Посібник / О. В. Сергейчук. – К. : Такі справи, 1999. – 156 с.
23. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2.-15-2005 / Держбуд України. – [Чинні від 2006-01-01] – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 50 с. – (Державні будівельні норми України).
24. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 / Мінбуд України. – [Чинні від 2007-04-01]. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
25. Основні вимоги до будівель і споруд. Економія енергії : ДБН В.1.2-11-2008 – [Чинні з 2008-10-01] – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – (Державні будівельні норми України)
26. Теплова ізоляція будівель : Зміна № 1 ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинна від 2013-07-01] – К.: Мінрегіон України, 2013. – 11 с. – (Державні будівельні норми України).
27. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006 / Мінбуд України. – [Чинні з 2006-10-01] – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 76 с. – (Державні будівельні норми України).
28. Природне і штучне освітлення : Зміна № 2 ДБН В.2.5-28-2006. – [Чинна з 2012-09-01] – К.: Мінрегіон України, 2012. – 32 с. – (Державні будівельні норми України).
29. Опалення, вентиляція та кондиціонування : ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинна від 2014-01-01] – К.: Мінрегіон України, 2013. – 141 с. – (Державні будівельні норми України).
30. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції та гарячому водопостачанні : ДСТУ-Н-Б А.2.2-12:2015. – [Чинний з 2016-01-01] – К.: Мінрегіон України, 2015. – 139 с. – (Національний стандарт України).

Стаття надійшла в редколегію 07.04.2017

**Рецензент:** д.т.н., проф. В.Л. Мартинов, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.

#### **Сергейчук Олег Васильевич**

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры архитектурных конструкций, ORCID: 0000-0003-0226-3923  
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

#### **ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОРМ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В УКРАИНЕ**

**Аннотация.** В работе рассматривается история развития нормативных требований по энергоэффективности зданий, начиная с конца XIX века до наших дней. Показано как менялись требования к показателям энергоэффективности зданий и трансформировались расчетные формулы. Особое внимание уделено изменениям, которые были введены после получения Украиной независимости. Сделан анализ современного комплекса нормативных документов по энергоэффективности и новой редакции ДБН В.2.6.31: 2016 «Тепловая изоляция зданий». Проведено их сравнение с нормами ЕС. Рассмотрены возможные направления дальнейшего развития и совершенствования норм во взаимосвязи со смежными нормами по строительной физике, такими как нормы по естественной освещенности и инсоляции.

**Ключевые слова:** теплоизоляция; сопротивление теплопередачи; энергосбережение; энергоэффективность; естественное освещение; инсоляция.

#### **Oleg Sergeychuk**

Dr.Sc., Professor, Professor Department of Architectural Constructions, ORCID: 0000-0003-0226-3923  
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

#### **THE HISTORY AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES OF ENERGY EFFICIENCY BUILDING NORMS IN UKRAINE**

**Abstract.** The aim of this work is to give the insight into the historical development of normative requirements on thermal insulation related to energy efficient buildings, beginning at the end of the nineteenth-century till date. The article shows the modifications to the requirements on the performance of the energy efficient buildings and the transformer calculation formulas. Particular attention has been paid to the modifications came into force after the declaration of independence of Ukraine. Complex of modern normative documents in energy efficiency, including new version DBN V.2.6.31:2016 «Thermal Insulation for Buildings» has been analyzed and compared to the EU standards. It has been reviewed the possibilities for further development and improvement of the norms closely-related to building physics, such as natural lighting and insolation.

**Keywords:** thermal insulation; values of thermal resistance of building envelope elements; energy saving; energy efficiency; natural lighting; insolation.