

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



Юлія ШИШКО

# Сертифікація енергетичної ефективності

Навчальний посібник з практичних занять

Дніпро  
2024

Шишко Ю.В. Навчальний посібник до практичних занять: «Сертифікація енергетичної ефективності» для студентів спеціальностей 144 Теплоенергетика, 192 Будівництво та цивільна інженерія / Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Д. : НТУ «ДП», 2024. – 90 с.

Навчальний посібник до практичних занять: «Сертифікація енергетичної ефективності» орієнтований на студентів інженерних та будівельних спеціальностей, які зацікавлені у отриманні практичних знань та навичок для проведення сертифікації енергетичної ефективності будівель, а також у ознайомленні з нормативними стандартами та методиками, необхідними для оцінки та оптимізації енергоспоживання будівель.

Матеріали цього посібника спрямовані на забезпечення студентів необхідними інструментами та методиками для проведення енергетичного аудиту, визначення класу енергоефективності, аналізу витрат та розробки практичних рішень для покращення енергетичних характеристик будівель, опанування практичних навичок, які дозволять слухачам самостійно здійснювати сертифікацію енергетичної ефективності будівель відповідно до сучасних стандартів і норм.

Навчальний посібник може використовуватися в освітньо-професійній програмі підготовки студентів «Інжиніринг теплових процесів і систем» для дисциплін: «Сертифікація енергетичної ефективності», «Технологія пасивного будинку» та освітньо-професійній програмі підготовки студентів «Будівництво та цивільна інженерія» для дисципліни «Енергетичний аудит будівель».

Посібник розроблений за підтримки грантової програми DAAD «Україна цифрова: Забезпечення академічної успішності в умовах кризи, 2024». При роботі над посібником використовувалися стандарти світової практики та сучасні цифрові технології.

## ЗМІСТ

<b>Вступ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Основні положення державної політики України у сфері енергоефективності будівель .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності .....</b>	<b>11</b>
<b>3. Збір вихідних даних для визначення енергетичної ефективності будівель .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Розрахунок енергетичних показників будівлі .....</b>	<b>22</b>
4.1 Зонування будівлі .....	22
4.2 Визначення енергопотреби для опалення та охолодження будівлі .....	23
4.2.1 Енергопотреба для опалення .....	23
4.2.2 Енергопотреба для охолодження .....	24
4.2.3 Сумарна теплопередача та теплові надходження .....	24
4.2.4 Теплопередача трансмісією .....	24
4.2.5 Теплопередача вентиляцією .....	33
4.2.6 Внутрішні теплонадходження .....	39
4.2.7 Сонячні теплонадходження .....	40
4.2.8 Динамічні параметри .....	49
4.2.9 Річні енергопотреби для опалення та охолодження .....	52
4.3 Сумарне енергоспоживання системами опалення, охолодження та вентиляції .....	54
4.4 Енергопотреба та енергоспоживання під час гарячого водопостачання (ГВП) .....	58
4.4.1 Енергопотреби в гарячому водопостачанні .....	58
4.4.2 Підсистеми розподілення гарячого водопостачання .....	59
4.4.3 Річне енергоспоживання під час гарячого водопостачання .....	63
4.5 Енергоспоживання під час освітлення .....	63
<b>5. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель ..</b>	<b>67</b>

<b>6. Вимоги до форми та змісту енергетичного сертифікат та витягу з енергетичного сертифікату .....</b>	<b>69</b>
<b>7. Вимоги до форми та змісту витягу з енергетичного сертифіката .....</b>	<b>77</b>
<b>Нормативні посилання .....</b>	<b>79</b>
<b>Додаток А Енергетичний сертифікат готельної будівлі. Витяг з енергетичного сертифікату .....</b>	<b>82</b>

## ВСТУП

Енергетична ефективність будівель сьогодні виступає одним із найважливіших стратегічних завдань у світі. В умовах глобального потепління, зростання вартості енергоресурсів та загрози енергетичної нестабільності суспільство дедалі частіше звертає увагу на необхідність підвищення енергоефективності. Сучасні будівлі споживають велику частку енергії, значна частина якої втрачається через нераціональне використання ресурсів. Тому ключовою метою енергоефективності стає зменшення цих втрат, що дозволяє не лише заощадити кошти, але й скоротити вплив на навколишнє середовище.

Сертифікація енергетичної ефективності будівель є надзвичайно важливим інструментом для досягнення цієї мети. Завдяки сертифікації можна об'єктивно визначити рівень енергоспоживання будівлі, її ефективність у використанні ресурсів, а також зрозуміти, які аспекти потребують удосконалення. Сертифікація дає можливість встановити конкретні показники та стандарти для енергоспоживання, що допомагає покращувати якість будівельного сектора та забезпечувати високі екологічні стандарти. Вона також сприяє обізнаності власників, орендарів та інвесторів щодо енергетичної вартості будівлі, стимулюючи їх до вибору екологічних і економічно вигідних рішень.

Важливість енергоефективності виходить за межі економії. Менше споживання енергії означає менше виробництво енергії з викопних джерел, таких як вугілля, нафта та природний газ, що допомагає значно скоротити викиди парникових газів, які є основними винуватцями зміни клімату. Це набуває особливої значущості у світлі міжнародних зобов'язань з кліматичної політики, які ставлять перед країнами цілі зниження вуглецевих викидів та розвитку сталих енергетичних рішень. Успішне впровадження стандартів енергоефективності у будівельному секторі сприяє екологічно збалансованому майбутньому, підтримуючи ініціативи сталого розвитку. У країнах Європейського Союзу та інших розвинених регіонах енергоефективні будівлі вже давно стали еталоном у будівництві, і цей стандарт поступово впроваджується й в Україні.

Енергоефективність будівель має важливе стратегічне значення для енергетичної безпеки держави. Рациональне використання енергії в будівлях сприяє зниженню залежності країни від імпортованих

енергоресурсів, що є критичним фактором для стабільності економіки та енергетичної незалежності. Зменшення енергоспоживання завдяки енергоефективним технологіям дозволяє державі зберегти власні ресурси, оптимізувати витрати на енергію та зробити свою енергосистему менш вразливою до зовнішніх факторів, а сертифікація енергетичної ефективності допомагає виявити слабкі місця в енергетичній інфраструктурі будівель і пропонує конкретні шляхи для їх покращення. У масштабах країни це означає значне зниження енергетичних навантажень на економіку, що робить її більш стійкою до коливань світових цін на енергоносії та глобальних криз.

## Розділ 1

### **Основні положення державної політики України у сфері енергоефективності будівель**

Основні положення державної політики України у сфері енергоефективності будівель спрямовані на зниження енергоспоживання, підвищення енергетичної безпеки та виконання міжнародних зобов'язань щодо скорочення викидів парникових газів. Ці положення є частиною більш масштабної стратегії сталого розвитку та адаптації України до європейських стандартів енергоефективності, яка сприяє створенню сучасного енергоефективного житлового фонду та забезпеченню сталого енергетичного майбутнього країни.

До ключових напрямків державної політики України у сфері енергоефективності будівель належать:

#### 1. Впровадження стандартів енергоефективності.

Держава поступово впроваджує європейські стандарти енергоефективності будівель, які встановлюють мінімальні вимоги до енергоефективності нових і реконструйованих будівель. Це сприяє створенню більш енергоефективного будівельного фонду, який споживає менше енергії на одиницю площі.

#### 2. Сертифікація енергетичної ефективності.

Політика передбачає обов'язкову сертифікацію енергетичної ефективності для новобудов і реконструйованих будівель, що дозволяє об'єктивно оцінити енергетичні характеристики будівель і стимулює власників до підвищення їхньої енергоефективності.

#### 3. Фінансова підтримка та стимулювання.

Уряд України реалізує програми державної підтримки для енергоефективних проєктів. Серед них – програма «Теплі кредити» та Фонд енергоефективності, які надають фінансування на заходи з термомодернізації житлових будівель, включаючи утеплення, модернізацію систем опалення, встановлення енергоефективних вікон тощо.

#### 4. Підвищення обізнаності та просвітницькі заходи.

Державна політика включає програми інформування та підвищення обізнаності громадськості, які спрямовані на популяризацію енергоефективності. Це допомагає підвищити відповідальність населення

та бізнесу щодо споживання енергії та стимулює їх до енергозберігаючих заходів.

#### 5. Залучення міжнародних інвестицій та співпраця.

Україна активно співпрацює з міжнародними організаціями та донорами, такими як Європейський Союз, Світовий банк і Європейський банк реконструкції та розвитку, які надають фінансування та технічну підтримку для реалізації проєктів у сфері енергоефективності.

#### 6. Розвиток нормативно-правової бази.

Прийняття та вдосконалення законів і нормативних актів, які регулюють енергоефективність будівель, є пріоритетом державної політики.

Основним документом є Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст. 359) [1], який встановлює правові засади забезпечення енергоефективності та визначає вимоги до будівельного сектору. Цей Закон визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях.

Відповідно до положень Закону, державна політика у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель базується на таких засадах:

- 1) забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, норм і правил та будівельних норм;
- 2) стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;
- 3) забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;
- 4) створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення енергоефективних заходів;
- 5) забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;
- 6) розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії та стратегії термомодернізації будівель;
- 7) стимулювання до збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії, зокрема шляхом нового будівництва та термомодернізації будівель.

Також у Законі України «Про енергетичну ефективність будівель» наведено визначення понять «сертифікація енергетичної ефективності» та



«енергетичний сертифікат», визначено категорії будівель, для яких сертифікація енергетичної ефективності є обов'язковою і не обов'язковою

Сертифікація енергетичної ефективності - вид енергетичного аудиту будівель, під час якого здійснюється аналіз використання енергії в будівлі, інформації про характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється відповідність енергетичної ефективності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель та надаються рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі, що враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими.

Енергетичний сертифікат – електронний документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості, визначені законодавством.

Положення Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» щодо обов'язковості дотримання мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель та обов'язковості сертифікації енергетичної ефективності поширюються на:

1) об'єкти будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, крім об'єктів, на яких здійснюється виконання робіт, визначених абзацом другим частини першої статті 6 цього Закону), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, які визначаються відповідно до Закону України "Про регулювання містобудівної діяльності";

2) будівель, у яких мають намір здійснювати термомодернізацію та/або енергоефективні заходи, спрямовані на підвищення теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, для здійснення яких надається державна підтримка;

3) будівель державної власності, у яких розміщені органи виконавчої влади, що займають понад 250 квадратних метрів опалюваної площі;

4) будівель комунальної власності, у яких розміщені органи місцевого самоврядування, які займають понад 250 квадратних метрів опалюваної площі;

5) будівель комунальної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни.

Будівлі, які часто відвідують громадяни, визначаються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

Сертифікація енергетичної ефективності не є обов'язковою для:

1) індивідуальних (садибних) житлових будинків, садових, дачних будинків (крім випадків отримання державної підтримки на здійснення термомодернізації);

2) будівель, які є об'єктами культурної спадщини;

3) окремо розташованих будівель з опалюваною площею менше 50 квадратних метрів.

Будівлями, на які не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та які не підлягають сертифікації енергетичної ефективності, є:

1) будівлі промислового та сільськогосподарського призначення, об'єкти енергетики, транспорту, зв'язку та оборони, склади;

2) будівлі, призначені для проведення богослужінь та релігійних заходів релігійними організаціями.

Перелік будівель, на які не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та які не підлягають сертифікації енергетичної ефективності, встановлюється Кабінетом Міністрів України.

## Розділ 2

### Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності

**Сертифікація енергетичної ефективності** – це комплексна процедура, яка вимагає залучення фахівців та застосування спеціальних методик.

#### **1. Підготовчий етап.**

- **Збір необхідної інформації:**

- ✓ технічна документація на будівлю (проектна документація, будівельний паспорт тощо);
- ✓ інформація про інженерні системи (опалення, вентиляція, кондиціонування, водопостачання, електропостачання);
- ✓ дані про матеріали, з яких збудована будівля;
- ✓ інформація про експлуатацію будівлі (режими роботи, наявність систем автоматизації).

- **Укладання договору на проведення сертифікації.**

Між замовником (власником будівлі) та енергоаудитором укладається договір, в якому прописуються умови проведення робіт, терміни, вартість та інші важливі деталі.

#### **2. Обстеження будівлі.**

- **Візуальний огляд.**

Енергоаудитор проводить детальний огляд будівлі зовні та всередині, оцінюючи стан конструкцій, вікон, дверей, систем опалення, вентиляції та інших інженерних систем.

- **Інструментальні вимірювання.**

За допомогою спеціальних приладів проводяться вимірювання температури повітря, відносної вологості, швидкості повітряних потоків, товщини утеплення, характеристик віконних конструкцій тощо.

- **Фотофіксація.**

Створюється фотографічна документація, яка відображає стан будівлі та її окремих елементів.

#### **3. Збір даних про споживання енергії.**

- **Аналіз рахунків за комунальні послуги.**

Вивчаються рахунки за опалення, гаряче водопостачання, електроенергію за певний період (мінімум 3 роки).

- **Опитування користувачів будівлі.**

Збирається інформація про режими використання приміщень, температуру повітря, що підтримується, та інші фактори, що впливають на споживання енергії.

#### **4. Розрахунок енергетичних показників.**

- **Моделювання енергетичних процесів.**

За допомогою спеціального програмного забезпечення створюється енергетична модель будівлі, яка враховує її геометричні характеристики, матеріали, конструкції, кліматичні умови та режими експлуатації.

Наразі, в Україні на даний час відсутнє нормативно затверджене програмне забезпечення для розрахунку енергетичних показників будівель та складання енергетичних сертифікатів, хоча існує певна кількість розрахункових комплексів з цих питань (наприклад, E-Audit, Audytor OZC тощо), більшість з них платні. Отже, кожен енергоаудитор може на власний розсуд обирати, яким програмним забезпеченням користуватись при виконанні розрахунків та складання енергетичних сертифікатів – купувати вже готове ПО або створювати власне. Головною вимогою при вирішенні цього питання є відповідність методології, розрахунків та форми сертифікату положенням діючої нормативної бази.

- **Розрахунок енергетичних потреб.**

Визначається кількість енергії, необхідної для забезпечення нормальних умов всередині будівлі.

- **Визначення класу енергетичної ефективності.**

Розрахований показник порівнюється з нормативними значеннями, і будівлі присвоюється відповідний клас енергетичної ефективності (від А до G, де А – найвищий клас).

#### **5. Підготовка енергетичного сертифікату.**

- **Складання звіту.**

На основі отриманих даних та проведених розрахунків складається детальний звіт про енергетичну ефективність будівлі.

- **Формування сертифікату.**

Звіт оформляється у вигляді енергетичного сертифікату, який містить:

- Загальну інформацію про будівлю.
- Опис проведених робіт.
- Результати розрахунків.

- Рекомендації щодо підвищення енергоефективності.
- **Узгодження звіту та сертифікату із замовником.**

#### **6. Реєстрація сертифікату.**

- **Подання документації.**

Сертифікат та супутні документи подаються до відповідного органу – Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва – для реєстрації.

- **Внесення до реєстру.**

Інформація про сертифікат вноситься до державного реєстру енергетичних сертифікатів. Строк дії енергетичного сертифіката будівлі становить десять років.

### Розділ 3

## **Збір вихідних даних для визначення енергетичної ефективності будівель**

При визначенні енергетичної ефективності будівель використовується інформація, визначена енергоаудитором за проектною документацією на будівлю, документацією, складеною за результатами технічної інвентаризації будівлі або паспортом об'єкта.

При визначенні енергетичної ефективності будівель обов'язково враховується інформація про:

- ✓ місцеві кліматичні умови (визначаються згідно з розділами 5, 6 та 9 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія»[2], додатком А ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання»[3]);
- ✓ функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі;
- ✓ геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі;
- ✓ нормативні санітарні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;
- ✓ нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та елементів інженерних систем;
- ✓ технічні характеристики інженерних систем;
- ✓ використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації.

Розрахунки показників енергетичної ефективності будівлі виконуються відповідно до ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання» (далі ДСТУ 9190)[3]. Для розрахунку згідно з методикою цього стандарту необхідні такі основні вхідні дані:

- опис об'ємно-планувального рішення будівлі, її призначення та огорожувальних конструкцій з наведенням усіх необхідних для розрахунків характеристик;
- розмежування будівлі, за потреби, на різні теплові зони;
- вимоги комфорту: значення заданих температур, вологості та кратностей повітрообміну, що відповідають вимогам чинних санітарних та будівельних норм;
- кліматичні дані;
- характеристики теплопередачі трансмісією та вентиляцією;
- характеристики теплонадходжень від внутрішніх джерел теплоти та теплонадходжень від сонця;
- дані систем опалення, охолодження, ГВП, вентиляції та освітлення, а також наявна інформація про тривалість опалювального періоду та періоду охолодження (час роботи систем), що впливає на енергоспоживання та додаткову енергію для сезонозалежних інженерних систем опалення, охолодження та вентиляції будівлі;
- енерговтрати невідновлювані та які утилізують або утилізовані в будівлі (внутрішні теплонадходження, утилізування тепловтрат вентиляцією);
- витрата повітря і температура припливного повітря (у разі центрального попередньо підігрітого чи охолодженого), а також енергоспоживання під час циркулювання повітря та його попереднього підігрівання чи охолодження (зокрема осушування чи зволоження повітря);
- ефективність системи управління будівлею, рівень автоматизування та регулювання.

Головними вихідними даними розрахунку згідно з ДСТУ 9190 [3] є:

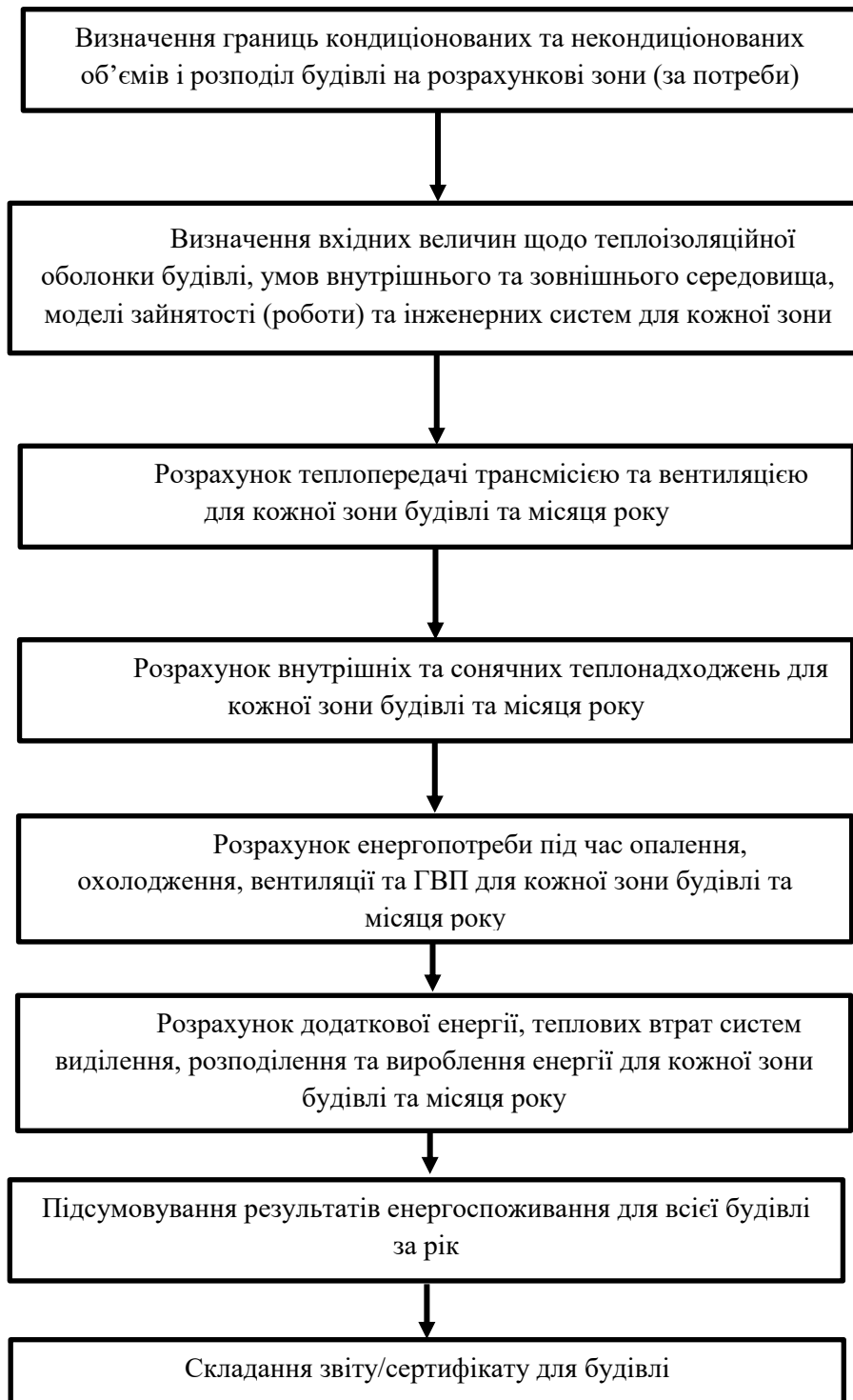
- річні енергопотреби в опаленні та охолодженні;
- річне енергоспоживання під час опалення та охолодження;
- річна енергопотреба в ГВП;
- річне енергоспоживання під час ГВП;
- річне енергоспоживання під час вентиляції;
- річне енергоспоживання системою освітлення;
- річне за наявності енергоспоживання під час надання інших послуг.

Стандарт ДСТУ 9190[3] установлює як розрахунковий інтервал один місяць для розрахунків енергопотреби та енергоспоживання під час опалення та охолодження. Для розрахунків енергопотреби для попереднього підігрівання чи попереднього охолодження цей стандарт установлює розрахунок енергопотреби й енергоспоживання під час ГВП та енергоспоживання під час освітлення виконують на річній основі. Схему послідовності розрахунку наведено на рис. 1.

Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності повинні враховувати:

- визначену під час сертифікації енергетичної ефективності будівлі структуру енергоспоживання будівлі;
- додаткові заходи, необхідні для забезпечення ефективної поетапної реалізації запропонованих заходів, враховуючи їх вплив один на одного;
- технічну й економічну доцільність реалізації запропонованих заходів.





**Рисунок 1** – Схема послідовності розрахунку

### Приклад 1.

Для розрахунку енергетичних параметрів та складання сертифікату енергетичної ефективності була розглянута будівля готельного типу, розташована у місті Львів. Зображення будинку наведено на рис. 2.

Будинок стоїть окремо, затінення немає (інших будівель та дерев). У будинку 18 квартир-апартаментів, в середньому в кожній квартирі мешкає по 2 людини. Гаряче водопостачання забезпечується електричним бойлером на 100 л в кожних апартаментях; в середньому в кожних апартаментях споживається  $1 \text{ м}^3$  гарячої води в місяць. Середня температура повітря в приміщенні становить  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , а на сходах –  $14 \text{ }^\circ\text{C}$ .



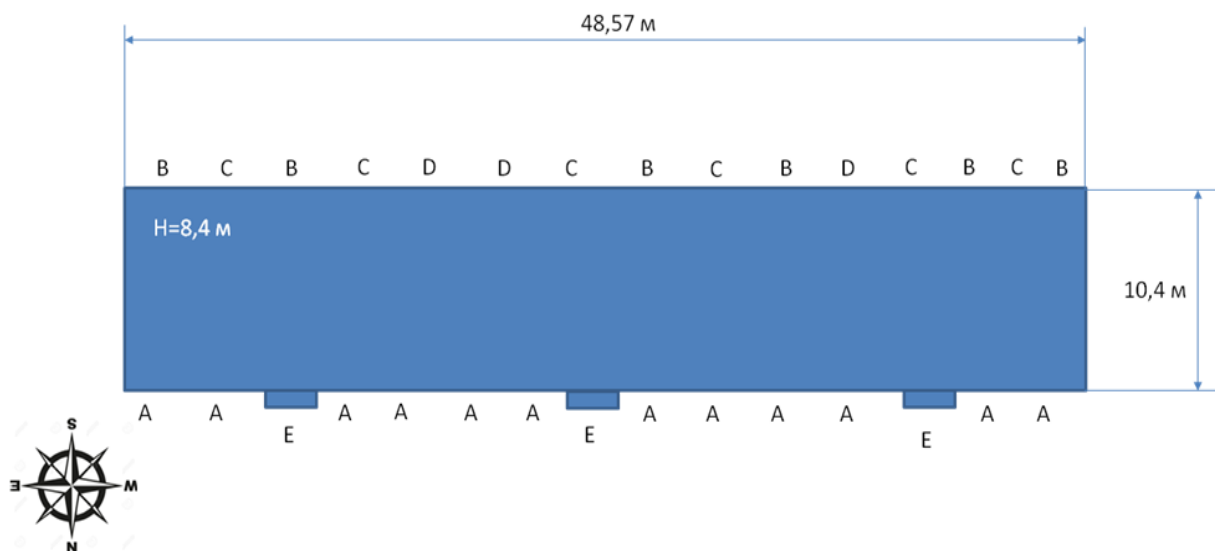
**Рисунок 2** – Зовнішній вигляд будівлі готельного типу

Вхідні двері замінені на металеві з теплоізоляцією, товщина дверей – 50 мм. Вікна сходів були змінені на вікна з подвійним склінням та низькоемісійним покриттям, заповнені аргоном, з 5-камерною пластиковою рамою.

Розмір вікон та дверей:

- А –  $1,18 \text{ м} \times 1,40 \text{ м}$  (маленькі вікна);
- В –  $1,40 \text{ м} \times 1,40 \text{ м}$  (середні вікна);
- С –  $1,15 \text{ м} \times 1,40 \text{ м} + 0,7 \text{ м} \times 2,1 \text{ м}$  (балконі вікна та двері);
- D –  $1,84 \text{ м} \times 1,40 \text{ м}$  (велике вікно);
- Е –  $0,88 \text{ м} \times 1,40 \text{ м}$  (вікна МЗК (місце загального користування));
- вхідні двері –  $2,98 \text{ м} \times 2,16 \text{ м}$ .

Розміщення вікон та розміри будинку наведені на рис. 3.



**Рисунок 3** – Розміщення вікон та розміри будинку

Вже змінені (нові) вікна і двері у будинку:

- північний фасад

- 1) всі вхідні двері;
- 2) всі вікна МЗК;
- 3) 8 маленьких вікон;

- південний фасад

- 1) 4 середні вікна;
- 2) 1 велике вікно;
- 3) 5 балконних вікон та дверей.

Дах будівлі неопалювальний, плити перекриття виготовлені з порожнистих бетонних панелей товщиною 220 мм і фіброліту 100 мм, покритого бетоном 20 мм.

Підвал будівлі також неопалювальний.

Тип системи опалювання: розподільча система з нижньою розводкою та елеваторним вузлом.

Площі приміщень будівлі:

- підвал:

- 1) площа під апартаментами – 378 м<sup>2</sup>;

- 2) площа місць загального користування (МЗК) – 12,9 м<sup>2</sup>;
- 1-ий поверх:
- 1) апартаменти – 391,5 м<sup>2</sup>;
- 2) МЗК – 43,7 м<sup>2</sup>;
- 2-ий поверх:
- 1) апартаменти – 392,2 м<sup>2</sup>;
- 2) МЗК – 43,7 м<sup>2</sup>;
- 3-ий поверх:
- 1) апартаменти – 392,2 м<sup>2</sup>;
- 2) МЗК – 43,7 м<sup>2</sup>.

Для подальших розрахунків інформація про будівлю також була занесена у табл. 1.

Таблиця 1

## Загальна інформація про готельну будівлю

№ з/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Місцезнаходження	-	Львівська область, м. Львів, вул. ---, ---
2	Функціональне призначення	-	Будівля готельна
3	Загальна площа	м <sup>2</sup>	505,13
4	Загальний об'єм	м <sup>3</sup>	4243,08
5	Опалювана площа	м <sup>2</sup>	1383
6	Опалюваний об'єм	м <sup>3</sup>	3871,5
7	Кількість поверхів	-	3
8	Рік прийняття в експлуатацію	рік	1985
9	Тип конструкції	-	Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною 1,5-2 цеглини, із залізобетонними перекриттями
10	Кліматична зона	-	1
11	Умови експлуатації	-	Б
12	Вітрозахист основи (середньо захищений простір (передмістя); відкритий простір (сільська місцевість); закритий простір (центр міста))	-	Відкритий простір (Сільська місцевість)
13	Середня висота приміщення	м	2,80
14	Внутрішня теплоємність	Вт × год/ (м <sup>2</sup> × К)	110640

## Продовження таблиці 1

№ з/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
15	Наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі, їх характеристики:		
	- фактичне значення кондиціонованої площі;	м <sup>2</sup>	1383
	- фактичне значення кондиціонованого об'єму;	м <sup>3</sup>	3871,5
	- фактичне значення об'єму для вентиляції	м <sup>3</sup>	3871,5
16	Коефіцієнт скління фасаду будівлі	-	0,196770755
17	Показник компактності будівлі	м <sup>-1</sup>	0,516842567
18	Кількість під'їздів або входів	-	3

*Всі подальші практичні приклади розрахунків енергетичних показників та складання сертифікату енергетичної ефективності будуть виконуватися для наведеної будівлі готельного типу.*

## Розділ 4

### Розрахунок енергетичних показників будівлі

#### 4.1 Зонування будівлі

Межі будівлі під час розрахунку енергопотреби в опаленні та/або охолодженні формують з усіх елементів будівлі, що відокремлюють кондиціонований об'єм або об'єми, які розглядають ( $V, \text{м}^3$ ), від зовнішнього навколишнього середовища (повітря, ґрунт чи вода) або від суміжних будівель чи некондиціонованих об'ємів, використовуючи внутрішні габаритні розміри.

Кондиціонований об'єм  $V, \text{м}^3$  – для будівель з типовим планувальним рішенням усіх поверхів визначають як добуток кондиціонованої площі першого опалюваного поверху на внутрішню висоту, що вимірюють від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху. У разі складних форм об'ємно-планувального рішення будівлі кондиціонований об'єм визначають як об'єм простору, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, покриття або горищного перекриття, цокольного перекриття).

Кондиціонована площа, яку опалюють або охолоджують  $A_f, \text{м}^2$  – сумарна площа поверхів (враховуючи, зокрема, мансардний, опалюваний цокольний і підвальний поверхи) будівлі, яку вимірюють у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, з урахуванням площі, що займають горизонтальні проєкції внутрішніх стін і перегородок. В опалювану площу входять опалювані сходові клітини, ліфтові та інші шахти з урахуванням їхньої площі на рівні кожного поверху. В опалювану площу будівлі не входять площі теплих горищ і техпідпілля, неопалюваних технічних поверхів, підвалу (підпілля), холодних неопалюваних веранд та сходових клітин, а також холодного горища або його частини, не зайнятої під мансарду.

Залежно від ситуації будівля може бути представлена розділеною на характерні зони або як одна зона. Розподіл будівлі на теплові зони не є обов'язковим, якщо всі подальші умови виконують для об'ємів усередині будівлі:

а) задані температури на опалення об'ємів відрізняються не більше ніж на 4 К включно;

б) об'єми не мають механічного охолодження або механічне охолодження та задані температури на охолодження об'ємів відрізняються не більше ніж на 4 К включно;

в) об'єми обслуговують однією системою опалення (якщо є) та однією системою охолодження (якщо є);

г) якщо наявна система(-и) вентиляції обслуговує принаймні 80 % площі підлоги об'ємів;

д) характеристика вентиляції приміщень,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , відрізняється не більше ніж у 4 рази всередині 80 % площі підлоги, або є велика ймовірність, що двері між приміщеннями будуть відчинені.

Якщо одна або кілька з цих умов не виконуються, будівлю розділяють на кілька зон так, щоб усі умови виконувалися для кожної зони.

Для цілей енергетичної сертифікації допустимо виконувати однозонний розрахунок будівлі.

## 4.2 Визначення енергопотреб для опалення та охолодження будівлі

### 4.2.1 Енергопотреба для опалення

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотреба для опалення,  $Q_{H,nd}$ , Вт·год, за умови постійного опалення, розраховується за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - h_{H,g} \cdot Q_{H,g} - Q_{ve,pre-heat} \quad (1)$$

де  $Q_{H,nd,cont}$  – енергопотреба для постійного опалення будівлі, Вт·год, має бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{H,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт·год;

$Q_{H,g}$  – сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт·год;

$h_{H,g}$  – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень;

$Q_{ve,pre-heat}$  – енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря, Вт·год.

#### 4.2.2 Енергопотреба для охолодження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотреба для охолодження  $Q_{C,nd}$ , Вт·год, за умови постійного охолодження, розраховується за формулою:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - h_{C,ls} \cdot (Q_{C,ht} + Q_{ve,pre-cool}), \quad (2)$$

де  $Q_{C,nd,cont}$  – енергопотреба в постійному охолодженні будівлі, Вт·год, має бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{C,ht}$  – сумарна теплопередача в режимі охолодження, Вт·год;

$Q_{C,gn}$  – сумарні теплонадходження в режимі охолодження, Вт·год;

$h_{C,ls}$  – безрозмірний коефіцієнт використання втрат;

$Q_{ve,pre-cool}$  – енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря, Вт·год.

#### 4.2.3 Сумарна теплопередача та теплові надходження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця сумарна теплопередача,  $Q_{ht}$ , Вт·год ( $Q_{H,ht}$  – для режиму опалення,  $Q_{C,ht}$  – для режиму охолодження), визначається за формулою:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (3)$$

де  $Q_{tr}$  – сумарна теплопередача трансмісією, Вт·год;

$Q_{ve}$  – сумарна теплопередача вентиляцією, Вт·год.

Сумарні теплові надходження,  $Q_{gn}$ , Вт·год ( $Q_{H,gn}$  – для режиму опалення,  $Q_{C,gn}$  – для режиму охолодження), для кожної зони будівлі для кожного місяця визначається за формулою:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (4)$$

де  $Q_{int}$  – сума внутрішніх теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год;

$Q_{sol}$  – сума сонячних теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год.

#### 4.2.4 Теплопередача трансмісією

Сумарна теплопередача трансмісією  $Q_{tr}$ , Вт·год, розраховується для кожного місяця та для кожної зони за формулами:



– для опалення:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,H} - \theta_e)t, \quad (5)$$

– для охолодження:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,C} - \theta_e)t, \quad (6)$$

де  $H_{tr,adj}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, встановлений для різниці температур всередині-зовні, Вт/К;

$\theta_{int,set,H}$  – розрахункова (задана) внутрішня температура зони будівлі під час опалення, °С;

$\theta_{int,set,C}$  – розрахункова (задана) внутрішня температура зони будівлі під час охолодження, °С;

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, визначена згідно з додатком А ДСТУ 9190 [3], °С;

t – тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, визначена згідно з додатком А ДСТУ 9190 [3], год.

Теплопередача або частина теплопередач може мати від’ємний знак протягом певного періоду.

Сумарне значення узагальненого коефіцієнта теплопередачі трансмісією  $H_{tr,adj}$ , Вт/К, розраховується за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A, \quad (7)$$

де  $H_D$  – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

$H_g$  – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К. Методику розрахунку теплопередачі до ґрунту наведено в додатку Б ДСТУ 9190 [3];

$H_U$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об’єми, Вт/К;

$H_A$  – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

## Приклад 2.

За наведеною методикою для будівлі готельного типу, розглянутої у Прикладі 1, виконано розрахунки характеристики теплопередачі трансмісією до ґрунту, результати розрахунків зведені у табл. 2.

Таблиця 2

Характеристика теплопередачі трансмісією до ґрунту для будівлі  
готельного типу

№ з/п	Назва параметру	Значення
1	Елементи оболонки будівлі (підлога по ґрунту, опалюваний підвал, технічне підпілля, холодний підвал)	Технічне підпілля (неопалювальний підвал)
2	$A_i$ – площа $i$ -го елемента оболонки будівлі, м <sup>2</sup>	505,13
3	$P_i$ – периметр $i$ -го елемента оболонки будівлі, м	117,94
4	Матеріал $i$ -го елемента оболонки будівлі	Плита по землі: залізобетон (густина $\rho_0 = 2500\text{кг/м}^3$ , товщина $\delta = 220,0$ мм); розчин цементно-піщаний (густина $\rho_0 = 1800\text{кг/м}^3$ , товщина $\delta = 50,0$ мм); гравій керамзитовий (густина $\rho_0 = 300\text{кг/м}^3$ , товщина $\delta = 50,0$ мм); Стіна: бетон на гравії або щебені з природного каменю (густина $\rho_0 = 2400\text{кг/м}^3$ , товщина $\delta = 380,0$ мм)
5	Загальна товщина стіни, м	380
6	$R_f$ – термічний опір підлоги включаючи всі шари, м <sup>2</sup> × К/Вт	0,546
7	$R_w$ – термічний опір стіни, що контактує з ґрунтом включаючи всі шари, м <sup>2</sup> × К/Вт	-
8	$z$ – висота стін, що контактують з ґрунтом, м	-
9	Тип ґрунту	Пісок або гравій
10	$\Psi_g$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення, Вт/(м × К)	0,00064
11	$h$ – висота від відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям, м	0,7
12	$U_w$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м <sup>2</sup> К)	2,760
13	$\mathcal{E}$ – площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору, м <sup>2</sup>	-
14	$v$ – середня швидкість вітру, м/с	4
15	$f_w$ – ступінь вітрозахисту	0,1

У загальному випадку  $H_x$ , що відображає  $H_D$ ,  $H_g$ ,  $H_U$  або  $H_A$ , сформований з трьох співмножників та його розраховують за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i, \quad (8)$$

де  $A_i$  – площа  $i$ -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі, виміряна за внутрішніми розмірами, включно з площею внутрішніх дверних та віконних укосів,  $m^2$ ;

$U_i$  – приведений коефіцієнт теплопередачі  $i$ -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі,  $W/(m^2 \cdot K)$ ;

$b_{tr,x}$  – поправковий коефіцієнт, що становить:

$b_{tr,x} = 1$  – під час розрахунків  $H_D$  та  $H_g$ ;

$b_{tr,x} \neq 1$  – під час розрахунків  $H_U$ ,  $H_A$ .

Підсумовування у формулі (7) здійснюється за всіма складовими будівлі, що розділяють внутрішнє середовище та середовище з іншої сторони конструкції (зовнішнє, ґрунт, некондиціонований об'єм, суміжна будівля тощо).

Приведений коефіцієнт теплопередачі елементів оболонки будівлі розраховується окремо для непрозорих конструкцій, окремо для світлопрозорих конструкцій та дверей.

Приведений коефіцієнт теплопередачі  $i$ -го елемента оболонки будівлі для непрозорих конструкцій розраховується за формулою:

$$U_i = 1/R_{\Sigma,пр}, \quad (9)$$

де  $R_{\Sigma,пр}$  – приведений опір теплопередачі, визначається згідно з формулою (1) ДСТУ 9191 [4],  $m^2 \cdot K/W$ , з урахуванням положень ДБН В.2.6-31 [5].

Приведений коефіцієнт теплопередачі  $i$ -го елемента оболонки будівлі для світлопрозорих конструкцій та дверей визначається за формулою:

$$U_i = U_x, \quad (10)$$

де  $U_x$  – значення коефіцієнта теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон) –  $U_w$ ,  $U_{ws}$  чи дверей –  $U_D$ ,  $W/(m^2 \cdot K)$ , визначаються згідно з ДСТУ Б EN ISO 10077-1 [6].

Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі необхідно здійснювати на підставі розрахунків двовірних та тримірних температурних полів відповідно. Методику розрахунків встановлено в ДСТУ ISO 10211-1 [7] та ДСТУ ISO 10211-2 [8].

Для будівель, за відсутності інформації чи її недостатній кількості щодо теплопровідних включень у конструкції, необхідно використовувати коригувальну поправку до коефіцієнта теплопередачі для врахування впливу теплопровідних включень, таким чином коефіцієнт теплопередачі розраховується за формулою:

$$U_i = U_{i,corr} = U_{op} + \Delta U_{tb}, \quad (11)$$

де  $U_{op}$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини конструкції по основному полю Вт/(м<sup>2</sup>·К):

$$U_i = 1/R_{\Sigma}, \quad (12)$$

$R_{\Sigma}$  – опір теплопередачі, що визначається згідно з ДСТУ 9191 [4], м<sup>2</sup>·К/Вт.

$\Delta U_{tb}$  – додаткова складова до коефіцієнта теплопередачі непрозорих конструкцій  $U_{op}$ , що враховує вплив теплопровідних включень, Вт/(м<sup>2</sup>·К, її розрахункові значення наведені в табл. 3.

**Таблиця 3**

Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі, які враховують вплив теплопровідних включень

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорих частин конструкції, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$\Delta U_{tb}$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
$U_{op} \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_{op} < 0,8$	0,005
$U_{op} < 0,4$	0,10

Коригування узагальненого коефіцієнта теплопередачі враховується поправковим коефіцієнтом  $b_{tr,x} = b_U$ , який базується на температурі суміжного некондиціонованого об'єму/суміжного приміщення оранжерейного типу.

Якщо збирання повних потрібних вхідних даних є занадто трудомістким та економічно недоцільним, а також для наявних будівель,

допустимо використовувати значення поправкового коефіцієнта  $b_U$ , наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Значення поправкового коефіцієнта  $b_U$ 

Тип некондиціонованого об'єму	$b_U$ для опалювального періоду	$b_U$ для періоду охолодження
Технічне підпілля	0,3	0,3
Технічне (тепле) горище	0,7	0
Холодне горище багатоповерхових будівель	0,9	0
Холодне горище односімейних будівель	1,0	0
Неопалювана сходові клітка всередині будівлі	0,4	0
Неопалюване приміщення з трьома зовнішніми стінами (наприклад, зовнішні сходи)	0,8	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами та дверима (наприклад, тамбур, хол, гараж)	0,6	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами без дверей	0,5	0
Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною	0,4	0
Засклена лоджія для нового проектування	0,5	1,0*
Засклений балкон для нового проектування	0,6	1,0*
Засклена лоджія наявних будівель		
- задовільний стан огороження;	0,7	1,0*
- незадовільний стан огороження	0,85	1,0*
Засклений балкон наявних будівель		
- задовільний стан огороження;	0,8	1,0*
- незадовільний стан огороження	0,9	1,0*
* За відкритих ступок		

Теплопередачу до суміжних будівель під час розрахунків не враховують за умови, якщо різниця між внутрішньою заданою температурою суміжних будівель відрізняється не більше ніж на 4 К включно.

У випадку, якщо різниця між внутрішньою заданою температурою суміжних будівель відрізняється більше ніж на 4 К теплопередачі трансмісією, теплопередачу до суміжних враховують поправковим коефіцієнтом  $b_{tr,x} = b_A$ , який базується на температурі суміжної будівлі та коригує узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією.

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі, що враховує теплопередачу трансмісією між суміжними будівлями, розраховується за формулою:

$$H_A = H_{iA} \cdot b_A, \quad (13)$$

де  $H_{iA}$  – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією між кондиціонованим об'ємом/зоною та суміжною будівлею, Вт/К, визначається по формулі (8) з поправковим коефіцієнтом  $b_{tr,x} = 1$ .

Поправковий коефіцієнт  $b_A$  розраховується для кожного місяця за формулою:

$$b_A = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}, \quad (14)$$

де  $\theta_i$  – розрахункова (задана) температура кондиціонованого об'єму/зони, °С;

$\theta_a$  – температура внутрішнього повітря суміжної будівлі, °С;

$\theta_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А ДСТУ 9190 [3].

### Приклад 3.

В таблицях 5 та 6 наведені характеристики непрозорих огорожувальних конструкцій (зовнішніх стін) та прозорих огорожувальних конструкцій (вікон) для розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу, визначені за наведеною методикою.

Таблиця 5

Характеристики непрозорих огорожувальних конструкцій (зовнішніх стін) будівлі

№ з/п	Елементи оболонки будівлі	Напрямок за сторонами світу	Склад елемента оболонки будівлі: матеріал; густина $\rho$ , кг/м <sup>3</sup> ; коефіцієнт теплопроводності $\lambda$ , Вт/(м К)	Товщина елемента оболонки будівлі, м	$A_i$ , площа $i$ -го елемента оболонки будівлі, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
1	Стіна	Пн	Бетон на гравії або щебені з природного каменю ( $\rho_0 = 2400 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ); розчин цементно-піщаний ( $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ )	0,43	323,39
2	Стіна	Пд	Бетон на гравії або щебені з природного каменю ( $\rho_0 = 2400 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ); розчин цементно-піщаний ( $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ )	0,43	277,85
3	Стіна	Зх	Бетон на гравії або щебені з природного каменю ( $\rho_0 = 2400 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ); розчин цементно-піщаний ( $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ )	0,43	87,36
4	Стіна	Сх	Бетон на гравії або щебені з природного каменю ( $\rho_0 = 2400 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 1,86 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ ); розчин цементно-піщаний ( $\rho_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$ , $\lambda = 0,93 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ )	0,43	87,36

## Продовження таблиці 5

R Зпрі, приведений опір теплопередачі елемента оболонки будівлі, (м <sup>2</sup> × К)/Вт	U, приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі, Вт/(м <sup>2</sup> × К)	$\Delta U_{tb}$ , додаткова складова за замовчуванням до коефіцієнта теплопередачі непрозорих конструкцій, Вт/(м <sup>2</sup> × К)	Поправочний коефіцієнт		Fsh, об, к, понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції поверхні	Вказати, до якого типу некондиціонованого або кондиціонованого об'єму виконується теплопередача	Приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі, що використаний у розрахунку трансмісії, Вт/
			btr,Н	btr,С			
7	8	9	10	11	12	13	14
0,416	2,401	0	1	1	1	Не кондиціонований об'єм відсутній	2,401
0,416	2,401	0	1	1	1	Не кондиціонований об'єм відсутній	2,401
0,416	2,401	0	1	1	1	Не кондиціонований об'єм відсутній	2,401
0,416	2,401	0	1	1	1	Не кондиціонований об'єм відсутній	2,401

Таблиця 6

Характеристики прозорих огорожувальних конструкцій (вікон) будівлі

№ з/п	Елементи оболонки будівлі (віконні блоки, балконні блоки)	Кількість, шт.	Розмір, м × м	Кут нахилу, ...°	$A_i$ , площа $i$ -го елемента оболонки будівлі, м <sup>2</sup>	$\Sigma S$ , загальна площа елемента оболонки будівлі, м <sup>2</sup>	Напрямок за сторонами світу	Матеріал рамочних елементів або непрозора частина дверних блоків
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вікно	28	1,5×1,0	90	1,5	42	Пн	Деревина листяних порід
2	Вікно	9	1,5×0,8	90	1,2	10,8	Пн	Профіль ПВХ (5 камер)
3	Вікно	8	1,5×1,0	90	1,5	12	Пн	Профіль ПВХ (5 камер)
4	Вікно	18	1,5×1,6	90	2,4	43,2	Пд	Деревина листяних порід
5	Вікно	18	1,5×1,1	90	1,65	29,7	Пд	Профіль ПВХ (5 камер)
6	Вікно	18	2,1×0,8	90	1,68	30,24	Пд	Профіль ПВХ (5 камер)
7	Вікно	9	1,5×2,0	90	3	27	Пд	Деревина листяних порід

Продовження таблиці 6

Інформація про тип склопакета, вид скла у склопакеті, розміри склопакета, газове наповнення склопакета, тип скління	$F_F$ , частка площі обрамлення, співвідношення площі проскції обрамлення та загальної площі проскції заскленого елемента	$U$ , коефіцієнт теплопередачі рамки вікна або непрозорої частини дверного блока, Вт/(м <sup>2</sup> ×К)	$U$ , коефіцієнт теплопередачі склопакета, Вт/(м <sup>2</sup> ×К)	$U$ , приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі, Вт/(м <sup>2</sup> ×К)	$R_{\Sigma прі}$ , приведений опір теплопередачі елемента оболонки будівлі, м <sup>2</sup> ×К/Вт
10	11	12	13	14	15
Склопакет з подвійним склінням (4-12-4), Повітря, Скло без покриття	0,301	2,207	2,800	2,586	0,387
Склопакет з подвійним склінням (4-12-4), Аргон, Скло без покриття	0,218	1,300	2,700	2,428	0,412
Склопакет з потрійним склінням (4-12-4-12-4), Аргон, Два скла з покриттям	0,356	1,300	0,900	1,318	0,759



## Продовження таблиці 6

10	11	12	13	14	15
Склопакет з подвійним склінням (4-12-4), Повітря, Скло без покриття	0,218	2,207	2,800	2,641	0,379
Склопакет з подвійним склінням (4-12-4), Аргон, Скло без покриття	0,381	1,300	2,700	2,213	0,452
Склопакет з подвійним склінням (4-12-4), Аргон, Скло без покриття	0,481	1,300	2,700	2,077	0,482
Склопакет з подвійним склінням (4-12-4), Повітря, Скло без покриття	0,246	2,207	2,800	2,622	0,381

#### 4.2.5 Теплопередача вентиляцією

Сумарна теплопередача вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт·год, розраховується для кожного місяця та для кожної z-ої зони за формулами:

– для опалення:

$$Q_{ve,H} = H_{ve,adj,H}(\theta_{int,set,H} - \theta_e)t, \quad (15)$$

– для охолодження:

$$Q_{ve,C} = H_{ve,adj,C}(\theta_{int,set,C} - \theta_e)t + Q_{ve,extra}, \quad (16)$$

де  $H_{ve,adj,H}$ ,  $H_{ve,adj,C}$  – загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією для опалення та для охолодження відповідно, Вт/К;

$Q_{ve,extra}$  – теплопередача вентиляцією за рахунок нічного охолодження, Вт·год;

$q_{int,set,H}$ ,  $q_{int,set,C}$  – задана температура зони будівлі для опалення та для охолодження відповідно, °С;

$q_e$  – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А ДСТУ 9190 [3];

$t$  – тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з додатком А ДСТУ 9190 [3].

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $H_{ve,adj}$ , Вт/К, розраховується за формулами:

– для опалення:

$$H_{ve,adj,H} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,H} b_{ve,H} + q_{inf,mn,H}), \quad (17)$$

– для охолодження:

$$H_{ve,adj,C} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,C} b_{ve,C} + q_{inf,mn,C}), \quad (18)$$

де  $\rho_a c_a$  – теплоємність одиниці об'єму повітря, дорівнює 0,336 Вт·год/(м·К);

$q_{ve,mn,H}$ ,  $q_{ve,mn,C}$  – усереднена за часом витрата повітря на вентиляцію для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год;

$q_{inf,mn,H}$ ,  $q_{inf,mn,C}$  – усереднена за часом витрата повітря на інфільтрацію для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год;

$b_{ve,H}$ ,  $b_{ve,C}$  – температурний поправковий коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур у випадках, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища (а саме, за наявності утилізування теплоти).

Усереднена за часом витрата повітря  $q_{ve,mn}$ , м<sup>3</sup>/год, розраховується для кожної зони та для кожного періоду:

– для опалення:

$$q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} t_{ve,H} / 168, \quad (19)$$

– для охолодження:

$$q_{ve,mn,C} = q_{ve,C} t_{ve,C} / 168, \quad (20)$$

де  $q_{ve,H}$ ,  $q_{ve,C}$  – нормативна витрата вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год;

$t_{ve,H}$ ,  $t_{ve,C}$  – період використання нормативної витрати вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, год/тиждень. Визначається згідно з проектними даними. За відсутності точних даних та для цілей енергетичної сертифікації приймається за графіком опалення/охолодження згідно з таблицею 7 ДСТУ 9190 [3].

Таблиця 7

Значення заданої, чергової та скоригованої температури

Вхідні дані	Призначення будівлі											
	Одноквартирні будинки	Багатоквартирні будинки, гуртожитки	Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	Будівлі закладів освіти	Будівлі закладів дошкільної освіти	Будівлі закладів охорони здоров'я	Готелі	Ресторани	Спортивні заклади	Будівлі закладів гуртової та роздрібно торгівлі	Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	Інші види будівель
Внутрішня задана температура опалення, °С	20	20	20	20	22	22	20	20	18	20	20	20
Температура чергового режиму опалення, °С	17	17	17	17	20	20	17	17	15	17	17	17
Скоригована температура опалення, °С	19	19	19	19	21	21	19	19	17	19	19	19
Графік опалення, (год/тиждень) <sup>1)</sup>	112	112	50	50	50	168	168	84	84	84	56	60
Внутрішня задана температура охолодження, °С <sup>2)</sup>	26	26	24	24	26	22	24	24	24	23	24	24
Температура чергового режиму охолодження, °С	26	26	27	27	26	27	27	27	27	26	27	27
Скоригована температура охолодження, °С	26	26	25	25	26	24	25	25	25	25	25	25
Графік охолодження, (год/тиждень) <sup>3)</sup>	112	112	50	50	50	168	168	84	84	84	56	60

<sup>1)</sup> Кількість годин на тиждень з нормальним (постійним) опаленням до заданої температури.  
<sup>2)</sup> Значення температури використовують для розрахунку енергопотребі для охолодження. Максимальна допустима температура у приміщенні вища на 2–3 °С.  
<sup>3)</sup> Кількість годин на тиждень з нормальним (постійним) охолодженням до заданої температури.

Нормативна витрата повітря для зони (чи підзони) приймається згідно з проектними даними. За відсутності точних даних та для цілей енергетичної сертифікації нормативна витрата повітря для обох режимів (опалення та охолодження) розраховується згідно з додатком Х ДБН В.2.5-67 [9], використовуючи загальну мінімальну витрату зовнішнього повітря  $Q_{tot}$ , яка визначається для оптимальних умов мікроклімату.

У випадку природної вентиляції в зоні (підзоні), якщо  $q_{ve} < n_{inf} V_{ve} v_v$ , нормативна витрата повітря приймається рівною витраті для інфільтрації –  $q_{ve} = n_{inf} V_{ve} v_v$ , для відповідного періоду (опалення чи охолодження)

Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації, м<sup>3</sup>/год, розраховується для кожної зони та для кожного періоду:

– для опалення:

$$q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} V_{ve} v_v t_{inf,H} / 168, \quad (21)$$

– для охолодження:

$$n_{inf,mn,C} = n_{inf,C} V_{ve} v_v t_{inf,C} / 168, \quad (22)$$

де  $n_{inf,H}$ ,  $n_{inf,C}$  – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год<sup>-1</sup>;  
 $V_{ve}$  – об'єм зони, призначений для вентиляції, м<sup>3</sup>;  
 $v_v$  – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій. За відсутності точних даних приймається 0,85;  
 $t_{inf,H}$ ,  $t_{inf,C}$  – період використання витрати повітря для інфільтрації для періодів опалення та для охолодження відповідно, год.

Для різних типів вентиляції приймаються такі значення  $t_{inf,H}$  та  $t_{inf,C}$ :

- ✓  $(168 - t_{ve})$  – за природної вентиляції;
- ✓ 168 – за механічної витяжної вентиляції та механічної припливно-витяжної збалансованої вентиляції;
- ✓  $(168 - t_{ve})$  – за механічної вентиляції з підпором повітря.

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год<sup>-1</sup>, розраховується загалом для будівлі за формулами:

– для опалення:

$$n_{inf,H} = \frac{\sum q_{inf,m,H}}{V_{ve} v_v}, \quad (23)$$

– для охолодження:

$$n_{inf,C} = \frac{\sum q_{inf,m,C}}{V_{ve} v_v}, \quad (24)$$

де  $m$  – представляє кожен бік фасаду, на яку орієнтовано фасад – Пн, ПнС, С, ПдС, Пд, ПдЗ, З, ПнЗ;

$q_{inf,m,H}$ ,  $q_{inf,m,C}$  – приведені витрати повітря через оболонку будівлі, що орієнтована на  $m$ -ну сторону світу для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год.

Приведені витрати повітря через оболонку будівлі  $q_{inf,m,H}$  та  $q_{inf,m,C}$ , визначаються перерахунком повітропроникності будівлі при перепаді тиску  $\Delta P = 100$  Па на фактичний перепад тиску зовні та всередині будівлі для кожної частини оболонки будівлі, орієнтованої на відповідну сторону світу, залежно від гравітаційної та вітрової складової перепаду тиску за сторонами світу:

– для опалення:

$$q_{inf,m,H} = Q_{100,s,m} \left( \frac{a_{inf,se}(\Delta P_{gr,m,H} + F_{e,seas,m,H} \Delta P_{wd,m,H})}{100} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (25)$$

– для охолодження:

$$q_{inf,m,C} = Q_{100,s,m} \left( \frac{a_{inf,se}(\Delta P_{gr,m,C} + F_{e,seas,m,C} \Delta P_{wd,m,C})}{100} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (26)$$

де  $Q_{100,s,m}$  – повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу при перепаді тиску зовні та всередині будівлі 100 Па, м<sup>3</sup>/год;

$\Delta P_{gr,m,H}$ ,  $\Delta P_{gr,m,C}$  – перепад гравітаційного тиску зовні та всередині будівлі для опалення та для охолодження відповідно, Па;

$\Delta P_{wd,m,H}$ ,  $\Delta P_{wd,m,C}$  – перепад вітрового тиску зовні та всередині будівлі для опалення та для охолодження відповідно, Па;

$F_{e,seas,m,H}$ ,  $F_{e,seas,m,C}$  – повторюваність напрямку вітру за січень (для опалення)/липень (для охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з таблицями 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27 [2];

$a_{inf,se}$  – надбавковий коефіцієнт, що враховує витрату повітря через глухі стінові конструкції оболонки будівлі.

Для різного типу та стану стінових конструкцій  $a_{inf,se}$  приймає такі значення:

– неутеплені, залізобетонні панелі або кладка з крупноблокових елементів з міжпанельними стиками в незадовільному стані – 1,3;

– неутеплені, кладка з дрібноштучних виробів у незадовільному стані – 1,2;

– утеплені мінераловатними матеріалами в задовільному стані – 1,1;

– утеплені органічними матеріалами в задовільному стані – 1,05.

У разі, якщо вираз  $(\Delta P_{gr,m,H} + F_{e,seas,m,H} \cdot \Delta P_{wd,m,H})$  має від'ємне значення, приймається його модуль (додатне значення).

Повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу, при перепаді тиску зовні та всередині будівлі 100 Па, м<sup>3</sup>/год, визначається за формулою:

$$Q_{100,s,m} = \sum Q_{100}A_{i,m}, \quad (27)$$

де  $A_{i,m}$  – площа  $i$ -го елемента оболонки (віконні, дверні конструкції), орієнтованого на  $m$ -ну сторону світу;

$Q_{100}$  – показник повітропроникності для відповідного типу конструкції, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год). Приймається відповідно до паспорта на конструкцію чи за відсутності даних вибирають відповідно до таблиці 8.

**Таблиця 8**

Класи повітропроникності конструкцій згідно з ДСТУ EN 14351-1 [10]

№	Характеристика герметичності конструкції	Показник повітропроникності при $\Delta P = 100$ Па, $Q_{100}$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·год)
1	Продувна	50
2	Не герметична	27
3	Слабо герметична	9
4	герметична	3

За наявності діючої теплоутилізаційної установки в системі вентиляції, що обслуговує певну зону, температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього повітря. Відповідний вплив теплоутилізаційної установки на використання теплових надходжень та зменшення витрат на опалення чи охолодження під час розрахунків енергопотребі враховується застосуванням температурного поправкового коефіцієнта  $b_{ve}$ . Температурний поправковий коефіцієнт  $b_{ve,k}$  для потоку повітря від теплоутилізаційної установки визначається за формулою:

– для опалення:

$$b_{ve,H} = (1 - f_{ve,frac,H} \eta_{ve}), \quad (28)$$

– для охолодження:

$$b_{ve,C} = (1 - f_{ve,frac,C} \eta_{ve}), \quad (29)$$

де  $f_{ve,frac,H}$ ,  $f_{ve,frac,C}$  – частка повітряного потоку, яка проходить через теплоутилізаційну установку, для опалення та для охолодження відповідно.

$h_{ve}$  – комбінована ефективність утилізування теплоти.

Комбінована ефективність утилізування теплоти визначається за формулою:

$$\eta_{ve} = \eta_{hru,1} + \eta_{hru,2} - (\eta_{hru,1} \cdot \eta_{hru,2}), \quad (30)$$

де  $\eta_{hru,1}$ ,  $\eta_{hru,2}$  – ефективність утилізування першого та другого теплоутилізатора відповідно, визначається за результатами розрахунків відповідно до стандартів щодо систем вентиляції, випробувань або на підставі паспортних даних.

Для таких типів теплоутилізаційних установок допустимо приймати

$\eta_{hru}$ :

- компактний теплообмінник з циркуляційним контуром (рідини) – 0,40;
- розбірний пластинчастий теплообмінник – 0,50;
- теплоутилізатор з тепловим насосом – 0,60;
- пластинчастий теплообмінник з протитоком – 0,65;
- паяний теплообмінник з циркуляційним контуром (рідини) – 0,70;
- роторний теплообмінник – 0,70.

#### 4.2.6 Внутрішні теплонадходження

У загальному випадку внутрішні теплонадходження містять:

- метаболічну теплоту від людей та розсіяну теплоту від обладнання;
- теплоту, розсіяну від освітлювальних приладів;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами гарячої і водопровідної води та каналізації;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами опалення, охолодження та вентиляції;

– теплоту від або до процесів та продукції.

Методика ДСТУ 9190 [3], з якою ведеться розрахунок енергетичної ефективності будівель, враховує такі теплонадходження:

- внутрішній тепловий потік від людей  $F_{int, Oc}$ ;
- внутрішній тепловий потік від освітлення  $F_{int, L}$ ;
- внутрішній тепловий потік від обладнання  $F_{int, A}$ .

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел  $Q_{int}$ , Вт·год, розраховуються для кожного місяця за формулою:

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m, noc}}{N_m} (\sum_k \Phi_{int, mn, k} A_{f, k}) t + Q_{W, dis, rbl, m}, \quad (31)$$

де  $N$  – графік використання залежно від призначення будівлі, приймається згідно з таблицею 9, год/тиждень;

$N_m$  – кількість діб у відповідному місяці;

$N_{m, noc}$  – кількість діб невикористання залежно від призначення будівлі у відповідному місяці, приймається згідно з таблицею 10;

$F_{int, mn, k}$  – усереднена за часом щільність теплового потоку від  $k$ -го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, приймається згідно з таблицею 9 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_{f, k}$  – кондиціонована площа  $k$ -ї зони будівлі, м<sup>2</sup>;

$t$  – тривалість місяця, для якого проводять розрахунки, год.

Визначається згідно з додатком А ДСТУ 9190 [3];

$Q_{W, dis, rbl, m}$  – утилізаційні регулярні тепловтрати у підсистемі розподілення ГВП за відповідний місяць з трубопроводів, розташованих в опалюваних приміщеннях, Вт·год.

#### 4.2.7 Сонячні теплонадходження

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості. Її визначають орієнтацією сприймальних поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймальних поверхонь. Величину, що містить характеристики та площу сприймальних поверхонь (включно з впливом затінення), називають еквівалентною площею інсоляції.



Таблиця 9

Теплонадходження від людей, освітлення та обладнання, значення за замовчуванням

Призначення будівлі	Графік використання $N$ , год/тиждень	Щільність теплового потоку, Вт/м <sup>2</sup> , від		
		метаболічної теплоти, $\Phi_{int, Oc}$	освітлення, $\Phi_{int, L}$	обладнання, $\Phi_{int, A}$
Одноквартирні будинки	112	1,2	2,02	2,0
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2,0	2,0
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	50	4,0	7,0	6,0
Будівлі навчальних закладів	50	7,0	7,0	6,0
Будівлі дитячих дошкільних закладів	50	7,0	7,0	3,0
Будівлі закладів охорони здоров'я	168	2,7	7,0	6,0
Готелі	168	4,0	8,0	2,0
Ресторани	84	5,0	8,0	4,0
Спортивні заклади	84	5,0	8,0	1,0
Будівлі закладів гуртової та роздрібною торгівлі	84	7,0	12,0	2,0
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	56	5,0	8,0	2,0
Інші види будівель	60	3,0	7,0	2,0

Таблиця 10

Кількість святкових днів (період невикористання)  $N_{m, nos}$ , діб

Призначення будівлі	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Одноквартирні будинки												
Багатоквартирні будинки, гуртожитки												
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	2		1	1	3	2		1		1		1
Будівлі навчальних закладів	2		1	1	3	2	22	22		1		1
Будівлі дитячих дошкільних закладів	2		1	1	3	2	22	12		1		1
Будівлі закладів охорони здоров'я												
Готелі												
Ресторани												
Спортивні заклади	2											
Будівлі закладів гуртової та роздрібною торгівлі	1											
Інші види будівель	2		1	1	3	2		1		1		1

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця  $Q_{sol}$ , Вт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{sol} = (\sum_k \Phi_{sol,mn,k})t, \quad (32)$$

де  $F_{sol,mn,k}$  – усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го джерела сонячного випромінювання, Вт;

$t$  – тривалість місяця, що розглядається, год.

Сонячні теплонадходження визначаються, базуючись на еквівалентних площах інсоляції відповідних світлопрозорих та непрозорих елементів будівлі та на поправках до затінення сонця зовнішніми перешкодами.

Під час сертифікування наявних будівель враховуються лише ті сонячні теплонадходження, що надходять через світлопрозорі елементи будівлі.

Сонячні теплонадходження через  $k$ -ий елемент будівлі  $F_{sol,k}$ , Вт, визначаються за формулою:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k}, \quad (33)$$

де  $F_{sh,ob,k}$  – знижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції  $k$ -ої поверхні;

$A_{sol,k}$  – еквівалентна площа інсоляції  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, визначається окремо для скління, непрозорих та особливих елементів, м<sup>2</sup>;

$I_{sol,k}$  – сонячна радіація, значення середньомісячної дози сонячної радіації, осередненої для однієї години для сприймальної площі  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності, для горизонтальних та вертикальних поверхонь різної орієнтації визначають згідно з А.4 ДСТУ 9190 [3], Вт/м<sup>2</sup>;

$F_{r,k}$  – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймається:

$F_r = 1$  – для незатіненого горизонтального даху,

$F_r = 0,5$  – для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$  – додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від  $k$ -го елемента будівлі, Вт.

Еквівалентна площа інсоляції застеленого елемента оболонки (наприклад, вікна)  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховується за формулою:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p}, \quad (34)$$

де  $F_{sh,gl}$  – знижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів. У разі відсутності засобів рухомого затінення  $F_{sh,gl} = 1$ ;

$F_F$  – частка площі обрамлення, відношення площі проєкції обрамлення до загальної площі проєкції застеленого елемента;

$A_{w,p}$  – загальна площа проєкції застеленого елемента (наприклад, площа вікна, вітражу або світлопрозорого фасаду тощо), м<sup>2</sup>;

$g_{gl}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента,

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n, \quad (35)$$

$F_w$  – поправковий коефіцієнт для нерозсіювального скління, приймається  $F_w = 0,90$ .

$g_n$  – коефіцієнт пропускання сонячної енергії для випромінювання, перпендикулярного до скління (обирається з таблиці 11).

**Таблиця 11**

Типові значення коефіцієнта загального пропускання сонячної енергії за нормального кута падіння для поширених типів скління

Тип скління	$g_n$
Одинарне скління	0,85
Подвійне скління	0,75
Подвійне скління із селективним низькоемісійним покриттям	0,67
Потрійне скління	0,70
Потрійне скління з одним селективним низькоемісійним покриттям	0,58
Потрійне скління з двома селективними низькоемісійними покриттями	0,50
Подвійне скління з органічного скла для зенітних ліхтарів	0,90
Потрійне скління з органічного скла для зенітних ліхтарів	0,83

У випадку наявності постійно (у денний час) закритої завіси (наприклад, нерухомої) всередині чи ззовні приміщення, зменшується загальне пропускання сонячного випромінювання. У цьому разі, щоб визначити загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління з

постійною (закритою у денний час) завісою, загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління  $g_{gl}$  необхідно помножити на знижувальний коефіцієнт.

Приклади знижувальних коефіцієнтів, залежно від типу постійної завіси, наведені в таблиці 12.

**Таблиця 12**

Знижувальні коефіцієнти для деяких типів постійних завіс

Тип завіси	Оптичні властивості завіси		Знижувальний коефіцієнт із	
	поглинання	пропускання	завісами всередині	завісами ззовні
Білі венеціанські жалюзі	0,1	0,05	0,25	0,1
		0,1	0,3	0,15
		0,3	0,45	0,35
Білі завіси	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,8	0,75
		0,9	0,95	0,95
Кольорові текстильні	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Текстильні з алюмінієвим покриттям	0,2	0,05	0,20	0,08

Еквівалентна площа інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховується за формулою:

$$A_{sol} = \alpha_{S,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c, \quad (36)$$

де  $\alpha_{S,c}$  – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною, для деяких матеріалів цей показник наведений в таблиці 13, більш детальна інформація міститься у таблиці 10 ДСТУ 9190 [3];

$R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, приймається 0,043 м<sup>2</sup>·К/Вт;

$U_c$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup>·К); для фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком, вентиляльованих покриттів та горищних перекриттів значення  $U_c$  необхідно помножити на коефіцієнт 0,04;

$A_c$  – площа непрозорої частини, м<sup>2</sup>.

Таблиця 13

Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції

Матеріал зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції	Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{s,c}$	Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею, $\varepsilon$
Цегла керамічна	0,7	0,93
Цегла силікатна	0,6	0,9
Облицювання природним каменем білим	0,45	0,42
Пофарбування силікатне темно-сіре	0,7	0,81
Пофарбування вапняне біле	0,3	0,90
Скло облицювальне	0,7	0,94
Штукатурка вапняна темно-сіра або теракотова	0,7	0,93
Штукатурка цементна світло-блакитна	0,3	0,93
Штукатурка цементна темно-зелена	0,6	0,93
Штукатурка цементна кремова	0,4	0,93

Знижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення  $F_{sh,gl}$  розраховують за формулою:

$$F_{sh,gl} = \frac{[(1-f_{sh,with})g_{gl} + f_{sh,with}g_{gl+sh}]}{g_{gl}}, \quad (37)$$

де  $g_{gl}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за відсутності сонячного затінення;

$g_{gl+sh}$  – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення визначається множенням  $g_{gl}$  на знижувальний коефіцієнт, що залежить від типу рухомого затінення;

$f_{sh,with}$  – зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується, наприклад, як функція інтенсивності падаючого сонячного випромінювання (яка залежить від клімату, сезону та орієнтації).

Зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується  $f_{sh,with}$ , визначають на основі проектних вхідних даних та погодинних моделей або згідно з фактичним станом. За відсутності конкретних відомостей використовуються дані таблиці 14.

Таблиця 14

## Коефіцієнт використання рухомого затінення

Кліматичний район України*	Місяць	Коефіцієнт затінення $f_{sh,with}$ для відповідного напрямку							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
I	Червень	0,09	0,00	0,02	0,09	0,27	0,46	0,48	0,36
	Липень	0,08	0,00	0,07	0,18	0,37	0,50	0,49	0,37
	Серпень	0,04	0,00	0,08	0,23	0,36	0,55	0,52	0,35
II	Травень	0,06	0,00	0,00	0,01	0,15	0,37	0,42	0,28
	Червень	0,09	0,00	0,02	0,09	0,27	0,48	0,50	0,38
	Липень	0,08	0,04	0,16	0,27	0,42	0,51	0,51	0,39
	Серпень	0,04	0,00	0,09	0,23	0,45	0,58	0,54	0,37
	Вересень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,35	0,45	0,30
IIIА	Червень	0,02	0,00	0,00	0,03	0,21	0,44	0,44	0,31
	Липень	0,05	0,03	0,02	0,08	0,23	0,40	0,40	0,29
	Серпень	0,03	0,00	0,00	0,05	0,24	0,44	0,45	0,29
IIIБ	Травень	0,00	0,00	0,00	0,01	0,14	0,29	0,30	0,16
	Червень	0,07	0,00	0,02	0,08	0,24	0,42	0,44	0,33
	Липень	0,06	0,03	0,13	0,23	0,35	0,44	0,44	0,32
	Серпень	0,03	0,00	0,08	0,21	0,40	0,52	0,48	0,31
IV, V	Травень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,23	0,27	0,19
	Червень	0,10	0,00	0,07	0,16	0,33	0,49	0,52	0,42
	Липень	0,09	0,17	0,21	0,28	0,32	0,40	0,42	0,31
	Серпень	0,03	0,03	0,14	0,25	0,38	0,44	0,41	0,20
	Вересень	0,00	0,00	0,02	0,15	0,27	0,52	0,47	0,24

\* Згідно з ДСТУ-Н Б В. 1.1-27[2].  
**Примітка.** Для інших місяців, що не увійшли до таблиці,  $f_{sh,with} = 0$ .

Знижувальний коефіцієнт зовнішнього затінення  $F_{sh,O}$ , який перебуває в межах від 0 до 1, відображає зниження кількості падаючого сонячного випромінювання через постійне затінення поверхні, що розглядається, спричинене:

- іншими будівлями;
- топографією (пагорбами, деревами тощо);
- звисами;
- іншими елементами самої будівлі;
- зовнішніми частинами стіни, куди встановлений засклений елемент.

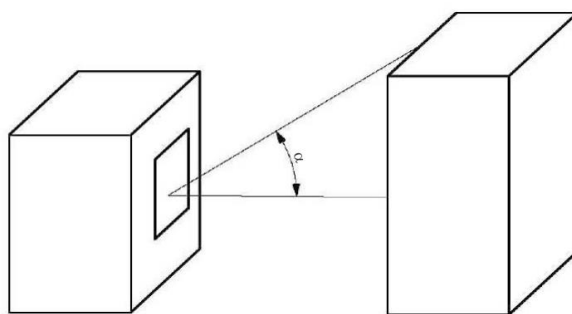
За відсутності фактичних даних знижувальний коефіцієнт затінення  $F_{sh,O}$  необхідно розраховувати за формулою:

$$F_{sh} = F_{hor}F_{ov}F_{fin}, \quad (38)$$

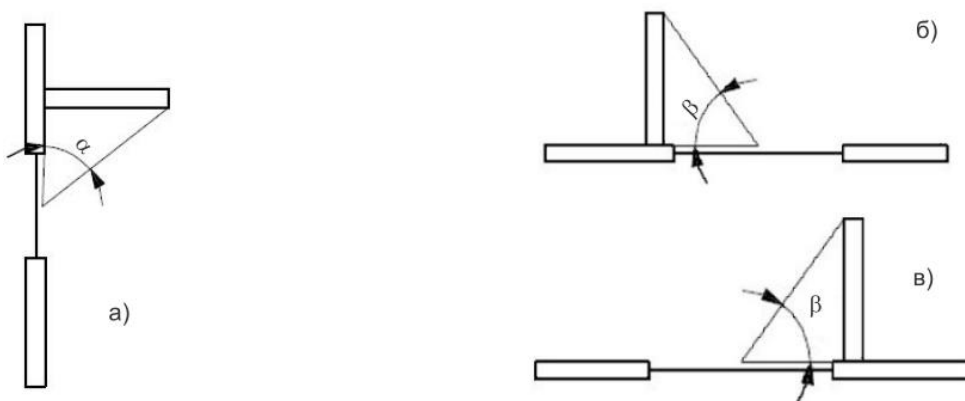
де  $F_{hor}$  – частковий поправковий коефіцієнт затінення горизонту (рис. 4), визначається згідно з даними таблиці 12 ДСТУ 9190 [3];

$F_{ov}$  – частковий поправковий коефіцієнт затінення для звисів (рис. 5а), визначається згідно з даними таблиці 13 ДСТУ 9190 [3];

$F_{fin}$  – частковий поправковий коефіцієнт затінення для ребер (рис. 5 б,в), визначається згідно з даними таблиць 14-1 та 14-2 ДСТУ 9190 [3]. Якщо ребра містяться з двох боків від вікна, то відповідні значення з таблиць перемножують.



**Рисунок 4** – Затінення від протилежних будівель та рельєфу ( $\alpha$  – кут затінення)



а) – звис; б) – ребро зліва від вікна; в) – ребро справа від вікна

**Рисунок 5** – Затінення від звисів та ребер

Частка площі непрозорого обрамлення від загальної площі світлопрозорого огороження (вікна) визначається згідно з проектними даними. За відсутності точних даних допустимо приймати значення частки

обрамлення на рівні 0,3 для віконних і дверних блоків та 0,2 для світлопрозорих фасадів будівлі.

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі  $Fr$ , Вт, визначається за формулою:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}, \quad (39)$$

де  $R_{se}$  – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, приймається  $0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;

$U_c$  – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; для фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком, вентильованих покриттів та горищних перекриттів значення  $U_c$  необхідно помножити на коефіцієнт 0,04;

$A_c$  – площа проекції елемента,  $\text{м}^2$ ;

$h_r$  – коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;

$\Delta\theta_{er}$  – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, для помірних широт приймається  $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ К}$ .

Коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні  $h_r$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , може бути наближено розрахований за формулою:

$$h_r = 4\varepsilon\sigma(\theta_{ss} + 273)^3, \quad (40)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження приймається згідно з даними таблиці 13 або за довідковими даними залежно від її типу;

$\sigma$  – стала Стефана-Больцмана:  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ ;

$\theta_{ss}$  – середньоарифметичне значення поверхневої температури та температури атмосфери,  $^{\circ}\text{С}$ .

За першого наближення  $h_r$  приймається рівним  $5\varepsilon$ ,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , що відповідає середній температурі  $10 \text{ }^{\circ}\text{С}$ .

#### Приклад 4.

В таблиці 15 наведено приклад визначення даних, необхідних для розрахунку сонячних теплонадходжень для розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу.



Таблиця 15

Дані, необхідні для розрахунку сонячних теплонадходжень

№ з/п	Елементи оболонки будівлі	Понижувальний коефіцієнт для постійно закритої завіси для світлопрозорих елементів огорожувальних конструкцій	Коефіцієнт поглинання сонячної радіації $\alpha$ , S, c	Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею, $\epsilon$	Помноження коефіцієнту теплопередачі непрозорої частини $U_c$ на 0,04 для фасадної теплоізоляції з вентильованим повітряним прошарком та вентильованих горючих покриттів (так або ні)
1	Стіна	-	0,3	0,9	ні
2	Стіна	-	0,3	0,9	ні
3	Стіна	-	0,3	0,9	ні
4	Стіна	-	0,3	0,9	ні
5	Горюче покриття	-	0,8	0,9	так
6	Вікно	0,42	-	-	-
7	Вікно	1	-	-	-
8	Вікно	0,42	-	-	-
9	Вікно	0,42	-	-	-
10	Вікно	0,42	-	-	-
11	Вікно	0,42	-	-	-
12	Вікно	0,42	-	-	-

#### 4.2.8 Динамічні параметри

Дана методика розрахунку використовує динамічний метод, який моделює теплові опори, теплоємності, теплонадходження від сонця та внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі. Динамічні впливи враховуються введенням коефіцієнта використання надходжень для опалення та коефіцієнта використання втрат для охолодження.

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення  $\eta_{H,gn}$  – це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти  $\gamma_H$ , та числового параметра  $a_H$ , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах:

$$\text{якщо } \gamma_H > 0 \text{ та } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H + 1}}, \quad (41)$$

$$\text{якщо } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1}, \quad (42)$$

$$\text{якщо } \gamma_H < 0 \text{ та } Q_{H,gn} > 0: \quad h_{H,gn} = 1/\gamma_H, \quad (43)$$

$$\text{якщо } \gamma_H \leq 0 \text{ та } Q_{H,gn} \leq 0: \quad h_{H,gn} = 1, \quad (44)$$

$$\text{за:} \quad \gamma_P = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}, \quad (45)$$

де (для кожного місяця та для кожної зони будівлі):

$\gamma_H$  – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення;

$Q_{H,ht}$  – сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт·год;

$Q_{H,gn}$  – сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт·год;

$a_H$  – безрозмірний числовий параметр, визначається за формулою:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}, \quad (46)$$

$a_{H,0}$  – довідковий безрозмірний числовий параметр, приймається рівним 1,0;

$\tau$  – часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$  – довідкова часова константа, приймається рівною 15 год.

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження  $h_{C,ls}$  є функцією співвідношення надходжень і втрат теплоти для охолодження  $\gamma_C$  та числового параметра  $a_C$ , який залежить від інерційності будівлі, як наведено у формулах:

$$\text{якщо } \gamma_C > 0, \gamma_C \leq 1 \text{ та } Q_{C,ht} > 0: \quad \eta_{C,ls} = \frac{1-\gamma_C^{-a_C}}{1-\gamma_H^{a_H+1}}, \quad (47)$$

$$\text{якщо } \gamma_C > 0, \gamma_C \leq 1 \text{ та } Q_{C,ht} \leq 0: \quad \eta_{C,ls} = 1, \quad (48)$$

$$\text{якщо } \gamma_C = 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C+1}, \quad (49)$$

$$\text{якщо } \gamma_C < 0: \quad \eta_{C,ls} = 1, \quad (50)$$

$$\text{за:} \quad \gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}}, \quad (51)$$

де (для кожного місяця та для кожної зони будівлі):

$\gamma_C$  – безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження;

$Q_{C,ht}$  – сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією для режиму охолодження, Вт·год;

$Q_{C,gn}$  – сумарні теплонадходження для режиму охолодження, Вт·год;

$a_C$  – безрозмірний числовий параметр, визначається за формулою:

$$a_C = A_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}}, \quad (52)$$

$a_{C,0}$  – довідковий безрозмірний числовий параметр, приймається рівним 1,0;

$\tau$  – часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{C,0}$  – довідкова часова константа, приймається рівною 15 год.

Часова константа зони будівлі  $\tau$ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони та розраховується за формулами:

– для опалення:

$$\tau_H = \frac{C_m}{H_{tr,adj,H} + H_{ve,adj,H}}, \quad (53)$$

– для охолодження:

$$\tau_C = \frac{C_m}{H_{tr,adj,C} + H_{ve,adj,C} + H_{ve,extra,adj}}, \quad (54)$$

де  $C_m$  – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт·год/К;

$H_{tr,adj,H}$ ,  $H_{tr,adj,C}$  – значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К;

$H_{ve,adj,H}$ ,  $H_{ve,adj,C}$  – значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

$H_{ve,extra,adj}$  – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі за рахунок нічного охолодження, Вт/К.

Внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі  $C_m$ , Вт·год/К, розраховується за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f, \quad (55)$$

$C$  – внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт·год/(м<sup>2</sup>·К), в залежності від типу будівлі приймається згідно з таблицею 16;

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м<sup>2</sup>.

Таблиця 16

## Національні значення для внутрішньої теплоємності

Клас	$C, \text{Вт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$	Деталізація
Дуже легкий	25	Каркасні будівлі зі стінами полегшеної конструкції – збірно-щитові, каркасно-засипні, каркасно-камишитові, дерев'яні, сандвіч-панелі тощо
Легкий	35	Будівлі зі стінами з монолітного шлакобетону, шлакоблоків, блоків з ніздрюватого бетону, черепашнику та інших дрібноштучних виробів із залізобетонними чи дерев'яними перекриттями
Середній	50	Будівлі великопанельні, великоблокові, з цегляними стінами товщиною в одну цеглу, із залізобетонними чи дерев'яними перекриттями
Важкий	80	Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною (1,5 – 2 цеглини), із залізобетонними перекриттями
Дуже важкий	110	Особливо капітальні будівлі з кам'яними або цегляними стінами (товщиною в 2,5 – 3,5 цеглини), із залізобетонним чи металевим каркасом, із залізобетонним перекриттям

## 4.2.9 Річні енергопотреби для опалення та охолодження

Річні енергопотреби для опалення та охолодження даної зони будівлі  $Q_{H,nd,an}$  та  $Q_{C,nd,an}$ , кВт·год, розраховуються складанням розрахованої енергопотреби за кожний місяць:

$$Q_{H,nd,an} = \sum Q_{H,nd,i} / 1000 \text{ та } Q_{C,nd,an} = \sum Q_{C,nd,i} / 1000, \quad (56)$$

де  $Q_{H,nd,i}$  – енергопотреба для опалення зони, що розглядається, для  $i$ -го місяця, Вт·год;

$Q_{C,nd,i}$  – енергопотреба для охолодження зони, що розглядається, для  $i$ -го місяця, Вт·год.

Якщо результати розрахунків  $Q_{H,nd,i}$  або  $Q_{C,nd,i}$  для певного місяця не перевищують значення в 0,1 кВт·год/м<sup>2</sup>, то допустимо результат для даного місяця приймати рівним 0.

## Приклад 5.

В таблицях 17 та 18 наведені результати розрахунків енергопотреби для опалення та охолодження розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу, визначені за наведеною методикою.

Таблиця 17

Показники розрахунку енергопотребы для опалення

Місяць року	Параметр								
	$Q_{H,тр}$ кВт·год	$Q_{H,вс}$ кВт·год	$Q_{H,лв}$ кВт·год	$Q_{H,sob}$ кВт·год	$Q_{H,инв}$ кВт·год	$Q_{H,гв}$ кВт·год	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,нб}$ кВт·год
Січень	52892	10266	63158	741	13476	14217	0	1	49051
Лютий	45186	8770	53956	1975	13011	14986	0	1	39179
Березень	40991	7956	48947	3541	13941	17481	0	1	31942
Квітень	12903	2504	15407	3600	13476	8538	1	1	7546
Травень	0	0	0	4423	13476	0	0	1	0
Червень	0	0	0	3691	13011	0	0	1	0
Липень	0	0	0	3389	14405	0	0	1	0
Серпень	0	0	0	3468	13941	0	0	1	0
Вересень	0	0	0	3198	13941	0	0	1	0
Жовтень	12797	2484	15280	2538	13941	7973	1	1	7858
Листопад	37323	7244	44567	356	13941	14296	0	1	30565
Грудень	48925	9496	58421	-115	13941	13825	0	1	44720
Всього за рік	251018	48719	299737	30804	164500	91318	2	12	210861

Таблиця 18

Показники розрахунку енергопотребы для охолодження

Місяць року	Параметр								
	$Q_{C,тр}$ кВт·год	$Q_{C,вс}$ кВт·год	$Q_{C,лв}$ кВт·год	$Q_{C,sob}$ кВт·год	$Q_{C,инв}$ кВт·год	$Q_{C,гв}$ кВт·год	$\gamma_C$	$\eta_{C,gn}$	$Q_{C,нб}$ кВт·год
Січень	61708	11977	73684	741	13476	14217	0	0	0
Лютий	53148	10315	63464	1975	13011	14986	0	0	0
Березень	49807	9667	59474	3541	13941	17481	0	0	0
Квітень	34337	6664	41002	3600	13476	17076	0	0	0
Травень	23361	4534	27895	4423	13476	17899	1	1	0
Червень	16422	3187	19610	3691	13011	16702	1	1	3139
Липень	13884	2695	16579	3389	14405	17795	1	1	4842
Серпень	14986	2909	17895	3468	13941	17409	1	1	4082
Вересень	23460	4553	28014	3198	13941	17138	1	1	0
Жовтень	35261	6844	42105	2538	13941	16478	0	0	0
Листопад	45854	8900	54754	356	13941	14296	0	0	0
Грудень	57741	11207	68947	-115	13941	13825	0	0	0
Всього за рік	429970	83452	513421	30804	164500	195304	6	5	12063

### 4.3 Сумарне енергоспоживання системами опалення, охолодження та вентиляції

У загальному випадку енергоспоживання визначається як енергопотреби плюс регулярні неутилізовані тепловтрати систем та додаткова енергія. Сумарні регулярні тепловтрати системи включають втрати теплоти під час вироблення (генерування), акумулювання, транспортування, регулювання, розподілення та виділення/тепловіддавання.

Основний принцип методу визначення регулярних тепловтрат і додаткової енергії в інженерній системі будівлі базується на аналізованні таких підсистем:

- енергетична ефективність підсистеми виділення/тепловіддачі, включаючи регулювання;
- енергетична ефективність підсистеми розподілення, включаючи регулювання;
- енергетична ефективність підсистеми акумулювання та вироблення (генерування), включаючи регулювання.

Енергію, що споживається підсистемами, розраховують окремо для теплової енергії та додаткової енергії. Для спрощеного підходу енергетичний потік для кожної підсистеми (виділення/тепловіддача, розподілення, акумулювання та вироблення/генерування) зображено на рис. 6 як для опалення, так і для охолодження.

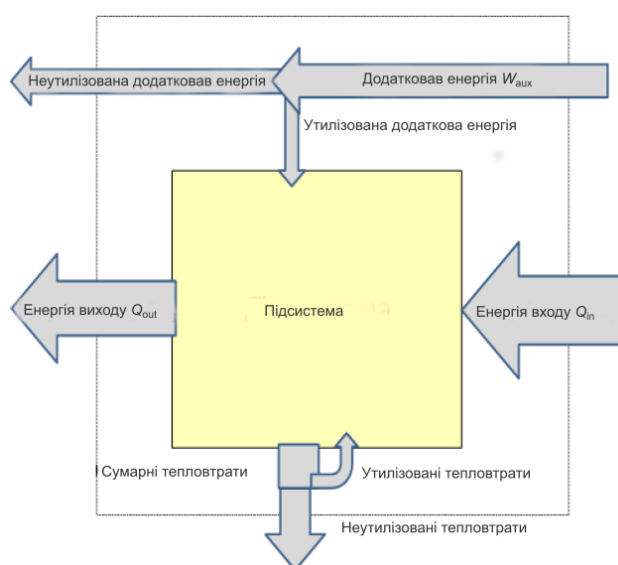


Рисунок 6 – Енергетичний потік у підсистемі

Розрізняють:

- частку регулярних тепловтрат у підсистемі, які утилізують (можуть бути утилізовані);
- частку утилізаційних регулярних тепловтрат у підсистемі, що безпосередньо утилізовані в підсистемі й тому їх віднімають від сумарних тепловтрат у підсистемі.

Додаткова енергія  $W_{aux}$  і частка регулярних тепловтрат, які утилізують, розраховується окремо для кожної підсистеми за потреби. Загальні тепловтрати в підсистемі  $Q_{ls}$  також розраховуються окремо для кожної підсистеми.

Для кожної підсистеми енергія входу розраховується за формулою:

$$Q_{in} = Q_{out} - kW_{aux} + Q_{nrvd}, \quad (57)$$

- де  $Q_{out}$  – вироблена/генерована енергія (енергія виходу);  
 $k$  – коефіцієнт для розрахунку утилізаційної частки додаткової енергії;  
 $W_{aux}$  – додаткова енергія;  
 $Q_{nrvd}$  – неутілізовані тепловтрати підсистеми:

$$Q_{nrvd} = Q_{ls} - Q_{rvd}, \quad (58)$$

- $Q_{ls}$  – сумарні тепловтрати підсистеми;  
 $Q_{rvd}$  – утилізовані тепловтрати підсистеми.

Якщо тепловтрати розраховують використанням ефективності підсистеми  $\eta$ , сумарні тепловтрати в підсистемі  $Q_{ls}$  можна розрахувати за формулою:

$$Q_{ls} = Q_{out} (1 - \eta) / \eta, \quad (59)$$

- де  $\eta$  – ефективність підсистеми (ККД);  
 $Q_{out}$  – енергія виходу з підсистеми.

Згідно з методикою стандарту ДСТУ 9190 [3] вплив систем автоматичного регулювання, встановлених у пунктах централізованого теплопостачання та охолодження, в межах розрахунків долучають до ефективності автоматичного регулювання за формулою:

$$Q_{gen,out} = Q_{dis,in} / \eta_{ac}, \quad (60)$$

- де  $Q_{gen,out}$  – вироблена/генерована енергія (енергія виходу) від підсистеми генерації (акумулявання);

$Q_{dis,in}$  – енергія входу в підсистему розподілення;

$h_{ac}$  – ефективність автоматичного регулювання.

### Приклад 6.

В таблицях 19 – 23 наведено приклади визначення даних, необхідних для розрахунку підсистеми генерації, підсистеми тепловіддачі/виділення, підсистем виробництва/генерування та акумулювання охолодження, підсистеми розподілення охолодження та тепловтрати у трубопроводах, що знаходяться в неопалюваних об'ємах для розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу.

**Таблиця 19**

#### Підсистема генерації

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Значення показника
1	$\eta_{H,gen}$	Показник ефективності підсистем виробництва/генерації та акумулювання тепла	94
2	-	Вид палива (енергоносія) для джерела теплової енергії, тип джерела теплозабезпечення	Горючі корисні копалини газоподібні, Горючі корисні копалини газоподібні, Низькотемпературні котли на газоподібному або рідкому паливі, із закритою камерою згоряння та модульованим пальником, номінальною потужністю від 120 до 1200 кВт

**Таблиця 20**

#### Підсистема тепловіддачі/виділення

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Значення показника
1	-	Тип системи тепловіддачі	Однотрубна (постійний гідравлічний режим)
2	-	Тип контролю тепловіддачі (постійний, періодичний, із зворотнім зв'язком)	Постійний тепловий режим
3	-	Тип регулювання температури в приміщенні	Відсутнє
4	$f_{hydr}$	Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи	1,09
5	$f_{im}$	Коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення	1



№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Значення показника
6	$f_{rad}$	Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку	1
7	$\eta_{str}$	Складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення	0,94
8	$\eta_{ctr}$	Складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення	0,86
9	$\eta_{emb}$	Складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем)	1
10	$\eta_{em}$	Загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні	0,833

Таблиця 21

## Підсистема виробництва/генерування та акумулювання охолодження

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Значення показника
1	$\eta_{C,gen}$	Ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання	2,25
2	$\eta_{C,ac}$	Ефективність автоматичного управління/регулювання залежно від класу ефективності системи управління/регулювання	0,93

Таблиця 22

## Підсистема розподілення охолодження

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Значення показника
1	$\eta_{C,ce}$	Ступінь утилізації теплообміну охолодження в системі охолодження	1
2	$\eta_{C,ce,sens}$	Ступінь явної утилізації теплообміну охолодження в системі охолодження	0,87
3	$\eta_{c,d}$	Ступінь утилізації підсистеми розподілення	0,9

Таблиця 23

Тепловтрати для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	$\Psi_{w,j}$	Лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу	Вт/(м × К)	1,407
2	$L_{w,j}$	Довжина секції трубопроводу	м	100
3	$\theta_{w,dis,avg,j}$	Середня температура гарячої води у секції трубопроводу	°С	45
4	$\theta_{amb,j}$	Середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення	°С	10
5	$t_w$	Період користування гарячим водопостачанням	год/рік	0

#### 4.4 Енергопотреба та енергоспоживання під час гарячого водопостачання (ГВП)

##### 4.4.1 Енергопотреби в гарячому водопостачанні

Методика визначення енергопотреб у ГВП наведена згідно з ДСТУ EN 15316-3 [11]. За відсутності точних даних дозволено використовувати питомі енергопотреби ГВП на 1 м<sup>2</sup> кондиціонованої площі будівлі, наведені в таблиці 24.

Таблиця 24

##### Питомі річні енергопотреби ГВП

Призначення будівлі	кВт·год/м <sup>2</sup>
Одноквартирні будинки	15
Багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки	20
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	10
Будівлі закладів освіти	10
Будівлі закладів дошкільної освіти	15
Будівлі закладів охорони здоров'я	30
Готелі* (на 10% більше для кожної зірочки)	25
Ресторани	60
Спортивні заклади	80

### Приклад 7.

В таблиці 25 наведені результати розрахунку енергопотреби для системи гарячого водопостачання для розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу, визначені за наведеною методикою.

**Таблиця 25**

#### Енергопотреба для гарячої води

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	-	Питома річна енергопотреба	кВт · год/ м <sup>2</sup>	30
2	$Q_{DHW,nd}$	Річна енергопотреба будівлі для постачання гарячої води	кВт · год	41490

#### 4.4.2 Підсистеми розподілення гарячого водопостачання

Методика розрахунків ефективності підсистем розподілення ГВП складена відповідно до ДСТУ EN 15316-3 [11]. Для цих розрахунків систему розподілення умовно поділяють на дві частини:

- індивідуальний розподільний трубопровід до водорозбору гарячої води користувача;
- циркуляційний контур, якщо наявний.

Тепловтрати кожної частини розраховують окремо.

Тепловтрати підсистеми розподілення ГВП сформовані з:

- тепловтрат трубопроводами;
- тепловитрат циркуляційним контуром, за наявності;
- тепловтрат використаної води під час водорозбирання.

Тепловтрати трубопроводами системи ГВП (трубопроводами циркуляційного контуру) для кожного місяця, Вт · год, розраховуються за формулою:

$$Q_{W,dis,ls} = Q_{W,dis,ls,D} + Q_{W,dis,ls,U}, \quad (61)$$

де  $Q_{W,dis,ls,D}$  – місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщеними в опалюваних об'ємах, Вт · год, визначають за формулою:

$$Q_{W,dis,ls,D} = \sum_j \Psi_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot t_{w,j}, \quad (62)$$

$Q_{W,dis,ls,U}$  – місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщеними в неопалюваних об'ємах, Вт·год, визначають за формулою:

$$Q_{W,dis,ls,U} = \sum_k \Psi_{W,k} \cdot L_{W,k} \cdot (\theta_{W,dis,avg,k} - \theta_{amb,k}) \cdot t_{w,k}, \quad (63)$$

- де  $\Psi_W$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м·К);  
 $L_W$  – довжина секції трубопроводу, м;  
 $\theta_{W,dis,avg}$  – середня температура гарячої води в секції трубопроводу, °С;  
 $\theta_{amb}$  – середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;  
 $t_w$  – період користування ГВП (для циркуляційних трубопроводів – період циркуляції), год/місяць;  
 $j$  – індекс, що позначає трубопроводи, розміщені в опалюваних об'ємах з однаковими граничними умовами;  
 $k$  – індекс, що позначає трубопроводи, розміщені в неопалюваних об'ємах з однаковими граничними умовами.

За відсутності точних даних тепловтрати в підсистемі розподілення ГВП розраховуються з використанням табличних значень лінійного коефіцієнта теплопередачі трубопроводу  $\Psi$  згідно з таблицею 24 ДСТУ 9190 [3].

Тепловтрати трубопроводами циркуляційного контуру враховані в тепловитратах трубопроводами системи ГВП та окремо не розраховуються.

Додаткові тепловтрати циркуляційного контуру під час зупинки циркуляції (від охолодження теплоносія), Вт·год, визначають для кожного місяця за формулою:

$$Q_{W,dis,ls,col,off} = \sum_{n_{norm}} \rho_W \cdot c_W \cdot V_{W,dis,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}). \quad (64)$$

- де  $\theta_{W,dis,avg,j}$  – середня температура гарячої води в секції трубопроводу, °С;  
 $\theta_{amb,j}$  – середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;  
 $\rho_W \cdot c_W$  – теплоємність води, приймається рівною 1 150 Вт·год/(м<sup>3</sup>·К);

$V_{W,dis,j}$  – об’єм води, що міститься в секції трубопроводу, м<sup>3</sup>, визначений за допомогою значень довжини та діаметра трубопроводу;

$n_{norm}$  – кількість робочих циклів (зупинок) циркуляційного насоса протягом місяця; за відсутності точних даних та для сертифікування приймається  $n_{norm} = 2$  цикли в день;

$j$  – індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Теплова енергія води у водорозбірному крані до моменту досягнення мінімально допустимої температури ГВП втрачається та її вважають тепловтратами.

Тепловтрати використаної води під час водорозбирання вважають на 100 % неутилізаційними. Допустимо використовувати спрощений розрахунок тепловтрат, кВт·год, за формулою:

$$Q_{W,em,ls} = Q_{DHW,nd} \cdot \eta_{eq} / 100, \quad (65)$$

де  $Q_{DHW,nd}$  – річні енергопотребы для ГВП, кВт·год;

$\eta_{eq}$  – еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води під час водорозбирання, приймають згідно з даними таблиці 26.

**Таблиця 26**

Тепловтрати використаної води під час водорозбирання

Тип системи ГПВ	Додаткові витрати теплоти $\eta_{eq}$ під час зливання непрогрітої води з системи ГПВ будівлі		
	на одну родину	багатоквартирної або готелю	іншої
Без циркулярного контуру	5,0%	25,0%	10,0%
Зі статично збалансованими (шайбами, ручними вентилями, діаметрами трубопроводів) циркуляційними стояками (об’єднаними в секційні вузли)	2,0%	15,0%	5,0%
З автоматично балансированими за температурою води циркуляційними стояками (за однакової кількості водорозбірних та циркуляційних стояків). З автоматично балансированими за температурою води водорозбірними стояками (перед секційними перемичками)	0	0	0

У разі використання електронагрівачів для індивідуального забезпечення гарячою водою додаткові витрати теплоти приймаються 0 %.

Додаткова енергія для підсистеми розподілення ГВП – це енергія для насосів. Загальна методика розрахунків визначена згідно з ДСТУ EN 15316-3 [11].

Місячне споживання додаткової енергії для насоса, Вт·год, допустимо розраховувати на підставі маркування потужності насоса за формулою:

$$W_{W,dis,aux} = P_{pmp} \cdot t_{pmp} \cdot N, \quad (66)$$

де  $P_{pmp}$  – маркування потужності насоса, Вт;

$t_{pmp}$  – час роботи насоса, год/доба. За відсутності точних даних приймається стандартне значення 24 год/добу як найгірша ситуація згідно з ДСТУ EN 15316-3 [11];

$N$  – кількість діб роботи насоса протягом відповідного місяця.

Регулярні тепловтрати з секцій трубопроводу, розміщених в опалюваних приміщеннях, утилізують у вигляді опалення приміщення під час опалювального періоду. Частина таких втрат може бути утилізована і вони здійснюють внесок у нагрівання приміщення.

Утилізаційні регулярні тепловтрати за кожен місяць, Вт·год, виражаються часткою тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що містяться в опалюваних приміщеннях, та часткою додаткового енергоспоживання під час розподілення за формулою:

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls,D} \cdot f_{W,dis,ls,rbl} + W_{W,dis,aux} \cdot f_{W,dis,aux,rbl}, \quad (67)$$

де  $Q_{W,dis,ls,D}$  – тепловтрати підсистеми розподілення ГВП трубопроводами, розміщеними в опалюваних об'ємах за відповідний місяць, Вт·год;

$W_{W,dis,aux}$  – споживання додаткової енергії для насоса за відповідний місяць, Вт·год;

$f_{W,dis,ls,rbl}$  – частка тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення;

$f_{W,dis,aux,rbl}$  – частка додаткового енергоспоживання під час розподілення, що може бути утилізована для опалення приміщення.

Частки залежать від тривалості опалювального періоду та місяця розташування насоса. Для спрощення приймають, що 50 % утилізаційних тепловтрат протягом опалювального періоду може бути утилізовано в підсистемі розподілення ГВП та що утилізується 80 % додаткової енергії.

#### 4.4.3 Річне енергоспоживання під час гарячого водопостачання

Річний обсяг енергоспоживання системи ГВП, кВт·год, визначається за формулою:

$$Q_{DHW,use} = [Q_{DHW,nd} + Q_{W,em,L} + \sum_m(Q_{W,dis,ls,m} + Q_{W,dis,ls,col,off,m}) / 1000] / \eta_{gen}, \quad (68)$$

де  $Q_{DHW,nd}$  – енергопотреби ГВП, кВт·год;

$Q_{W,dis,ls,m}$  – тепловтрати підсистеми розподілення ГВП для  $m$ -го місяця, Вт·год;

$Q_{W,dis,ls,col,off,m}$  – тепловтрати циркуляційного контуру ГВП під час зупинки циркуляції для  $m$ -го місяця, Вт·год;

$Q_{W,em,l}$  – тепловтрати використаної води ГВП під час водорозбирання, кВт·год;

$\eta_{gen}$  – ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти.

Загальний обсяг енергоспоживання системи ГВП  $Q_{DHW,tot,use}$ , кВт·год, визначається за формулою:

$$Q_{DHW,tot,use} = Q_{DHW,use} + \sum_m(W_{W,dis,aux,m}) / 1000, \quad (69)$$

де  $W_{W,dis,aux,m}$  – додаткова енергія системи ГВП для  $m$ -го місяця, Вт·год.

#### 4.5 Енергоспоживання під час освітлення

Річний обсяг енергоспоживання під час освітлення  $Q_{Wuse}$ , кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP}, \quad (70)$$

де  $Q_{WL}$  – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт·год;

$Q_{WP}$  – паразитна енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням у будівлі, кВт·год.

Значення  $Q_{WL}$  розраховують за формулою:

$$Q_{WL} = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)] \cdot A_f / 1000, \quad (71)$$

де  $P_N$  – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, приймається осереднене значення для всіх приміщень будівлі відповідно до ДБН В.2.5-28 [12], Вт/м<sup>2</sup>;

$F_C$  – постійний коефіцієнт яскравості, що належить до використання навантаження встановленого освітлення під час функційного контролю сталої освітленості зони, приймається згідно з таблицею 27;

$F_o$  – коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, приймається згідно з таблицею 27;

$F_D$  – коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, приймається згідно з таблицею 27;

$t_D$  – час використання штучного освітлення в світлий (денний) період часу протягом року, год, приймається згідно з таблицею 27;

$t_N$  – час використання штучного освітлення в темний період часу протягом року, год, приймається згідно з таблицею 27;

$A_f$  – кондиціонована площа будівлі, м<sup>2</sup>.

Значення  $Q_{WP}$  розраховуються за формулою:

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc}, \quad (72)$$

де  $P_{em}$  – загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт·год/м<sup>2</sup>, приймається згідно з таблицею 27;

$P_{pc}$  – загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт·год/м<sup>2</sup>, приймається згідно з таблицею 27;

$A_{em}$  – площа будівлі, м<sup>2</sup>, на якій передбачено застосування аварійного освітлення;



$A_{pc}$  – площа будівлі,  $m^2$ , на якій передбачено застосування регульованого освітлення.

В таблиці 27 наведені типові значення для розрахунку енергоспоживання під час освітлення будівель деяких типів. Більш детальна інформація міститься у таблиці 35 ДСТУ 9190 [3].

**Таблиця 27**

Типові значення для розрахунку енергоспоживання під час освітлення

Призначення будівлі	Додаткова енергія		$t_D$	$t_N$	$F_c$		$F_o$		$F_D$	
	Аварійне $P_{em}$	Управління/регулювання $P_{pc}$	год	год	Відсутня cte	Наявна cte	Ручний режим	Автоматичний	Ручний режим	Автоматичний
					кВт·год/ ( $m^2$ ·рік)	кВт·год/ ( $m^2$ ·рік)				
Одноквартирні будинки	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Будівлі закладів освіти	1	5	1 800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8
Будівлі закладів дошкільної освіти	1	5	1 800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8
Будівлі закладів охорони здоров'я	1	5	3 000	200	1	0,9	0,9	0,8	1	0,8
Готелі* (на 10% більше для кожної зірочки)	1	5	3 000	2 000	1	0,9	0,7	0,7	1	1

### Приклад 8.

В таблиці 28 наведені результати розрахунків питомого енергоспоживання на освітлення розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу, виконані за наведеною методикою.

Таблиця 28

## Питоме енергоспоживання освітлення

№ з/п	Позначення показника	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	$P_N$	Питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі	Вт/м <sup>2</sup>	8
2	$F_c$	Постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання освітлення при функціонуєму контролі сталої освітленості зони	-	1
3	$F_o$	Коефіцієнт використання освітлення, який є співвідношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення та періоду використання зони	-	0,7
4	$F_D$	Коефіцієнт природного освітлення, який є співвідношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення та наявного природного освітлення зони	-	1
5	$t_D$	Час використання природного освітлення протягом року	год	3000
6	$t_N$	Час використання штучного освітлення протягом року	год	2000
7	$P_{em}$	Загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення	кВт·год/м <sup>2</sup>	1
8	$P_{pc}$	Загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують	кВт·год/м <sup>2</sup>	5
9	-	Режим контролю/регулювання постійної освітленості (наявний, відсутній)	-	відсутній
10	-	Режим керування освітленням (ручний, автоматичний)	-	ручний
11	$A_{em}$	Площа будівлі, на якій передбачено застосування аварійного освітлення	м <sup>2</sup>	1383
12	$A_{pc}$	Площа будівлі, на якій передбачено застосування регульованого освітлення	м <sup>2</sup>	1383

## Розділ 5

**Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель**

Значення мінімальних вимог до енергетичної ефективності в енергетичному сертифікаті повинно бути визначено відповідно до Мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель, затверджених наказом Міністерства розвитку громад та територій України від 27 жовтня 2020 року № 260 [14].

При новому будівництві, реконструкції, що веде до зміни функціонального призначення будівлі, мінімальною вимогою щодо енергетичної ефективності будівлі є клас "С".

При реконструкції, капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин мінімальною вимогою є виконання умови:

$$EP_{use} \leq 1,2 \times EP_p, \quad (73)$$

де  $EP_{use}$  – загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, кВт·год/м<sup>2</sup>, (кВт·год/м<sup>3</sup>), що розраховується за Методикою визначення енергетичної ефективності будівель;

$EP_p$  – граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель, кВт·год/м<sup>2</sup>, (кВт·год/м<sup>3</sup>), наведене у таблиці 30.

При реконструкції, капітальному ремонті, визначених проектною документацією частин будівлі (окремих огорожувальних конструкцій в цілому), мінімальною вимогою є виконання умови:

$$R_{\Sigma np} \geq R_{q \min}, \quad (74)$$

де  $R_{\Sigma np}$  – приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup>·К/Вт, визначається згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель» [5];

$R_{q \min}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі, м<sup>2</sup>·К/Вт, визначається згідно з ДБН В.2.6-31 [5].

До окремих огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки відносяться зовнішні стіни, внутрішні стіни та перекриття, що розмежують опалювальні та неопалювальні об'єми, стіни нижче рівня

грунту, підлоги по ґрунту, перекриття неопалювальних горищ, перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами, покриття різних типів, світлопрозорі конструкції, зовнішні двері.

Мінімальною вимогою до енергоефективності інженерних систем є клас енергоефективності технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління інженерних систем (відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [9]), який приймається не нижче класу енергоефективності будівлі.

**Таблиця 30**

Граничні значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні житлових та громадських будівель

№ з/п	Вид будівлі (еталонні будівлі)	Граничне значення питомого енергоспоживання будівель при опаленні та охолодженні, $EP_p$ , кВт·год/м <sup>2</sup> [кВт·год/м <sup>3</sup> ], для температурної зони України	
		I	II
<b>1</b>	<b>Будівлі житлові (поверховість):</b>		
	Від 1 до 3	120	110
	Від 4 до 9	85	75
	Від 10 до 16	75	70
	17 і більше	70	65
<b>2</b>	<b>Громадські будівлі (поверховість):</b>		
	Від 1 до 3	$[38 \wedge_{bei+15}]$	$[34 \wedge_{bei+13}]$
	Від 4 до 9	[30]	[25]
	10 і більше	[25]	[20]
<b>3</b>	<b>Окремі типи громадських будівель:</b>		
<b>3.1</b>	<b>Будівлі готельні</b>	$57 \wedge_{bei+60}$	$50 \wedge_{bei+55}$

## Розділ 6

### Вимоги до форми та змісту енергетичного сертифікат та витягу з енергетичного сертифікату

Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності повинні включати в себе:

- стислий опис існуючої ситуації (опис наявних проблем, на вирішення яких спрямовані запропоновані заходи);
- опис запропонованих заходів (технічні характеристики, переваги від впровадження заходу порівняно з існуючим станом, перелік основних та додаткових робіт, необхідних для реалізації заходів, час, необхідний на реалізацію заходів);
- очікувані показники економії енергії та витрат на оплату житлово-комунальних послуг;
- фінансові витрати на реалізацію заходів (проектування та планування, матеріали, обладнання, монтажні роботи, наладка та запуск, обслуговування);
- перелік додаткових заходів необхідних для забезпечення ефективною поетапної реалізації рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності;
- інформацію про можливість отримання більш детальних відомостей, зазначених у сертифікаті, включаючи інформацію про економічну ефективність викладених у такому сертифікаті рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель та/або їх відокремлених частин.

Енергетичний сертифікат виготовляється з використанням реєстру будівельної діяльності за встановленою формою, відповідно до Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката. Наказ № 172 від 11.07.2018 [14].

В енергетичному сертифікаті зазначається така інформація:

- 1) адреса (місцезнаходження) будівлі;
- 2) ідентифікатор об'єкта будівництва (зазначається лише для об'єктів, яким присвоєно ідентифікатор об'єкта будівництва або закінченого будівництвом об'єкта до видачі енергетичного сертифіката);
- 3) відомості про об'єкт сертифікації;

- 4) функціональне призначення та назва будівлі;
- 5) відомості про конструкцію будівлі;
- 6) фотографія;
- 7) шкала класів енергетичної ефективності;
- 8) клас енергетичної ефективності;
- 9) питоме енергоспоживання (зазначається всередині стрілки, розташованої навпроти відповідного класу енергетичної ефективності шкали класів енергетичної ефективності);
- 10) питоме споживання первинної енергії;
- 11) питомі викиди парникових газів;
- 12) дані енергоаудитора;
- 13) номер та дата реєстрації;
- 14) характеристики огорожувальних конструкцій будівлі;
- 15) опис виявленого стану огорожувальних конструкцій;
- 16) показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі визначені за результатами сертифікації та встановлені мінімальні вимоги до енергетичної ефективності, а саме:
  - питома енергопотреба;
  - питоме енергоспоживання;
  - питоме споживання первинної енергії;
  - питомі викиди парникових газів,  $\text{кг}/\text{м}^{-2}$ .
- 17) показники енергоспоживання будівлі – абсолютні значення річного споживання енергії будівлею за рік та питомі показники щодо обсягів споживання енергії будівлею, визначені за результатами сертифікації та за показами відповідних приладів обліку, а саме:
  - річне енергоспоживання при опаленні, тис. кВт·год;
  - річне енергоспоживання при охолодженні, тис. кВт·год;
  - річне енергоспоживання при постачанні гарячої води, тис. кВт·год;
  - річне енергоспоживання при вентиляції, тис. кВт·год;
  - річний обсяг енергоспоживання при освітленні, тис. кВт·год;
  - питоме енергоспоживання при опаленні;

- питоме енергоспоживання при охолодженні;
- питоме споживання енергії при постачанні гарячої води;
- питоме енергоспоживання на роботу механічної вентиляції;
- питоме енергоспоживання при освітленні.

18) діаграма річного енергоспоживання будівлі;

19) причини відхилення обсягів споживання, визначених за результатами сертифікації, від обсягів споживання, визначених за показами відповідних приладів обліку;

20) характеристики інженерних систем будівлі, виявлені за результатами сертифікації енергетичної ефективності будівлі;

21) рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності.

Питома енергопотреба  $EN$ , що має бути зазначена в енергетичному сертифікаті розраховується за формулами:

- для житлових будівель:

$$EN = \frac{Q_{H,nd} + Q_{C,nd}}{A_f}, \quad (75)$$

- для громадських будівель:

$$EN = \frac{Q_{H,nd} + Q_{C,nd}}{V}, \quad (76)$$

де  $EN$  – питома енергопотреба;

$Q_{H,nd}$  – річна енергопотреба будівлі на опалення, кВт·год;

$Q_{C,nd}$  – річна енергопотреба будівлі на охолодження, кВт·год;

$A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>;

$V$  – кондиціонований (опалюваний) об'єм будівлі м<sup>3</sup>.

Для громадських будівель питоме енергоспоживання при освітленні  $EP'_{W,use}$ , що має бути зазначено в енергетичному сертифікаті розраховується за формулою:

$$EP'_{W,use} = \frac{EP_{W,use} \cdot A_f}{V}, \quad (77)$$

де  $EP_{W,use}$  – питоме енергоспоживання при освітленні, кВт·год/м<sup>2</sup>;

$A_f$  – кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м<sup>2</sup>;

$V$  – кондиціонований (опалюваний) об'єм будівлі  $\text{м}^3$ .

### Приклад 9.

В таблиці 31 наведено показники енергетичної ефективності для розглянутої у Прикладі 1 будівлі готельного типу, визначені за наведеною методикою.

**Таблиця 31**

Показники енергетичної ефективності для будівлі готельного типу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
1	Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	161,19
		$[\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^3]$	
2	Питоме енергоспоживання опалення	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	212,15
		$[\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^3]$	
3	Питоме енергоспоживання охолодження	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	5,13
		$[\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^3]$	
4	Питоме енергоспоживання гарячого водопостачання	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	39,89
		$[\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^3]$	
5	Питоме енергоспоживання системи вентиляції	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	0,00
		$[\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^3]$	
6	Питоме енергоспоживання освітлення	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	34,00
7	Питоме споживання первинної енергії	$\text{кВт} \times \text{год}/\text{м}^2$	316,38

Форма енергетичного сертифіката наведена на рис. 7.1-7.4.

Для виготовлення енергетичного сертифіката енергоаудитор, з використанням електронного кабінету користувача Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва, вносить до реєстру будівельної діяльності дані енергетичного сертифіката. Енергетичний сертифікат вважається виготовленим з моменту присвоєння йому реєстраційного номера в реєстрі будівельної діяльності.



## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	<input type="text"/>																
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	<input type="text"/>																
Відомості про об'єкт сертифікації	<input type="text"/>																
Функціональне призначення та назва будівлі:	<input type="text"/>																
<b>Відомості про конструкцію будівлі</b>																	
Загальна площа, (м <sup>2</sup> ):	<input type="text"/>	<input type="text"/>															
Загальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	<input type="text"/>																
Опалювана площа, (м <sup>2</sup> ):	<input type="text"/>																
Опалюваний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	<input type="text"/>																
Кількість поверхів:	<input type="text"/>																
Рік прийняття в експлуатацію:	<input type="text"/>																
Кількість під'їздів або входів:	<input type="text"/>																
<b>Шкала класів енергоефективності</b>		<b>Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання</b>															
		<table border="1"> <tr> <td>&lt;</td> <td></td> </tr> <tr> <td>&lt;</td> <td></td> </tr> <tr> <td>≤</td> <td>←</td> </tr> <tr> <td>≤</td> <td></td> </tr> <tr> <td>≤</td> <td></td> </tr> <tr> <td>≤</td> <td></td> </tr> <tr> <td>&gt;</td> <td></td> </tr> </table>		<		<		≤	←	≤		≤		≤		>	
<																	
<																	
≤	←																
≤																	
≤																	
≤																	
>																	
Питоме споживання первинної енергії:		<input type="text"/>															
Питомі викиди парникових газів:		<input type="text"/>															
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації:															
<input type="text"/>		<input type="text"/>															

Рисунок 7.1 – Форма енергетичного сертифіката будівлі

### I. Характеристики огорожувальних конструкцій будівлі

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, (м <sup>2</sup> ×К/Вт)		Площа А, (м <sup>2</sup> )
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальними вимогами до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни			
Суміщені покриття			
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу			
Горищні перекриття неопалюваних горищ			
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами			
Світлопрозорі огорожувальні конструкції			
Зовнішні двері			
Опис виявленого стану огорожувальних конструкцій			
<p>Зовнішні стіни:</p> <p>Світлопрозорі конструкції (віконні, балконні блоки та ін.):</p> <p>Зовнішні двері:</p> <p>Дах:</p> <p>Підвал:</p>			

**Рисунок 7.2** – Форма енергетичного сертифіката будівлі (продовження)

## II. Показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі

### Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні вимоги
Питома енергопотреба (кВт×год/м <sup>2</sup> або [кВт×год/м <sup>3</sup> ])		
Питоме енергоспоживання (кВт×год/м <sup>2</sup> або [кВт×год/м <sup>3</sup> ])		
Питоме споживання первинної енергії (кВт×год/м <sup>2</sup> або [кВт×год/м <sup>3</sup> ])		
Питомі викиди парникових газів (кг/м <sup>2</sup> )		

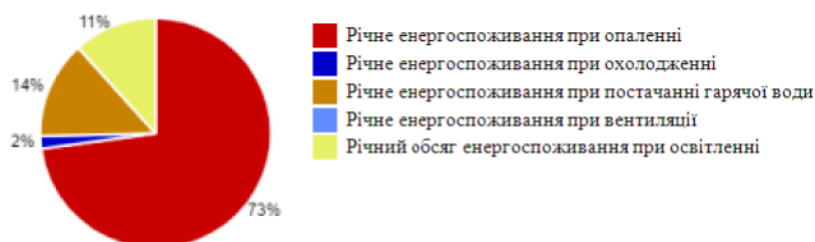
### Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік			
	Визначений за показами відповідних приладів обліку		Визначений за результатами сертифікації	
	тис. кВт×год	кВт×год/м <sup>2</sup> [кВт×год/м <sup>3</sup> ]	тис. кВт×год	кВт×год/м <sup>2</sup> [кВт×год/м <sup>3</sup> ]
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі				
Енергоспоживання при опаленні				

**Рисунок 7.3** – Форма енергетичного сертифіката будівлі (продовження)

Енергоспоживання при охолодженні				
Енергоспоживання при постачанні гарячої води				
Енергоспоживання при вентиляції				
Обсяг енергоспоживання при освітленні				
<b>УСЬОГО:</b>				

Діаграма річного енергоспоживання будівлі



Причини відхилення обсягів споживання визначених за результатами сертифікації від обсягів споживання визначених за показами відповідних приладів обліку

### III. Характеристики інженерних систем будівлі

Системи опалення

Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції
Системи постачання гарячої води
Системи освітлення

### IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

**Рисунок 7.4** – Форма енергетичного сертифіката будівлі (закінчення)

## Розділ 7

### Вимоги до форми та змісту витягу з енергетичного сертифіката

Витяг з енергетичного сертифіката, як складова частина енергетичного сертифіката, складається з використанням реєстру будівельної діяльності відповідно до форми витягу з енергетичного сертифіката, наведеної на рис. 8.

У витягу з енергетичного сертифіката зазначається така інформація:

- 1) адреса (місцезнаходження) будівлі;
- 2) ідентифікатор об'єкта будівництва - зазначається лише для об'єктів, яким присвоєно ідентифікатор об'єкта будівництва або закінченого будівництвом об'єкта до видачі енергетичного сертифіката;
- 3) відомості про об'єкт сертифікації;
- 3) функціональне призначення та назва будівлі;
- 4) відомості про конструкцію будівлі, а саме: опалювана площа ( $m^2$ ), опалюваний об'єм ( $m^3$ ), кількість поверхів (якщо будівля складається з кількох різних секцій, послідовно зазначається кількість поверхів кожної секції), рік прийняття в експлуатацію;
- 5) шкала класів енергетичної ефективності;
- 6) клас енергетичної ефективності будівлі;
- 7) питоме енергоспоживання, що зазначається всередині стрілки, розташованої навпроти відповідного класу енергетичної ефективності шкали класів енергетичної ефективності;
- 8) питоме споживання первинної енергії, з відповідною відміткою рівня питомого споживання первинної енергії на шкалі питомого споживання первинної енергії;
- 9) питомі викиди парникових газів, з відповідною відміткою рівня питомих викидів парникових газів на шкалі питомих викидів парникових газів;
- 10) дані енергоаудитора;
- 11) номер та дата реєстрації.

ФОРМА  
витягу з енергетичного сертифіката  
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																						
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																						
Відомості про об'єкт сертифікації	<input style="width: 100%;" type="text"/>																						
Функціональне призначення та назва будівлі:	<input style="width: 100%;" type="text"/>																						
<b>Відомості про конструкцію будівлі</b>																							
Опалювана площа, (м <sup>2</sup> ):	<input style="width: 100px;" type="text"/>	Опалюваний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	<input style="width: 100px;" type="text"/>																				
Кількість поверхів:	<input style="width: 100px;" type="text"/>	Рік прийняття в експлуатацію:	<input style="width: 100px;" type="text"/>																				
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання																					
	<																						
	<																						
	≤																						
	≤																						
	≤																						
	≤																						
	>																						
Питоме споживання первинної енергії:		<input style="width: 100%;" type="text"/>																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">50</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">100</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">150</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">200</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">250</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">300</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">350</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">400</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">&gt;450</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">&gt;90</td> </tr> </table>				0	50	100	150	200	250	300	350	400	>450	0	10	20	30	40	50	60	70	80	>90
0	50	100	150	200	250	300	350	400	>450														
0	10	20	30	40	50	60	70	80	>90														
Питомі викиди парникових газів:		<input style="width: 100%;" type="text"/>																					
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації:																					
<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>																					

Рисунок 8 – Форма витягу з енергетичного сертифіката будівлі

## НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

### *Основні:*

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359)
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія
3. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання
4. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель
5. ДБН В.2.6-31 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
6. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови (EN ISO 10077-1:2006 + EN ISO 10077-1:2006/AC:2009, IDT)
7. ДСТУ ISO 10211-1 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи (ISO 10211-1:1995, IDT)
8. ДСТУ ISO 10211-2 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення (ISO 10211-2:2001, IDT)
9. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
10. ДСТУ EN 14351-1:2020 (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT) Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері
11. ДСТУ EN 15316-3:2017 (EN 15316-3:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 3. Теплорозподілення та холодорозподілення (гаряче водопостачання, опалення та охолодження), Модулі М3-6, М4-6, М8-6
12. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

13. Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель. Наказ № 260 від 27.10.2020
14. Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката. Наказ № 172 від 11.07.2018

*Додаткові:*

15. ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій
16. ДСТУ EN 12831-1:2017 (EN 12831-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3
17. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)
18. ДСТУ EN 15232-1:2017 (EN 15232-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі М10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
19. ДСТУ Б EN 15241:2015 Вентиляція будівель. Методи розрахунку енерговитрат при вентиляції та інфільтрації повітря у будівлях (EN 15241:2007, IDT + EN 15241:2007/AC:2011, IDT)
20. ДСТУ Б EN 15243:2015 Вентиляція будівель. Розрахунок температури приміщень та методи визначення навантажень і енергопотреб для будівель з системами кондиціонування повітря (EN 15243:2007, IDT)
21. ДСТУ EN 15316-2:2017 (EN 15316-2:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 2. Тепловіддача та холодовіддача (опалення та охолодження), Модулі М3-5, М4-5
22. ДСТУ EN 15316-4-1:2017 (EN 15316-4-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергетичних характеристик та показників ефективності системи. Частина 4-1. Системи опалення приміщень та гарячого водопостачання, системи спалювання палива (опалювальні котли, біомаса), модулі М 3-8-1, М 8-8-1









23. ДСТУ EN 15316-4-2:2017 (EN 15316-4-2:2017, IDT)  
Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 4-2. Системи генерування тепла, системи теплових насосів, Модулі М3-8-2, М8-8-2
24. ДСТУ EN 15316-4-3:2017 (EN 15316-4-3:2017, IDT)  
Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергетичних характеристик та показників ефективності системи. Частина 4-3. Системи теплопостачання, теплові сонячні та фотоелектричні системи, модулі М 3-8-3, М 8-8-3, М 11-8-3
25. ДСТУ EN 15316-4-5:2017 (EN 15316-4-5:2017, IDT)  
Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 4-5. Централізоване опалення та охолодження, Модулі М3-8-5, М4-8-5, М8-8-5, М11-8-5
26. ДСТУ EN 15378-1:2017 (EN 15378-1:2017, IDT)  
Енергоефективність будівель. Системи опалення та гарячого водопостачання будівель. Частина 1. Інспектування котлів, систем опалення та гарячого водопостачання, Модулі М3-11, М8-11
27. ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987, IDT)
28. ДСТУ ISO 14683:2007 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Лінійний коефіцієнт теплопередавання. Спрощені методики розраховування та стандартні значення (ISO 14683:1999, IDT)

ДОДАТОК А  
**Енергетичний сертифікат готельної будівлі**  
**Витяг з енергетичного сертифікату**

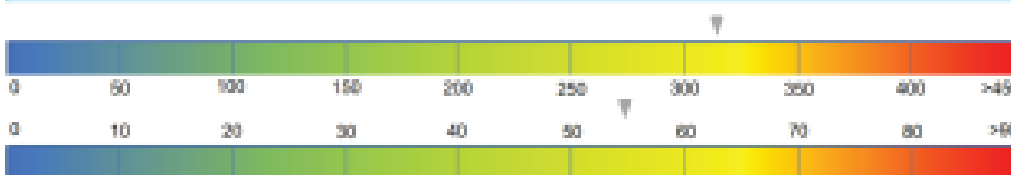
## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Львівська область, м. Львів, вул. ---, ---
Ідентифікатор об'єкта будівництва:	
Відомості про об'єкт сертифікації	існуюча будівля
Функціональне призначення та назва будівлі:	Будівля готельна, Визначення енергетичної ефективності будівель.

Відомості про конструкцію будівлі	
Загальна площа, (м <sup>2</sup> ):	505.13
Загальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	4243.08
Опалювана площа, (м <sup>2</sup> ):	1383.0
Опалюваний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	3871.5
Кількість поверхів:	3
Рік прийняття в експлуатацію:	1985
Кількість під'їздів або в'їздів:	3

Шкала класів енергоефективності	кВт х год/м <sup>2</sup>	Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання
	<44	 3021
	<71	
	≤89	
	≤107	
	≤120	
	≤134	
	>134	

Питоме споживання первинної енергії:	316
--------------------------------------	-----



Питомі викиди парникових газів:	55
---------------------------------	----

Дані енергоаудитора: XXXXXXXXXXXXXXXXXX, AP 000055	Номер та дата реєстрації:
---	---------------------------

## I. Характеристики огорожувальних конструкцій будівлі

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, ( $m^2 \cdot K / Wt$ )		Площа А, м <sup>2</sup>
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені значення з огляду на вимоги до енергетичної ефективності	
Зовнішні стіни	0.42	4.0	775.96
Суцільні перекриття	-	7.0	-
Покриття опалювальних горнищ (теплових поверхів) та покриття майсардного типу	-	6.0	-
Горнищі перекриття неопалювальних горнищ	1.86	6.0	505.13
Перекриття над проходами та неопалювальними підвалами	2.05	5.0	505.13
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0.43	0.9	194.94
Зовнішні двері	0.17	0.7	19.8

## Опис виявленого стану огорожувальних конструкцій

**Зовнішні стіни:**

Зовнішні стіни складаються з наступних шарів: 1. керамзитобетон товщиною 380 мм (густиною 1600 кг/м<sup>3</sup>); 2. розни цементно-піщаний товщиною 50 мм. Стан стін будівлі - добрий.

**Вікна та балконні блоки:**

Частина вікон в будівлі - металопластикові, з потрійним склінням та низькоемісійним покриттям, заповнені аргоном, частини - дерев'яні. Вікна МЗК з подвійним склінням та низькоемісійним покриттям, заповнені аргоном, 5-камерна пластикова рама, товщина 60 мм.

**Зовнішні двері:**

Вхідні двері металеві, неутеплені, товщина дверей - 60мм

**Дах:**

Неопалювальне горнище. Перекриття виготовлене з залізо-бетонних панелей (220 мм), мінеральної вати зі шпательного волокна (100 мм), покритого цементною стяжкою (50 мм).

**Підвал:**

Підлога будівлі -неопалювальний підвал. Перекриття: залізобетон (220 мм), цементно-піщана стяжка (50 мм), граній керамзитовий, густиною 300 кг/м<sup>3</sup> (50 мм)

## II. Показники енергетичної ефективності та фактичного енергоспоживання будівлі

Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника енергетичної ефективності будівлі	Значення показника енергетичної ефективності будівлі	
	Визначене за результатами сертифікації	Встановлені мінімальні значення
Питома енергопотреба (кВт х год/м <sup>2</sup> )	161.19	
Питома енергоспоживання (кВт х год/м <sup>2</sup> )	217.00	89.46
Питома споживання первинної енергії (кВт×год/м <sup>2</sup> )	316.38	
Питома викиди парникових газів (кг/м <sup>2</sup> )	55.45	

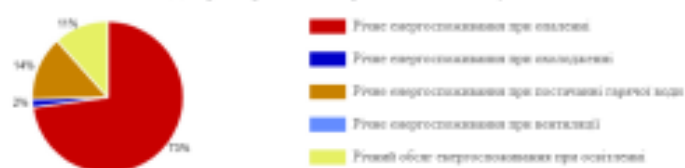
Показники енергоспоживання будівлі

Вид енергоспоживання	Обсяг енергоспоживання за рік			
	Визначений за показами відповідних приладів обліку		Визначений за результатами сертифікації	
	тис. кВт×год	кВт×год/м <sup>2</sup> [кВт×год/м <sup>2</sup> ]	тис. кВт×год	кВт×год/м <sup>2</sup> [кВт×год/м <sup>2</sup> ]
Види енергоспоживання, за якими визначається клас енергетичної ефективності будівлі				
Енергоспоживання при опаленні	-	-	293.41	212.15
Енергоспоживання при охолодженні	-	-	7.09	5.13
Енергоспоживання при постачанні гарячої води	-	-	55.17	39.89
Енергоспоживання при вентиляції	-	-	-	0.00
Обсяг енергоспоживання при освітленні	-	-	47.02	34.00
<b>УСЬОГО:</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>402.7</b>	<b>291.18</b>

Причини відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних

Значення «балансового» енергоспоживання на опалення є більшим, ніж фактичне, оскільки в будівлі не дотримуються нормативних значень по внутрішній температурі повітря та повітряобміну. В розрахунковому обсязі енергоспоживання системи опалення будівлі враховані тепловтрати системи генерації та транспортування, а в фактичному обсязі - тільки внутрішньобудинкове споживання. Система охолодження будівлі відсутня. В системі освітлення відсутня система акумуляції енергії.

Діаграма річного енергоспоживання будівлі



### III. Характеристики інженерних систем будівлі

#### Системи опалення

Джерело опалення – власна котельня на природному газі, котел не конденсаційний, потужність 200 кВт. Регулювання ручне, відбувається в котельні. Внутрішня система опалення одноконтурна. Термостатичні регулятори відсутні, автоматичні балансувальні клапани на стояках системи опалення відсутні

Трубопроводи системи опалення та ГВС не ізолювані, проходять в неопалювальному підвалі.

В якості приладів опалення застосовані переважно чавунні радіатори MC-140. Стан приладів опалення – прийнятний. Спостерігається гідравлічне розбалансування системи. В будівлю відсутнє будь-яке автоматичне регулювання температури теплоносія системи опалення від погодних умов та внутрішніх температур.

#### Системи охолодження, кондиціонування, вентиляції

Система охолодження відсутня, вентиляція природна.

#### Системи постачання гарячої води

ГВП забезпечується газовим котлом.

#### Системи освітлення

Існуюча система освітлення в основному представлена світильниками з люмінесцентними та LED лампами. При цьому рівень освітленості в приміщеннях будівлі не відповідає діючим нормам та необхідному рівню.

#### IV. Рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності

##### Улаштування теплоізоляції зовнішніх стін

Для підвищення енергоефективності будівлі пропонується здійснити теплоізоляцію зовнішніх стін. Пропонується застосовувати зовнішню систему теплової вертикальної ізоляції Rockwool, Ceresit, Knauf, Cerotect або подібну. Система теплоізоляції повинна:

- забезпечити достатню термостійкість елемента оболонки будівлі та необхідну паростійкість нанесених шарів;
- відповідати вимогам до міцності та деформацій;
- відповідати вимогам пожежної та екологічної безпеки.

Анкери кріплення теплоізоляції повинні здійснюватися відповідно до вимог виробника.

Під час утеплення фасаду слід передбачити також ізоляцію зовнішніх укосів усіх отворів у огорожувальних конструкціях, наприклад, вікон та дверей.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
1707112	168622	387830	4,4

##### Заміна/ремонт блоків віконних, блоків балконних дверей, віконних дверей та скління балконів

Наявні конструкції мають низькі показники енергоефективності, тому пропонується замінити їх. Нові віконні та дверні конструкції пропонується встановити з подвійним склопакетом, енергоефективним зашкленням та заповненням аргоном.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
1016000	9369	21549	47,1

##### Улаштування теплогідроізоляції покрівлі

Наразі покрівля не теплоізолювана. Пропонується утеплити покрівлю шаром утеплювача, що зникає значення теплопередачі. Необхідно забезпечити належну гідроізоляцію для запобігання протікання води в теплоізоляційний шар та в будівельні конструкції.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
1000157	10999	25297	39,5

### Улаштування теплоізоляції перекриття над неопалювальним підвалом і над пробілами будинку та улаштування теплоізоляції підлоги на ґрунті

У будівлі наявна нетеплоізолювана підлога. Рекомендовано провести утеплення підлоги мінеральною ватою або екструдованим пінополістиролом.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
606156	8291	19070	31.8

### Заміна або модернізація допоміжного обладнання системи теплостачання

Відсутність автоматичного регулювання температури подачі і неможливість регулювати витрату теплоносія призводить до неефективної роботи системи. Таким чином, установка системи погодозалежного принесе хороший енергозберігаючий ефект. Таке рішення дозволить адаптувати постачання тепла до будівлі відповідно до фактичного споживання залежно від температури на вулиці. Автоматичне управління (регулятор) повинно дозволити програмувати зниження температури на вихідні або святкові дні (або згідно з іншим необхідним робочим графіком).



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
200000	10782	24798	8.1

Модернізація внутрішнь-будинкової системи опалення (Гідравлічне балансування системи опалення / Встановлення вузлів розподільного обліку теплової енергії / Встановлення автоматичних регуляторів температури повітря у приміщеннях / Заміна приладів системи опалення)

Пропонується модернізувати систему шляхом встановлення термостатичних клапанів, та проведенням гідравлічного балансування системи опалення (установка балансувальних клапанів).



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
540000	6642	15276	35.4

### Впровадження системи енергомоніторингу та діагностичної

Єдиною основою для правильного обліку енергії є встановлення належного вимірювального обладнання, тому пропонується організувати зчитування даних з виступаючого вимірювального обладнання:

- Лічильник тепла для системи опалення;
- Лічильник тепла для ГВП;
- Лічильник(и) електроенергії;
- Лічильник холодної води.

Також рекомендовано організувати моніторинг даних мікроклімату:

- внутрішні температури типових приміщень;
- вологість типових приміщень;
- рівень CO<sub>2</sub> типових приміщень;
- зовнішню температуру.



Інвестиції	Чиста економія, кВтгод/рік	Чиста економія, грн/рік	Окупність
100000	623	1432	69.8



## ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі:	Львівська область, м. Львів, вул. ..., ...		
Ідентифікатор об'єкта будівництва:			
Відомості про об'єкт сертифікації:	існуюча будівля		
Функціональне призначення та назва будівлі:	Будівля торговельно-роздрядна, Визначення енергетичної ефективності будівель.		
<b>Відомості про конструкцію будівлі</b>			
Опалювальна площа, (м <sup>2</sup> ):	1383,0	Опалювальний об'єм, (м <sup>3</sup> ):	3871,5
Кількість поверхів:	3	Рік прийняття в експлуатацію:	1985
Шкала класів енергоефективності		Клас енергетичної ефективності та питоме енергоспоживання	
		кВт·х год/м <sup>2</sup>	<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">G</p> <p style="text-align: center;">2021</p>
A		<44	
B		<71	
C		≤89	
D		≤107	
E		≤120	
F		≤134	
G		>134	← 217
Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м <sup>2</sup> :		316	
Питомі викиди парникових газів, кг/м <sup>2</sup> :		55	
Дані енергоаудитора:		Номер та дата реєстрації:	
XXXXXXXXXXXXXXXXXX, AP 000055			