

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1    Визначення енергопотреби .....	6
2    Теплопередача трансмісією .....	8
2.1.    Узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією.....	9
2.1.1.    Поправочний коефіцієнт $b_{tr, x}$ .....	10
2.1.2.    Приведений коефіцієнт теплопередачі .....	11
2.2.    Теплопередача до ґрунту .....	14
2.2.1.    Підлога на ґрунті.....	14
2.2.2.    Опалюваний підвал (цокольний поверх) .....	15
3    Теплопередача вентиляцією.....	18
3.1.    Узагальнений коефіцієнт теплопередачі вентиляцією .....	18
3.1.1.    Витрата повітря за рахунок інфільтрації .....	18
4    Внутрішні теплонадходження .....	24
4.1.    Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел .....	24
5    Сонячні теплонадходження.....	26
5.1.    Сонячні теплонадходження через елементи будівлі .....	26
5.1.1.    Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів.....	27
6    Коефіцієнт використання надходжень.....	29
6.1.    Коефіцієнт використання надходжень .....	29
6.1.1.    Часова константа будівлі .....	30
6.1.2.    Внутрішня теплоємність будівлі .....	30
7    Визначення енергоспоживання.....	32
8    Неутилізовані тепловтрати.....	34
8.1.    Тепловтрати підсистеми розподілення .....	34
8.1.1.    Наближене визначення довжини трубопроводу .....	36
9    Утилізовані тепловтрати .....	37
Список використаних джерел .....	38
Додатки.....	40
Додаток А — Середньомісячна температура зовнішнього повітря [2, 7]	
.....	40
Додаток Б — Приведений опір теплопередачі склопакетів [2].....	44

Додаток В — Розрахункові теплофізичні характеристики будівельних матеріалів [3] .....	48
Додаток Г.1 — Характеристики вітру в січні. Повторюваність напряму вітру. [7] .....	59
Додаток Г.2 — Характеристики вітру в січні. Середня швидкість вітру. [7] .....	62
Додаток Д — Середньомісячні дози сумарної сонячної радіації, осередненої для однієї години, що надходять на горизонтальну поверхню різного орієнтування за середніх умов хмарності [2] .....	65
Додаток Е — Дати переходу середньої добової температури повітря через 8 °С та 10 °С восени та навесні (дати початку та закінчення опалювального періоду) [7].....	79
Додаток Ж — значення коефіцієнта ефективності виробництва/генерування теплоти [5] .....	82
Додаток 3.1 — Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіаторів); приміщення заввишки не більше ніж 4 м [5] .....	86
Додаток 3.2 — Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи .....	87
Додаток 3.3 — Ефективність складових частин вбудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше ніж 4 м .....	88
Додаток 3.4 — Ефективність систем опалення у приміщеннях заввишки більше ніж 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом) .....	90
Додаток 3.5 — Ефективність систем у приміщеннях заввишки більше ніж 10 м .....	91

## ВСТУП

Методичні вказівки призначені для студентів енергоменеджерів і мають на меті розкрити основні аспекти визначення енергетичного споживання будівель під час опалювального періоду.

Вказівки включають в себе такі ключові пункти:

1. Визначення енергопотреб — показника енергетичної ефективності будівлі, що визначає кількість енергії, яку необхідно подати до або видалити з кондиціонованого об'єму для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі;
1. Визначення енергоспоживання — показника енергетичної ефективності будівлі, який визначає кількість енергії, що надходить до системи опалення, охолодження, постачання гарячої води, вентиляції або освітлення для задоволення потреб в енергії при опаленні, охолодженні, гарячому водопостачанні, вентиляції або освітленні відповідно, і належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі/об'єму будівлі;

Ці методичні вказівки стануть корисним доповненням до освітньої програми студентів енергоменеджерів, сприяючи їхній здатності аналізувати та оптимізувати енергетичне споживання будівель під час опалювального сезону.

## 1 ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОПОТРЕБИ

Згідно з ДСТУ Б EN 13790:2011 [1] енергопотреба — це теплота, яку необхідно подати або видалити з кондиціонованого об'єму для підтримання встановлених температурних умов.

Кондиціонований об'єм — опалюваний та/або охолоджуваний об'єм.

**Важливо.** В даному розрахунку розглядається лише визначення потреб на опалення, тому тут і далі поняття кондиціонований об'єм і опалюваний об'єм є тотожними.

Річна енергопотреба, визначається згідно з розділами 7-14 ДСТУ Б А.2.2-12 (замінений на ДСТУ 9190:2022 [2]).

Для кожного місяця енергопотребу  $Q_{nd}$  кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{nd} = \frac{Q_{ht} - \eta_{gn} \cdot Q_{gn}}{1000}, \quad (1.1)$$

де  $Q_{ht}$  — сумарна теплопередача, Вт·год визначена за формулою (1.2),  
 $Q_{gn}$  — сумарні теплонадходження, Вт·год визначені за формулою (1.3),  
 $\eta_{gn}$  — безрозмірний коефіцієнт використання надходжень визначений згідно з розділом 6.

**Важливо.** Енергопотреба для опалення має бути більше чи дорівнювати 0.

Для кожного місяця сумарну теплопередачу,  $Q_{ht}$ , Вт·год визначають за формулою:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (1.2)$$

де  $Q_{tr}$  — сумарна теплопередача трансмісією, Вт·год, визначена згідно з розділом 2,

$Q_{ve}$  — сумарна теплопередача вентиляцією, Вт·год, визначена згідно з розділом 3.

Сумарні теплові надходження,  $Q_{gn}$ , Вт·год, для кожного місяця визначають за формулою:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (1.3)$$

де  $Q_{int}$  — сума внутрішніх теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год, визначена згідно 4,  
 $Q_{sol}$  — сума сонячних теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год, визначена згідно з розділом 5.

## 2 ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ТРАНСМІСІЄЮ

Сумарну теплопередачу **трансмiсiєю**  $Q_{tr}$ , Вт·год, розраховують для кожного місяця за формулою:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set} - \theta_e)t, \quad (2.1)$$

де  $H_{tr,adj}$  — загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-ззовні, визначений згідно з розділом 2.1;

$\theta_{int,set}$  — розрахункова (задана) внутрішня скоригована температура будівлі під час опалення, °С, визначена згідно з таблицею Таблиця 2.1.

$\theta_e$  — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А;

$t$  — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з таблицею

## Таблиця 2.2.

Таблиця 2.1 — Значення скоригованої температури

Призначення будівлі	Скоригована температура опалення, °С
Одноквартирні будинки	19
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	19
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	19
Будівлі закладів освіти	19
Будівлі закладів дошкільної освіти	21
Будівлі закладів охорони здоров'я	21
Готелі	19
Ресторани	19
Спортивні заклади	17
Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	19
Будівлі культурно-розважальних установ	19
Інші види будівель	19

Таблиця 2.2 — Щомісячна тривалість часових інтервалів

Період	Кількість діб	Кількість годин
Січень	31	744
Лютий	28	672
Березень	31	744
Квітень	30	720
Травень	31	744
Червень	30	720
Липень	31	744
Серпень	31	744
Вересень	30	720
Жовтень	31	744
Листопад	30	720
Грудень	31	744
Рік	365	8760

### 2.1. Узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією

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

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U, \quad (2.2)$$

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

$H_g$  — стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К визначається згідно з розділом 0;

$H_U$  — узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К.

**Увага!** Трансмісія до ґрунту враховується тільки у разі безпосереднього контакту ґрунту з огорожувальними конструкціями, що розділюють кондиціонований і некондиціонований об'єм.

**Примітка.** Некондиціонованим об'ємом є, наприклад, неопалюване (холодне) горіще, неопалювані технічні поверхи (приміщення), неопалювана сходові клітка тощо.

**Примітка.** Частковим випадком некондиціонованого об'єму є приміщення оранжерейного типу — приміщення, що не входить до



кондиціонованого об'єму з переважним світлопрозорим огородженням. Наприклад, застелений балкон, лоджія, оранжерея, зимовий сад тощо.

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

$$H_X = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i, \quad (2.3)$$

де  $A_i$  — площа  $i$ -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі виміряна за внутрішніми розмірами,  $m^2$ ;

$U_i$  — приведений коефіцієнт теплопередачі  $i$ -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі,  $Wt/(m^2 \cdot K)$ , що визначають згідно з розділом 2.1.2;

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

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

$b_{tr,x} \neq 1$  — під час розрахунків  $H_U$ , значення потрібно визначити згідно з розділом 2.1.1.

**Увага!** В оригінальному розрахунку ДСТУ Б EN 13790:2011 [1] до площі теплоізоляційної оболонки включають площу внутрішніх дверних та віконних укосів. В поточній методиці, цю площу не включено, через використання спрощеного методу врахування впливу теплопровідних включень.

**Примітка.** Поправочний коефіцієнт  $b_{tr,x}$  коригує коефіцієнт  $H_X$  замість різниці температур.

### 2.1.1. Поправочний коефіцієнт $b_{tr,x}$

Коригування узагальненого коефіцієнта теплопередачі враховують поправочним коефіцієнтом  $b_{tr,x} = b_U$ , що базується на температурі суміжного некондиціонованого об'єму/суміжного приміщення оранжерейного типу. Згідно з п. 8.2.2.3.9 ДСТУ 9190:2022 [2], якщо збирання повних потрібних вхідних даних є занадто трудомістким та економічно недоцільним, а також для наявних будівель допустимо використовувати значення поправочного коефіцієнта  $b_U$ , наведені в таблиці Таблиця 2.3.

Таблиця 2.3 — Значення поправочного коефіцієнта  $b_U$ 

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

### 2.1.2. Приведений коефіцієнт теплопередачі

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

$$U_i = U_x, \quad (2.4)$$

де  $U_x$  — значення коефіцієнта теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон) —  $U_w$ ,  $U_{ws}$  чи дверей —  $U_D$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), що визначають згідно з додатком Б.

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

$$U_i = U_{op} + \Delta U_{tb}, \quad (2.5)$$

де  $\Delta U_{tb}$  — додаткова складова до коефіцієнта теплопередачі непрозорих конструкцій  $U_{op}$ , що враховує вплив теплопровідних включень, Вт/(м<sup>2</sup>·К), розрахункові значення якої наведені в таблиці Таблиця 2.4;  $U_{op}$  — коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини конструкції Вт/(м<sup>2</sup>·К), по основному полю, що розраховують за формулою:

$$U_{op} = \frac{1}{R_{\Sigma}}, \quad (2.6)$$

де  $R_{\Sigma}$  — опір теплопередачі що визначають згідно з ДСТУ 9191 [3] за формулою (2.7),  $m^2 \cdot K/Wt$ ;

**Увага!** Згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 [1] приведений вище розрахунок, є спрощеним методом визначення коефіцієнта теплопередачі для випадків, коли інформація щодо теплопровідних включень відсутня або недостатня.

Таблиця 2.4 — Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі, які враховують вплив теплопровідних включень

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорих частин конструкцій, $Wt/(m^2 \cdot K)$	$\Delta U_{tb}$ , $Wt/(m^2 \cdot K)$
$U_{op} \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_{op} < 0,8$	0,05
$U_{op} < 0,4$	0,10

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (2.7)$$

де  $h_{si}$ ,  $h_{se}$  — коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $Wt/(m^2 \cdot K)$ , які приймають згідно з таблицею Таблиця 2.5;

$R_i$  — тепловий опір  $i$ -го шару конструкції,  $m^2 \cdot K/Wt$ ;

$d_i$  — товщина  $i$ -го шару конструкції,  $m$ ;

$\lambda_{ip}$  — теплопровідність матеріалу  $i$ -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність),  $Wt/(m \cdot K)$ , приймають згідно з додатком В;

$i \dots I$  — кількість шарів огорожувальної конструкції.

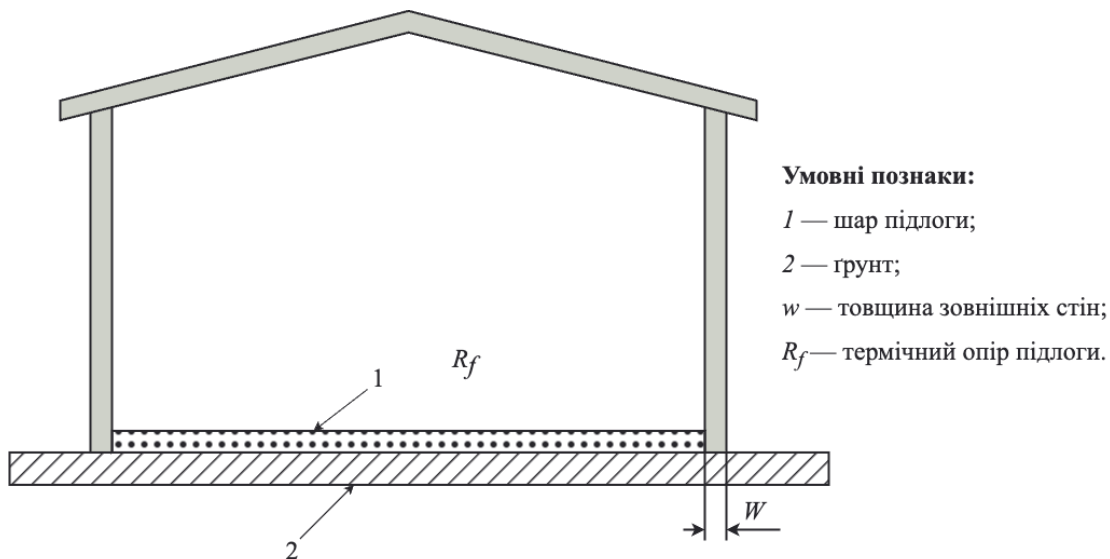
Таблиця 2.5 — Розрахункові значення коефіцієнтів теплопередачі  
внутрішньої  $h_{si}$  та зовнішньої  $h_{se}$  поверхонь  
огороджувальних конструкцій

№	Тип конструкції		Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	
			$h_{si}$	$h_{se}$
1	Вертикальні непрозорі огороджувальні конструкції (зовнішні стіни)	з опорядженням штукатуркою	8,7	23
		з вентилятованими повітряними прошарками	8,7	12
2	Те саме (зовнішні двері, ворота)	непрозорі	8,7	23
3	Вертикальні світлопрозорі огороджувальні конструкції (вікна, двері балконні, світлопрозорі зовнішні двері, вітражі, світлопрозорі фасади)		8	23
4	Горизонтальні світлопрозорі огороджувальні конструкції (зенітні ліхтарі, покриття атріумів, оранжерей)		9,9	23
5	Горизонтальні непрозорі огороджувальні конструкції за теплогового потоку знизу догори	плоскі (суміщені) покриття	10	23
		горизонтальні перекриття	10	6
6	Горизонтальні непрозорі огороджувальні конструкції за теплогового потоку зверху донизу	перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями, що не вентилюються зовнішнім повітрям	5,9	6
		перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами в стінах	5,9	12
		перекриття над неопалюваними підвалами, що межують із зовнішнім повітрям	5,9	17
		перекриття, що межують із зовнішнім повітрям (єркери, проїзди)	5,9	23

## 2.2. Теплопередача до ґрунту

### 2.2.1. Підлога на ґрунті

Приклад підлоги на ґрунті зображено на рисунку:



Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту  $H_g$ , Вт/К розраховують за формулою:

$$H_g = A \cdot U, \quad (2.8)$$

де  $A$  — площа підлоги,  $m^2$ ;

$U$  — коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті,  $Вт/(m^2 \cdot K)$ , який визначають за формулою (2.9), якщо  $d_t < B'$  (неізольована або посередньо ізольована підлога) або за формулою (2.10), якщо  $d_t \geq B'$  (добре ізольована підлога).

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln \left( \frac{\pi B'}{d_t} + 1 \right), \quad (2.9)$$

$$U = \frac{\lambda}{0,475 B' + d_t}, \quad (2.10)$$

де  $B'$  — характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра за формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5P}, \quad (2.11)$$

$d_t$  — еквівалентна товщина підлоги, яку розраховують за формулою:

$$d_t = W + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}), \quad (2.12)$$

- де  $P$  — зовнішній периметри підлоги, м;  
 $W$  — загальна товщина зовнішньої стіни включаючи всі шари, м;  
 $\lambda$  — теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею Таблиця 2.6;  
 $R_{si}$  — тепловий опір внутрішнього середовища, приймають згідно з таблицею Таблиця 2.7;  
 $R_f$  — термічний опір підлоги, включаючи всі шари,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$  розрахований за формулою (2.7);  
 $R_{se}$  — тепловий опір зовнішнього середовища, приймають згідно з таблицею Таблиця 2.7.

Таблиця 2.6 — Теплопровідність ґрунту

Категорія	Опис	$\lambda$ , $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$	Теплоємність одиниці об'єму, $\rho C$ , $\text{Дж} / (\text{м}^3 \cdot \text{К})$
1	Глина або мул	1,5	$3,0 \cdot 10^6$
2	Пісок або гравій	2,0	$2,0 \cdot 10^6$
3	Скельний або напівскельний	3,5	$3,0 \cdot 10^6$

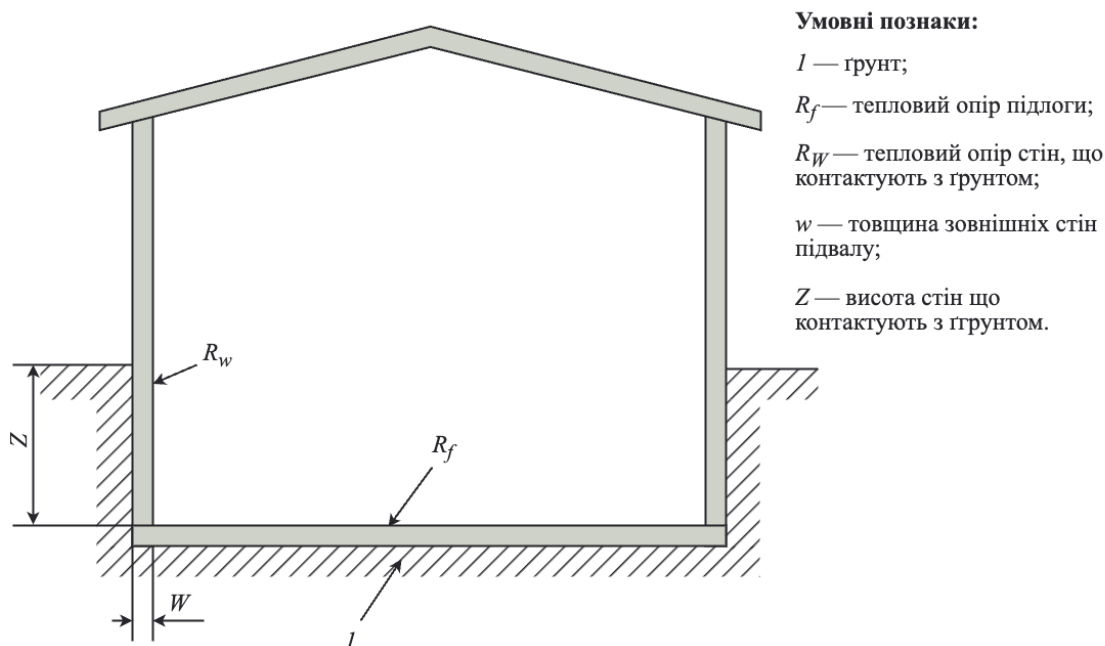
*Примітка.* У разі, якщо тип ґрунту невідомий або невизначений, обирають категорію 2.

Таблиця 2.7 — Тепловий опір навколишнього середовища

Тип середовища й огорожувальних конструкцій	Тепловий опір
Внутрішнє, для вертикальних огорожувальних конструкцій	$R_{si} = 0,115$ $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
Внутрішнє, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік зверху вниз)	$R_{si} = 0,17$ $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
Внутрішнє, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік знизу вверху)	$R_{si} = 0,10$ $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
Усі зовнішні середовища	$R_{se} = 0,043$ $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$

### 2.2.2. Опалюваний підвал (цокольний поверх)

Приклад опалюваного підвалу (цокольного поверху) зображено на рисунку:



Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту  $H_g$ , Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw}, \quad (2.13)$$

де  $A, P$  — те саме, що у формулі (2.11);

$z$  — висота стін, що контактують із ґрунтом (стіни, що розміщені нижче планувальної відмітки землі), м;

$U_{bf}$  — коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті у підвалі (цокольному поверсі), Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначений за формулою (2.14) якщо  $d_t + 0,5z < B'$  (неізольована та посередньо теплоізольована підлога підвалу) або за формулою (2.15) якщо  $d_t + 0,5z \geq B'$  (добре теплоізольована підлога підвалу);

$U_{bw}$  — коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують із ґрунтом, Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначений за формулою (2.16).

$$U_{bf} = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left( \frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right), \quad (2.14)$$

$$U_{bf} = \frac{2\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z}, \quad (2.15)$$

де  $B'$  — характерний розмір підлоги, розраховують за формулою (2.11), м;

$d_t$  — еквівалентна площа підлоги, розраховують за формулою (2.12), м;  
 $\lambda$  — теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею Таблиця 2.6;

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left( 1 + \frac{0,5d_t}{d_t + z} \right) \ln \left( \frac{z}{d_w} + 1 \right), \quad (2.16)$$

де  $d_t, \lambda, z$  — те саме, що у формулі (2.14);  
 $d_w$  — еквівалентна сумарна товщина стін, що контактують з ґрунтом, розраховують за формулою:

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}), \quad (2.17)$$

де  $\lambda, R_{si}, R_{se}$  — те саме, що у формулі (2.12);  
 $R_w$  — сумарний термічний опір стін, що контактують із ґрунтом, включаючи всі шари, визначають згідно з формулою (2.7), м<sup>2</sup>·К/Вт.

**Увага!** Формула (2.16) містить обидва значення  $d_w$  та  $d_t$  та є дійсною для випадку  $d_w \geq d_t$ . Якщо  $d_w < d_t$ , тоді  $d_t$  у формулі (2.16) замінюють на  $d_w$ .



### 3 ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ВЕНТИЛЯЦІЄЮ

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт·год, розраховують для кожного місяця формулою:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj}(\theta_{int,set} - \theta_e)t, \quad (3.1)$$

де  $H_{ve,adj}$  — загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, Вт/К, визначений згідно з розділом 3.1;

$\theta_{int,set}$  — розрахункова (задана) внутрішня скоригована температура будівлі, °С, визначена згідно з таблицею Таблиця 2.1;

$\theta_e$  — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А;

$t$  — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з таблицею

Таблиця 2.2.

### 3.1. Узагальнений коефіцієнт теплопередачі вентиляцією

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

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \cdot q_{inf,mn}, \quad (3.2)$$

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

$q_{inf,mn}$  — витрата повітря за рахунок інфільтрації, м<sup>3</sup>/год, визначена згідно з розділом 3.1.1.

**Увага!** Згідно ДСТУ 9190 [2] У випадку природної вентиляції, якщо нормативна витрата повітря менша за витрату повітря за рахунок інфільтрації, то нормативну витрату повітря потрібно приймати рівною витраті для інфільтрації. Відповідно до цього, в поточному розрахунку, для спрощення, приймається що весь повітрообмін в будівлі відбувається виключно за рахунок інфільтрації.

#### 3.1.1. Витрата повітря за рахунок інфільтрації

Витрату повітря за рахунок інфільтрації, м<sup>3</sup>/год, розраховують за формулою:

$$q_{inf,mn} = n_{inf} V_{ve} v_v, \quad (3.3)$$

де  $n_{inf}$  — кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год<sup>-1</sup>, визначена згідно з 3.1.1.1;

$V_{ve}$  — кондиціонований об'єм будівлі;

$v_v$  — коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховують наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймають 0,85.

**Примітка.** Кондиціонований об'єм будівлі визначають як добуток кондиціонованої площі першого опалюваного поверху на внутрішню висоту, що вимірюють від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху.

### 3.1.1.1. Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації

Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год<sup>-1</sup>, розраховують за формулою:

$$n_{inf} = \frac{\sum q_{inf,m}}{V_{ve} \nu_v}, \quad (3.4)$$

де  $m$  — представляє кожен сторону світу, на яку орієнтовано фасад — Пн, ПнС, С, ПдС, Пд, ПдЗ, ПнЗ;

$q_{inf}$  — приведені витрати повітря через оболонку будівлі що орієнтована на  $m$ -ну сторону світу, м<sup>3</sup>/год, визначені згідно 3.1.1.2.

### 3.1.1.2. Приведені витрати повітря через оболонку будівлі

Приведені витрати повітря через оболонку будівлі,  $q_{inf,m}$ , м<sup>3</sup>/год, визначають перерахунком повітропроникності будівлі під час перепаду 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, та розраховують за формулою:

$$q_{inf,m} = Q_{100,s,m} \left( \frac{a_{inf,se} (\Delta P_{gr,m} + F_{e,seas,m} \Delta P_{wd,m})}{100} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (3.5)$$

де  $Q_{100,s,m}$  — повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску зовні та всередині будівлі 100 Па, м<sup>3</sup>/год, визначена згідно 3.1.1.5;

$\Delta P_{gr,m}$  — перепад гравітаційного тиску зовні та всередині будівлі, Па, визначений згідно з 3.1.1.3;

$\Delta P_{wd,m}$  — перепад вітрового тиску зовні та всередині будівлі, Па, визначений згідно з 3.1.1.4;

$F_{e,seas,m}$  — повторюваність напрямку вітру відповідно за сторонами світу, приймають згідно з додатком В;

$a_{inf}$  — надбавковий коефіцієнт, що враховує витрату повітря через глухі стінові конструкції оболонки будівлі. Для різного типу та стану стінових конструкцій потрібно приймати 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.

*Примітка.* У разі, якщо вираз  $(\Delta P_{gr,m} + F_{e,seas,m} \Delta w_{d,m})$  має від'ємне значення, то приймають його модуль (додатне значення).

### 3.1.1.3. Перепад гравітаційного тиску

Перепад гравітаційного тиску усереднено приймають у точці геометричного центра фасаду (зважаючи на його нерівномірність за висотою), Па, та визначають за формулою:

$$\Delta P_{gr,m} = 0,5 Z_{se,m} (\gamma_{e,seas} - \gamma_{int,set}), \quad (3.6)$$

де  $Z_{se,m}$  — висота будівлі від нижнього рівня опалювального об'єму (чи ґрунту за наявності опалюваного цокольного поверху) до верхнього рівня опалюваного об'єму, м;

$\gamma_{e,seas}$ ,  $\gamma_{int,set}$  — питома вага відповідно зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/м<sup>3</sup>, яку розраховують за формулами:

$$\gamma_{e,seas} = \frac{3463}{273 + \theta_{e,seas}}, \quad (3.7)$$

$$\gamma_{int,set} = \frac{3463}{273 + \theta_{int,set}}, \quad (3.8)$$

де  $\theta_{int,set}$  — розрахункова (задана) внутрішня скоригована температура будівлі під час опалення, °С, визначена згідно з таблицею Таблиця 2.1;  
 $\theta_{e,seas}$  — середня температура зовнішнього повітря за період із середньодобовою температурою  $\leq 8$  °С (або  $\leq 10$  °С для будівель закладів освіти, дошкільної освіти, та закладів охорони здоров'я), °С, приймають згідно з додатком А.

### 3.1.1.4. Перепад вітрового тиску

Перепад вітрового тиску розраховують для середньої швидкості вітру за січень за відповідною стороною світу, Па, та визначають за формулою:

$$\Delta P_{wd,m} = 0,03 \gamma_{e,seas} \beta_v V_{e,seas,m}^2, \quad (3.9)$$

де  $V_{e,seas,m}$  — середня швидкість вітру за січень, прийнята згідно з додатком Г;  
 $\beta_v$  — коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймають згідно з таблицею Таблиця 3.1 залежно від характеристики місцевості.

Таблиця 3.1 — Коефіцієнт урахування швидкості руху зовнішнього повітря залежно від висоти будівлі

Висота будівлі, м	Коефіцієнт $\beta_v$ залежно від характеристики місцевості		
	А	В	С
$\leq 5$	0,75	0,5	0,4
10	1	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1
80	1,85	1,45	1,15
100	2	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35

**Примітка.**

А — відкрите узбережжя моря, озера, водосховища, поле;

В — територія, лісовий масив тощо з рівномірно розташованими перешкодами заввишки понад 10 м;

С — місцевість з розташованими будинками заввишки понад 25 м.

**3.1.1.5. Повітропроникність через отвори**

Повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску ззовні та всередині будівлі 100 Па, м<sup>3</sup>/год, визначають за формулою:

$$Q_{100,s,m} = \Sigma Q_{100} A_{i,m}, \quad (3.10)$$

де  $A_{i,m}$  — площа і-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), що приймають відповідно до таблиці Таблиця 3.2.

Таблиця 3.2 — Класи повітропроникності конструкцій згідно з ДСТУ  
EN 14351-1 [4]

№	Характеристика герметичності конструкції	Показник повітропроникності за $\Delta P = 100$ Па, $Q_{100}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$
1	продувна	50
2	не герметична	27
3	слабо герметична	9
4	герметична	3

## 4 ВНУТРІШНІ ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ

Внутрішні теплонадходження, теплонадходження від внутрішніх теплових джерел, від'ємні теплонадходження (розсіяна теплота від внутрішнього середовища до холодних джерел або «стоки»), формують з будь-якої теплоти, що утворюється в кондиціонованому об'ємі внутрішніми джерелами, крім тієї, що навмисно використовують для опалення, охолодження або ГВП (гаряче водопостачання).

ДСТУ 9190 [2] враховує такі теплонадходження:

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

### 4.1. Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел

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

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \left( \sum \Phi_{int,mn} A_f \right) t, \quad (4.1)$$

де  $N$  — графік використання, залежно від призначення будівлі, може бути прийнятий згідно з таблицею Таблиця 4.1, год/тиждень;

$\Phi_{int,mn}$  — усереднена за часом щільність теплового потоку від внутрішніх джерел, залежно від призначення будівлі, що може бути прийнята згідно з таблицею Таблиця 4.1 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_f$  — кондиціонована площа будівлі, м<sup>2</sup>;

$t$  — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з таблицею



Таблиця 2.2.

**Примітка.** Даний розрахунок, для спрощення, не враховує період невикористання будівлі, що залежить від її функційного призначення. Тобто тут і далі вважається що будівля експлуатується 365 днів на рік.

**Примітка.** Кондиціонована площа будівлі — 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 проекції внутрішніх стін і перегородок.

Таблиця 4.1 — 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		
		метаболическої теплоти, $\Phi_{int, Oc}$	освітлення, $\Phi_L$	обладнання, $\Phi_A$
Одноквартирні будинки	112	1,2	2	2
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2	2
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	50	4	7	6
Будівлі навчальних закладів	50	7	7	6
Будівлі дитячих навчальних закладів	50	7	7	3
Будівлі закладів охорони здоров'я	168	2,7	7	6
Готелі	168	4	8	2
Ресторани	84	5	8	4
Спортивні заклади	84	5	8	1
Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	84	7	12	2
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	56	5	8	2
Інші види будівель	60	3	7	2

## 5 СОНЯЧНІ ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ

Згідно з ДСТУ 9190 [2] Сонячні теплонадходження визначають, базуючись на еквівалентних площах інсоляції відповідних світлопрозорих та непрозорих елементів будівлі та на поправках до затінення сонця зовнішніми перешкодами. Також там надано коригування для теплової радіації до атмосфери.

*Примітка.* В даному розрахунку, для спрощення, врахуємо лише ті сонячні теплонадходження, що надходять через вертикально розташовані світлопрозорі елементи будівлі. Також знехтуємо врахуванням додаткового теплового випромінювання в атмосферу та врахуванням зниження кількості падаючого сонячного випромінювання через постійне затінення поверхні, що спричинене:

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

### 5.1. Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

Сонячні теплонадходження через к-ий елемент будівлі  $\Phi_{sol,k}$ , Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{sol,k} = A_{sol,k} I_{sol,k}, \quad (5.1)$$

де  $A_{sol,k}$  — еквівалентна площа інсоляції к-ї поверхні з даною орієнтацією у будівлі, визначена згідно з розділом 5.1.1;

$I_{sol,k}$  — сонячна радіація, значення середньомісячної дози сонячної радіації, осередненої для однієї години для сприймальної площі к-ої поверхні з даною орієнтацією за середніх умов хмарності, Вт/м<sup>2</sup>, визначають згідно з додатком Д.

*Примітка.* Еквівалентна площа інсоляції  $A_{sol,k}$  дорівнює площі абсолютно чорного тіла, що отримує таке саме сонячне теплове надходження, як і поверхня, що розглядають.

### 5.1.1. Еквівалентна площа інсоляції зашкленних елементів

Еквівалентну площу інсоляції зашкленого елемента оболонки (наприклад, вікна)  $A_{sol}$ , розраховують за формулою:

$$A_{sol} = g_{gl}(1 - F_F)A_{w,p}, \quad (5.2)$$

де  $g_{gl}$  — загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента, визначений за формулою (5.3);

$F_F$  — частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції зашкленого елемента, визначена згідно з розділом 5.1.1.1;

$A_{w,p}$  — загальна площа проекції зашкленого елемента (наприклад, площа вікна, вітражу або світлопрозорого фасаду, тощо), м<sup>2</sup>.

Для зашкленних елементів оболонки з нерозсіювальним склінням коефіцієнт пропускання сонячної енергії для випромінювання, перпендикулярного до скління  $g_n$ , необхідно приймати згідно з даними таблиці Таблиця 5.1.

Через те, що осереднений за часом загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії — це параметр, значення якого дещо нижче за  $g_n$ , то для його обчислення використовують поправковий коефіцієнт  $F_w$ , як наведено у формулі:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n, \quad (5.3)$$

де  $F_w$  — поправковий коефіцієнт для нерозсіювального скління, приймають  $F_w = 0,9$ .

#### 5.1.1.1. Частка площі обрамлення

Частку площі непрозорого обрамлення від загальної площі світлопрозорого огородження (вікна) допустимо, для спрощення, приймати на рівні

- 0,3 для віконних та дверних блоків та
- 0,2 для світлопрозорих фасадів будівлі.

Таблиця 5.1 — 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

## 6 КОЕФІЦІЄНТ ВИКОРИСТАННЯ НАДХОДЖЕНЬ

У методиці згідно зі стандартом ДСТУ 9190 [2] динамічні впливи враховують введенням коефіцієнта використання надходжень.

### 6.1. Коефіцієнт використання надходжень

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень  $\eta_{gn}$  — це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти  $\gamma$ , та числового параметра  $a$ , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах:

- якщо  $\gamma > 0$  та  $\gamma \neq 1$ :

$$\eta_{gn} = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}, \quad (6.1)$$

- якщо  $\gamma = 1$ :

$$\eta_{gn} = \frac{a}{a + 1}, \quad (6.2)$$

- якщо  $\gamma < 0$  та  $Q_{gn} > 0$ :

$$\eta_{gn} = 1/\gamma, \quad (6.3)$$

- якщо  $\gamma \leq 0$  та  $Q_{gn} \leq 0$ :

$$\eta_{gn} = 1, \quad (6.4)$$

за:

$$\gamma = \frac{Q_{gn}}{Q_{ht}}, \quad (6.5)$$

де  $\gamma$  — безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти;  
 $Q_{ht}$  — сумарна теплопередача, Вт·год, визначені згідно з розділом 0;  
 $Q_{gn}$  — сумарні теплонадходження, Вт·год, визначені згідно з розділом 0;  
 $a$  — безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі,  $\tau$  визначений за формулою:

$$a = 1 + \frac{\tau}{15}, \quad (6.6)$$

де  $\tau$  — часова константа будівлі, визначена згідно з розділом 6.1.1;

### 6.1.1. Часова константа будівлі

Часова константа будівлі,  $\tau$ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Її розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}}, \quad (6.7)$$

де  $C_m$  — внутрішня теплоємність будівлі, Вт·год/К, розрахована згідно з розділом 6.1.2;

$H_{tr,adj}$  — значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К, розраховане згідно з розділом 2.1;

$H_{ve,adj}$  — значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К, розраховане згідно з розділом 3.1.

### 6.1.2. Внутрішня теплоємність будівлі

Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі,  $C_m$ , Вт·год/К, розраховують за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f, \quad (6.8)$$

де  $C$  — внутрішня теплоємність будівлі, на одиницю площі, Вт·год/(м<sup>2</sup>·К), приймають згідно з таблицею Таблиця 6.1;

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

**Примітка.** Кондиціонована площа будівлі — 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 проекції внутрішніх стін і перегородок.

Таблиця 6.1 — Національні значення для внутрішньої теплоємності

Клас	$C$ , Вт·год/(м <sup>2</sup> ·К)	Деталізація
Дуже легкий	25	Каркасні будівлі зі стінами полегшеної конструкції — збірно-щитові, каркасно-засипні, дерев'яні, сендвіч-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 2,5-3,5 цеглини), із залізобетонним чи металевим каркасом, із залізобетонним перекриттям

## 7 ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

Згідно з наказом мінрегіону № 169 від 11.07.2018 [5] споживання енергії (енергоспоживання) — показник енергетичної ефективності будівлі, який визначає кількість енергії, що надходить до системи опалення, для задоволення потреб в енергії при опаленні.

Енергоспоживання будівлі на опалення, кВт·год, розраховується для кожного місяця за формулою:

$$Q_{use} = Q_{dis,in} + Q_{gen,ls}, \quad (7.1)$$

де  $Q_{dis,in}$  — енергія входу в підсистему розподілення, кВт·год, визначена за формулою (7.3);

$Q_{gen,ls}$  — загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, кВт·год, визначені за формулою (7.2).

**Важливо.** Для розрахунку енергоспоживання, використовують тривалість опалювального періоду відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27 [7] (дані приведені у додатку Е) для будівель закладів освіти, закладів дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я з температурою менше ніж 10 °С, для інших будівель — з температурою менше ніж 8 °С.

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{gen,ls} = Q_{dis,in}(1 - \eta_{gen})/\eta_{gen}, \quad (7.2)$$

де  $\eta_{gen}$  — коефіцієнт ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, визначена згідно з додатком Ж.

Енергія входу в підсистему розподілення,  $Q_{dis,in}$ , кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{dis,in} = Q_{dis,ls,nrvd} + Q_{em,in}, \quad (7.3)$$

де  $Q_{dis,ls,nrvd}$  — неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення, кВт·год, розраховуються згідно з розділом 8;



$Q_{em,in}$  — енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі, кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{em,in} = Q_{nd} + Q_{em,ls}, \quad (7.4)$$

де  $Q_{nd}$  — теплота, яку необхідно подати до кондиціонованого об'єму для підтримки температури упродовж визначеного періоду часу, без урахування інженерних систем теплозабезпечення будівлі, кВт·год визначається за формулою (1.1);

$Q_{em,ls}$  — загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення, які вважаються 100% придатними для утилізації, кВт·год, розраховуються згідно з розділом 9.

## 8 НЕУТИЛІЗОВАНІ ТЕПЛОВТРАТИ

Згідно з наказом мінрегіону № 169 від 11.07.2018 [5], неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення,  $Q_{dis,ls,nrvd}$ , розраховуються для кожного місяця за формулою:

$$Q_{dis,ls,nrvd} = Q_{dis,ls,nrbl} + (Q_{dis,ls,rbl} - Q_{dis,ls,rvd}), \quad (8.1)$$

де  $Q_{dis,ls,nrbl}$  — неутилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховуються за формулою (8.2);  
 $Q_{dis,ls,rbl}$  — утилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховуються за формулою формулою (8.2);  
 $Q_{dis,ls,rvd}$  — утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховуються за формулою (8.6).

*Примітка.* Неутилізаційними вважають тепловтрати підсистеми розподілення, що знаходяться в неопалювальних об'ємах. Утилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення в опалюваних об'ємах.

### 8.1. Тепловтрати підсистеми розподілення

Тепловтрати підсистем розподілення, кВт·год, розраховують для за формулою:

$$Q_{dis,ls,(rbl/nrbl)} = \sum \Psi_{L,j} (\theta_m - \theta_j) L_j t_{op,an}, \quad (8.2)$$

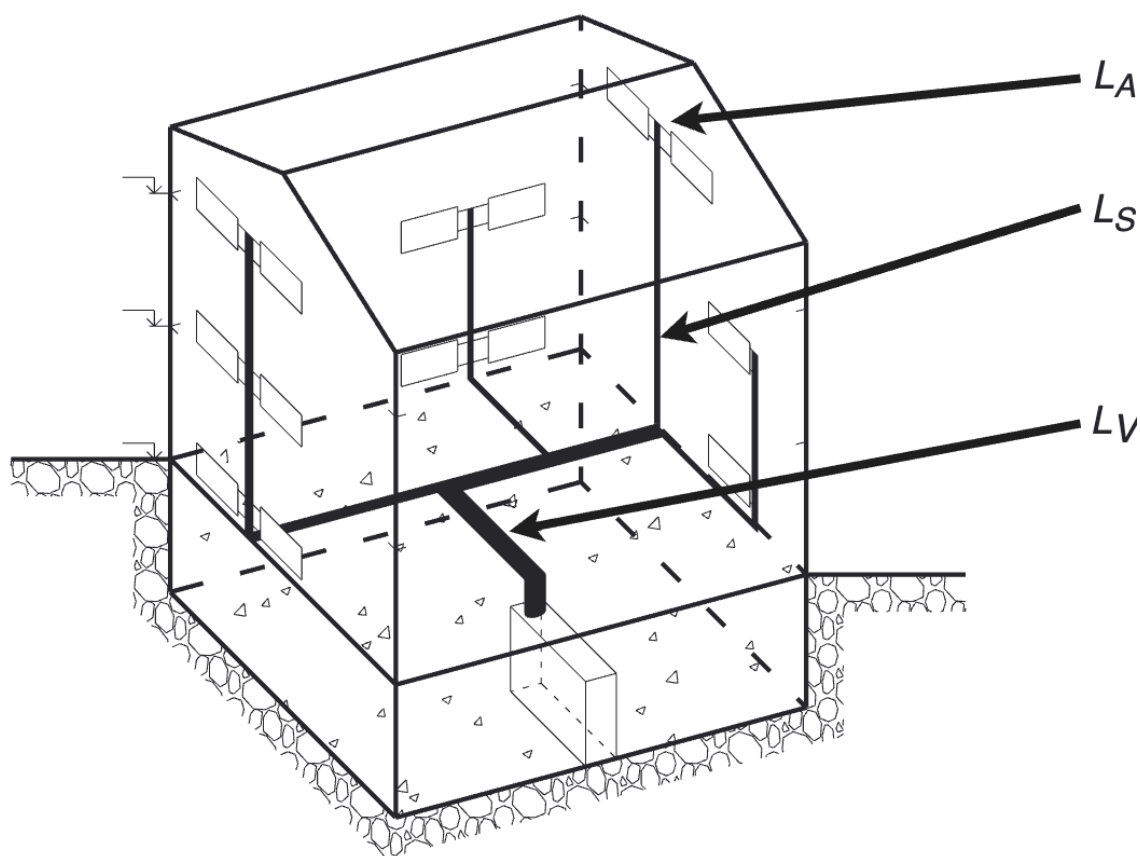
де  $\Psi_{L,j}$  — лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу, кВт/(м·К), визначається відповідно до типових значень лінійного коефіцієнта теплопередачі  $\Psi$ , Вт/(м·К), наведених у таблиці Таблиця 8.1;  
 $\theta_m$  — середня температура теплоносія упродовж місяця, °С, визначена за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами при середньомісячній температурі зовнішнього середовища відповідного місяця, що визначається згідно з додатком А;  
 $\theta_j$  — температура оточуючого середовища упродовж місяця, °С;  
 $L_j$  — довжина j-го трубопроводу, м;  
 $t_{op,an}$  — години опалення упродовж місяця, год;  
 $j$  — індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Таблиця 8.1 — Типові значення лінійного коефіцієнта теплопередачі  $\Psi$ , Вт/(м·К)

	Секція $L_V$	Секція $L_S$	Секція $L_A$
Ізольовані, відкрито прокладені трубопроводи	0,2	0,3	0,4
Неізольовані трубопроводи			
$A \leq 200 \text{ м}^2$	1,0	1,0	1,0
$200 \text{ м}^2 < A \leq 500 \text{ м}^2$	2,0	2,0	2,0
$A > 500 \text{ м}^2$	3,0	3,0	3,0

*\*Примітка 1.* Для правил визначення  $L_V$ ,  $L_S$ ,  $L_A$  (див. рисунок нижче)

*\*Примітка 2.*  $A$  — кондиціонована площа будівлі.



**Позначки:**

$L_V$  — довжина трубопроводу між теплогенератором та стояками. Цей (горизонтальний) трубопровід може бути розташований в неопалюваному об'ємі (підвал, горище) або в опалюваному об'ємі;  
 $L_S$  — довжина вертикальних трубопроводів (стояки). Ці трубопроводи можуть бути прокладені в будь-яких опалюваних об'ємах, у зовнішніх стінах або всередині будівлі. У них завжди циркулює теплоносій;  
 $L_A$  — з'єднувальні трубопроводи (вузли обв'язки). У цих трубопроводах

витрата теплоносія є регульованою тепловіддавальною складовою системи в опалюваних об'ємах.

*Увага!* В даному розрахунку, для спрощення, приймається що всі трубопроводи типу  $L_V$ , знаходяться в некондиціонованому об'ємі із температурою середовища  $13^\circ\text{C}$ , а трубопроводи  $L_S$  та  $L_A$  знаходяться в кондиціонованому об'ємі.

### 8.1.1. Наближене визначення довжини трубопроводу

Для спрощеного розрахункового методу наближено визначають довжину трубопроводу у будівлі, виходячи з довжини ( $L_L$ ) та ширини ( $L_W$ ) будівлі, висоти поверху ( $h_{iev}$ ) та кількості поверхів ( $N_{iev}$ ) [6].

Довжина трубопроводів частини V, м, розраховується за формулою:

$$L_V = 2 \cdot L_L + 0,01625 \cdot L_L \cdot L_W^2, \quad (8.3)$$

Довжина трубопроводів частини S, м, розраховується за формулою:

$$L_S = 0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot h_{iev} \cdot N_{iev}, \quad (8.4)$$

Довжина трубопроводів частини A, м, розраховується за формулою:

$$L_A = 0,55 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{iev}, \quad (8.5)$$

## 9 УТИЛІЗОВАНІ ТЕПЛОВТРАТИ

Утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховуються за формулою:

$$Q_{dis,ls,rvd} = Q_{dis,ls,rbl} \cdot 0,9 \cdot \eta_{gn}, \quad (9.1)$$

де  $\eta_{gn}$  — безрозмірний коефіцієнт використання надходжень, розрахований згідно з розділом 6.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT). На заміну ГОСТ 26629-85 ; чинний від 2013-07-01. Вид. офіц. Київ : ДСТУ (Держ. Стандарт України), 2011. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=28005](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28005).
2. ДСТУ 9190:2022. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. На заміну ДСТУ Б А.2.2-12:2015 ; чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ : ДСТУ (Держ. Стандарт України), 2022. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98995](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98995).
3. ДСТУ 9191:2022. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. На заміну ДСТУ Б В.2.6-189:2013 ; чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ : ДСТУ (Держ. Стандарт України), 2022. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98996](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98996).
4. ДСТУ EN 14351-1:2020. ДСТУ EN 14351-1:2020 Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT). На заміну ДСТУ Б В.2.6-15:2011, ДСТУ Б В.2.6-23:2009 (ГОСТ 23166-99), ДСТУ Б В.2.6-99:2009 ; чинний від 2021-02-01. Вид. офіц. Київ : ДСТУ (Держ. Стандарт України), 2020. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=90350](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90350).
5. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель : Наказ М-ва регіон. розвитку, буд-ва та житлово-комун. госп-ва України від 11.07.2018 р. № 169 : станом на 28 груд. 2020 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text> (дата звернення: 19.02.2024).
6. ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011. ДСТУ Б EN 15316-2-3:2011 Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-3. Теплорозподілення в системі опалення. Чинний від 2013-01-01. Вид.

офіц. Київ : ДСТУ (Держ. Стандарт України), 2011.  
URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=29944](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29944).

7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. На заміну СНиП 2.01.01-82 і таблиці 2 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 ; чинний від 2011-11-01. Вид. офіц. Київ : ДСТУ (Держ. Стандарт України), 2010.  
URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=26655](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26655)

## ДОДАТКИ

## Додаток А — Середньомісячна температура зовнішнього повітря [2, 7]

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С												Середня За рік	Період із середньою добовою температурою повітря	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		≤8 °С	≤10 °С
Автономна Республіка Крим															
Ай-Петрі	-3,4	-3,3	-0,7	4,8	9,6	13	15,5	15,1	11	6,7	2,5	-1,6	5,8	0,8	1,9
Клепиніне	-1	-0,2	3,4	10	15,7	20	22,7	21,8	16,7	10,7	5,7	1,6	10,6	2,2	3,1
Сімферополь	-0,3	0,4	3,7	10,1	16,1	19,2	21,8	21,3	16,7	11	6,1	2,1	10,6	2,6	3,5
Феодосія	1,2	1,6	4,6	10,6	16,1	20,8	23,2	23,1	18,4	12,6	7,6	3,8	12	3,6	4,3
Ялта	4,1	4,2	6	10,6	15,7	19,8	23,6	23,2	19	13,6	9,5	6,1	13	5,3	6,1
Вінницька область															
Вінниця	-5,1	-3,8	0,5	8,1	14,2	17,2	18,7	18	13,3	7,6	1,8	-2,9	7,3	-0,2	0,6
Волинська область															
Ковель	-3,9	-2,7	1,3	8,1	13,9	16,9	18,2	17,6	13	7,9	2,5	-1,9	7,6	0,4	1,2
Луцьк	-4,2	-3	1,1	8,1	13,9	16,9	18,4	17,7	13,2	7,9	2,4	-2,4	7,5	0,3	1,1
Дніпропетровська область															
Дніпро	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5	8,7	-0,2	0,6
Комісарівка	-4,9	-3,8	1	9,3	16,6	19	20,9	20	14,7	8,2	2,2	-2,4	8,3	-0,2	0,6
Кривий Ріг	-4,3	-3,3	1,6	9,6	16,8	19,4	21,5	20,7	15,5	8,9	2,7	-2	8,8	0,2	1
Донецька область															
Донецьк	-5,2	-4,4	0,7	9,4	16,4	19	21,2	19,8	14,9	8	1,8	-2,9	8,1	-0,5	0,3



Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С												Середня За рік	Період із середньою добовою температурою повітря	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		≤8 °С	≤10 °С
Житомирська область															
Житомир	-5,1	-4	0,4	7,9	14	17,1	18,5	17,7	13	7,4	1,7	-2,8	7,2	-0,2	0,5
Овруч	-5,1	-4,1	0,3	7,9	14,1	17,1	18,5	17,6	12,8	7,1	1,5	-3,1	7,1	-0,3	0,4
Закарпатська область															
Берегове	-2,7	0,1	5	10,9	16,9	18,7	20,2	19,6	15,7	10,3	4,8	-0,2	9,9	2,1	2,8
Міжгір'я	-5	-2,6	1,4	7,2	12,3	15	16,4	15,8	12,3	7,4	2,5	2,4	6,7	0,9	1,2
Плай	-6,3	-6	-2,9	1,9	7,6	9,9	11,4	11,5	7,7	3,6	-1,4	-5,1	2,7	-1,1	0,6
Рахів	-4,3	-1,7	2,3	8	13	15,6	17	16,4	12,9	7,8	2,8	-1,8	7,3	1	1,4
Ужгород	-2,4	-0,2	4,7	10,8	16,8	18,7	20,3	19,8	15,5	10,2	4,7	-0,5	9,8	1,4	2,5
Хуст	-4,3	-1,3	3,8	10,1	16,1	17,8	19,2	18,5	14,5	8,9	3,7	-1,3	8,7	1,7	2,1
Запорізька область															
Гуляйполе	-4,1	-3,4	1,5	9,6	16,6	19,4	21,6	20,5	15,1	8,4	2,5	-1,9	8,7	0,3	0,9
Запоріжжя	-3,5	-2,6	2	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1	9,6	0,6	1,4
Кирилівка	-4,4	-3,8	1	9,1	15	18,8	20,6	20,1	14,9	8,1	2,3	-2,2	8,3	-0,1	0,7
Івано-Франківська область															
Івано-Франківськ	-4,3	-2,6	1,7	8,1	13,6	16,7	18,3	17,7	13,4	8	2,5	-2,4	7,6	0,4	1,2
Пожежівська	-6,2	-6	-3,3	1,8	7,2	10,1	11,7	11,8	8	4,1	-0,7	-4,9	2,8	-0,9	0,5
Кіровоградська область															
Гайворон	-4,3	-3	1,6	9,4	15,3	18,4	20	19,2	14,4	8,4	2,7	-1,9	8,4	0,3	1,1
Знам'янка	-5,3	-4,2	0,7	8,8	15,1	18,5	20,3	19,5	14,4	7,9	2	-2,8	7,9	-0,4	0,4

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С												Середня За рік	Період із середньою добовою температурою повітря	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		≤8 °С	≤10 °С
Кропивницький	-4,9	-3,9	0,8	9,1	15,2	18,6	20,4	19,7	14,7	8,2	2,1	-2,6	8,1	-0,3	0,5
Київська область															
Київ	-4,7	-3,6	1	9	15,2	18,3	19,8	19	13,9	8,1	1,9	-2,5	8	-0,1	0,7
Миронівка	-5	-4,4	0,8	8,8	15	18	19,8	19	14,1	8	1,8	-2,7	7,8	-0,3	0,4
Луганська область															
Луганськ	-5	-4,2	1,1	10,1	16,1	19,9	22	20,7	15,1	8,2	2,2	-2,5	8,6	-0,4	0,4
Львівська область															
Львів	-4	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13	8	2,5	-2,2	7,4	0,4	1,2
Миколаївська область															
Миколаїв	-2,6	-1,6	2,8	10,2	16,4	20,3	22,7	22	16,8	10,4	4,2	-0,4	10,1	1,1	2
Одеська область															
Ізмаїл	-1,3	0,2	4,3	10,6	16,3	20,3	22,3	21,7	17	11,2	5,7	0,7	10,8	2	3
Любашівка	-4,3	-3	1,5	9,3	15,3	18,6	20,5	19,9	15,1	8,9	2,8	-1,9	8,6	0,3	1
Одеса	-1,3	-0,6	2,9	9,2	15,3	19,6	22	21,6	17	11,3	5,8	1,1	10,3	2	3
Роздільна	-3,1	-1,9	2,5	9,8	15,8	19,4	21,5	21	16,1	9,9	3,9	-0,9	9,5	0,9	1,8
Сарата	-1,8	-0,5	3,6	10	16	20	22,1	21,3	16,4	10,5	5,1	0,2	10,2	1,7	2,7
Полтавська область															
Лубни	-5,4	-4,6	0,3	8,6	15,3	18,5	20,2	19,1	13,7	7,6	1,3	-3,3	7,6	-0,7	0,1
Полтава	-5,6	-4,7	0,3	9	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,3	7,8	-0,8	0

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С												Середня За рік	Період із середньою добовою температурою повітря	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		≤8 °С	≤10 °С
Рівненська область															
Рівне	-4,6	-3,4	0,7	8	13,8	16,7	18,2	17,5	13,1	7,7	2,1	-2,6	7,3	0,1	0,8
Сарни	-4,5	-3,4	0,9	8,2	14,4	17,1	18,6	17,7	13	7,7	2,1	-2,4	7,4	0,1	0,9
Сумська область															
Ромни	-6,2	-5,4	-0,4	8,2	14,6	18	19,4	18,4	13,1	6,8	0,7	-4	6,9	-1,1	-0,4
Суми	-6,6	-5,8	-0,8	8,1	14,6	17,9	19,5	18,4	13	6,7	0,4	-4,3	6,8	-1,4	-0,6
Тернопільська область															
Тернопіль	-5	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9	-0,2	0,6
Харківська область															
Лозова	-5,6	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9	-0,8	0
Харків	-5,9	-5,1	0	9	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1	-3,7	7,6	-1	-0,2
Херсонська область															
Асканія-Нова	-2,5	-1,7	2,6	9,6	15,6	20	22,5	21,8	16,5	9,9	4,2	0	9,9	1,3	2,1
Генічеськ	-1,8	-1,3	2,4	9,5	16,1	20,6	23,1	22,4	17,5	11	6,2	6,7	10,5	1,5	2,6
Херсон	-2,5	-1,6	2,8	10,1	16,1	20	22,4	21,6	16,5	10,1	4,3	-0,2	10	1,3	2,2
Хмельницька область															
Хмельницький	-4,9	-3,6	0,6	7,9	13,9	16,8	18,4	17,7	13,1	7,6	1,9	-2,9	7,2	-0,1	0,7
Черкаська область															
Золотоноша	-4,9	-4	0,9	9,1	15,4	18,6	20,2	19,1	14	7,8	1,9	-2,9	7,2	-0,3	0,5
Умань	-4,8	-3,7	0,9	8,7	14,6	17,8	19,4	18,6	13,6	7,7	2	-2,5	7,7	-0,1	0,7

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С												Середня За рік	Період із середньою добовою температурою повітря	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		≤8 °С	≤10 °С
Черкаси	-5	-4	0,7	8,9	15,2	18,4	20,1	19,3	14,2	7,9	2	-2,7	7,9	-0,3	0,5
Чернівецька область															
Чернівці	-4,1	-2,4	2	8,9	14,5	17,6	19,1	18,4	14,1	8,7	2,7	-2,1	8,1	0,5	1,4
Чернігівська область															
Семенівка	-6,7	-5,8	-1	7,3	13,7	17	18,5	17,4	12,2	6,2	0,2	-4	6,3	-1,3	-0,4
Чернігів	-5,9	-4,9	-0,1	8	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1	-3,5	7	-0,9	-0,2

### Додаток Б — Приведений опір теплопередачі склопакетів [2]

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>	100			0,28
1	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub>	100			0,29
1	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub>	100			0,3
1	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub>	100			0,32
1	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>			100	0,3
1	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub>			100	0,31
1	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub>			100	0,32
1	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub>			100	0,34
1	4M <sub>1</sub> -16-4M,		100		0,38

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	4M <sub>1</sub> -8-4K	100			0,47
1	4M <sub>1</sub> -10-4K	100			0,49
1	4M <sub>1</sub> -12-4K	100			0,51
1	4M <sub>1</sub> -16-4K	100			0,53
1	4M <sub>1</sub> -8-4K			100	0,53
1	4M <sub>1</sub> -10-4K			100	0,55
1	4M <sub>1</sub> -12-4K			100	0,57
1	4M <sub>1</sub> -16-4K			100	0,59
1	4M <sub>1</sub> -16-4K		100		0,62
1	4K-16-4K		100		0,67
1	4M <sub>1</sub> -8-4i	100			0,51
1	4M <sub>1</sub> -10-4i	100			0,53
1	4M <sub>1</sub> -12-4i	100			0,56
1	4M <sub>1</sub> -16-4i	100			0,59
1	4M <sub>1</sub> -8-4i			100	0,57
1	4M <sub>1</sub> -10-4i			100	0,6
1	4M <sub>1</sub> -12-4i			100	0,63
1	4M <sub>1</sub> -16-4i			100	0,66
1	4M <sub>1</sub> -16-4i		100		0,75
1	4M <sub>1</sub> -16-4i		75	25	0,72
1	4M <sub>1</sub> -16-4i		50	50	0,7
1	4M <sub>1</sub> -16-4i		25	75	0,67

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub>	100			0,42
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>	100			0,45
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub>	100			0,47
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub>	100			0,49
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub>	100			0,52
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub>			100	0,44
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>			100	0,47
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub>		100		0,51
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub>			100	0,49
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub>			100	0,52
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub>			100	0,55
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K	100			0,53
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K	100			0,55
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K	100			0,59
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K	100			0,61
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K	100			0,65
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4K			100	0,6
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4K			100	0,62
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K			100	0,65
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4K			100	0,68
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4K			100	0,72
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		100		0,85

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		75	25	0,82
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		50	50	0,8
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4K		25	75	0,78
2	4K-10-4M <sub>1</sub> -10-4K	100			0,73
2	4M-10-4K-10-4K		100		1,28
2	4K-10-4M <sub>1</sub> -10-4K		100		1,32
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4i	100			0,61
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i	100			0,64
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4i	100			0,68
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4i	100			0,72
2	4M <sub>1</sub> -6-4M <sub>1</sub> -6-4i			100	0,64
2	4M <sub>1</sub> -8-4M <sub>1</sub> -8-4i			100	0,67
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i			100	0,71
2	4M <sub>1</sub> -12-4M <sub>1</sub> -12-4i			100	0,75
2	4M <sub>1</sub> -16-4M <sub>1</sub> -16-4i			100	0,8
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		100		0,94
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		75	25	0,9
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		50	50	0,85
2	4M <sub>1</sub> -10-4M <sub>1</sub> -10-4i		25	75	0,78
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i	100			0,93
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		100		1,35
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		75	25	1,28

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад середовища камер склопакетів, %			Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт
		Повітря	Криптон	Аргон	
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		50	50	1,18
2	4i-10-4M <sub>1</sub> -10-4i		25	75	1,14

**\*Примітка.** Порядок скління — від зовнішньої поверхні.

Позначення скла:  
 4M<sub>1</sub> — листове стандартне,  
 К — енергозберігаюче з твердим покриттям,  
 і — енергозберігаюче з м'яким покриттям.

### Додаток В — Розрахункові теплофізичні характеристики будівельних матеріалів [3]

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
Теплоізоляційні матеріали	Волокнисті матеріали	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтовоговолокна	30	0,05
			40	0,049
			50	0,048
			75	0,047
			100	0,048
			125	0,049
			150	0,05
			175	0,052
			200	0,053



Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
			225	0,054
		Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі скляногоштапельного волокна	10	0,057
			15	0,052
			20	0,05
			35	0,047
			70	0,045
	Полімерні матеріали	Вироби зі спіненого пінополістиролу	15	0,05
			25	0,048
			35	0,045
			50	0,043
			160	0,045
		Вироби із екструдованого пінополістиролу	30	0,036
			35	0,037
		Вироби з жорсткого пінополіуретану	40	0,04
			60	0,041
			80	0,05
		Плити з резольно-формальдегідного пінопласту	40	0,06
			50	0,064
			100	0,076
		Вироби зі спіненої карбамідно-формальдегідної смоли	15	0,064
			25	0,074
			30	0,085
		Вироби зі спіненого пінополіетилену	30	0,047

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
			50	0,045
		Вироби зі спіненого хімічно зшитого пінополіетилену	30	0,043
	Вироби з природної органічної та неорганічної речовини	Вироби перлітофосфогельові	200	0,09
			300	0,12
		Блоки полістиролбетонні стінові	200	0,08
			300	0,11
			600	0,2
		Вироби теплоізоляційні перліто-цементні та перлітогіпсові	300	0,108
			450	0,202
		Вироби перлітобентонітові теплоізоляційні	250	0,091
			300	0,11
			400	0,16
		Целюлозний утеплювач	35	0,048
			50	0,052
			65	0,056
			100	0,07
		Вироби цементополістирольні	250	0,1
			300	0,11
			400	0,15
			500	0,19
550	0,21			
Вироби перлітобітумні теплоізоляційні	300	0,099		

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
			400	0,13
		Вироби із піноскла	120	0,051
		Блоки кремнезитоцементні	300	0,086
			400	0,096
			500	0,11
		Вироби з арболіту на портландцементі	300	0,14
			400	0,16
			600	0,23
			800	0,3
		Плити теплоізоляційні очеретяні	200	0,09
			300	0,14
		Плити деревоволокнисті та деревостружкові	200	0,08
			400	0,13
			600	0,16
			800	0,23
			1000	0,29
		Бетони теплоізоляційні	Бетони ніздрюваті	200
	250			0,088
	300			0,1
	350			0,12
	Вермикулітобетон		400	0,13
			600	0,17
			800	0,26

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
	Матеріали теплоізоляційні засипні	Щебінь перлітовий	300	0,12
		Гравій шлаковий	300	0,13
		Щебінь шлаковий	350	0,19
		Вермикулітова засипка	100	0,08
			150	0,098
			200	0,105
			250	0,11
		Гравій керамзитовий	200	0,12
			300	0,13
			400	0,14
			600	0,19
			600	0,2
			800	0,23
		Щебінь шлакопемзовий	400	0,16
			500	0,19
			600	0,21
			700	0,23
			800	0,26
	Крихта із піноскла	80	0,062	
	Пісок для будівельних робіт	1600	0,58	
	Розчини теплоізоляційні	Розчини цементно-перлітові	600	0,23
			800	0,26
			1000	0,3

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
		Розчини гіпсоперлітові	400	0,15
			500	0,19
		Розчини цементно-кремнезитові	200	0,08
			300	0,09
		Розчини цементно-шлакові	1200	0,58
			1400	0,64
		Розчини цементно-пінополістирольні	600	0,17
		Вироби на основі перліту	320	0,095
			330	0,104
			370	0,115
			450	0,14
		Конструкційно-теплоізоляційні матеріали	Бетони ніздрюваті	Бетони ніздрюваті
300	0,1			
350	0,12			
400	0,13			
500	0,16			
600	0,18			
700	0,27			
800	0,3			
900	0,36			
1000	0,44			
1100	0,51			
1200	0,55			

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)	
		Газо- та пінозобетон	1000	0,5	
			1200	0,58	
	Бетони легкі	Керамзитобетон на керамзитовому піску	600	0,26	
			800	0,31	
			1000	0,41	
			1200	0,52	
			1400	0,65	
			1600	0,79	
			1800	0,92	
			Керамзитобетон на кварцовому піску з поризацією	800	0,35
		1000		0,47	
		1200		0,58	
		Керамзитобетон на перлітовому піску	800	0,35	
			1000	0,41	
		Керамзитошлакобетон	1000	0,41	
			Перлітобетон	600	0,23
				800	0,33
				1000	0,38
		1200		0,5	
		Шлакопемзобетон	1000	0,37	
1200	0,44				
1400	0,52				
1600	0,63				

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
		Бетон на доменних гранульованих шлаках	1200	0,52
			1400	0,58
			1600	0,64
		Бетон на зольному гравії	1000	0,35
			1200	0,47
			1400	0,58
	Вироби гіпсові	Плити з гіпсу	1000	0,35
			1200	0,47
		Листи гіпсокартонні	800	0,21
	Вироби бетонні	Блоки кремнезитоцементні	700	0,23
			800	0,24
			1000	0,27
			1200	0,29
	Деревина та вироби з неї	Сосна та ялина поперек волокон	500	0,18
		Сосна та ялина вздовж волокон	500	0,35
		Дуб поперек волокон	700	0,23
		Дуб вздовж волокон	700	0,41
		Фанера клеєна	600	0,18
		Картон облицювальний	1000	0,23
		Картон будівельний багатошаровий	650	0,18
	Цегляна кладка з порожнистої цегли	Керамічної порожнистої густиною 1 400 кг/м <sup>3</sup> (брутто) нацементно-піщаному розчині	1600	0,64

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)	
		Керамічної порожнистої густиною 1 300 кг/м <sup>3</sup> (брутто) нацементно-піщаному розчині	1400	0,58	
		Керамічної порожнистої густиною 1 000 кг/м <sup>3</sup> (брутто) нацементно-піщаному розчині	1200	0,52	
	Кладка з виробів бетонних	3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м <sup>3</sup> (брутто)	1350	0,43	
		3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м <sup>3</sup> (брутто)	1400	0,51	
		3 блоків кремнезитоцементних на вапняному розчині із сіопорового такварцового піску	400	0,092	
Матеріали конструкційні	Бетони конструкційні	Залізобетон	2500	2,04	
		Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	1,86	
	Розчини будівельні	Розчин вапняно-піщаний	1600	0,81	
		Розчин складаний (пісок, вапно, цемент)	1700	0,87	
		Розчин цементно-піщаний	1800	0,93	
	Облицювання природним каменем та керамічною плиткою	Плити та вироби з природного каменю: граніт, гнейс та базальт	2800	3,49	
			Мармур	2800	2,91
			Вапняк	1600	0,81
			1800	1,05	



Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
			2000	1,28
		Туф	1000	0,29
			1200	0,41
			1400	0,52
			1600	0,64
			1800	0,81
			2000	1,05
		Плити керамічні для підлоги	2000	1,1
	Кладка цегляна з повнотілої цегли	Керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,81
		Керамічної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1700	0,76
		Керамічної звичайної на цементно-перлітовому розчині	1600	0,7
		Силікатної на цементно-піщаному розчині	1800	0,87
		Трепельної на цементно-піщаному розчині	1000	0,47
			1200	0,52
		Шлакової на цементно-піщаному розчині	1500	0,7
	Матеріали покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні та покриття полімерні для підлог	Листи азбестоцементні	1600	0,41
			1800	0,52
		Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроізоляційні	1000	0,17
			1200	0,22

Тип матеріалу	Підтип матеріалу	Назва матеріалу	густина $\rho^0$ , кг/м <sup>3</sup>	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)
			1400	0,27
		Асфальтобетон	2100	1,05
		Руберойд, пергамін	1000	0,17
		Мембрана ПВХ	1000	0,23
		Пароізоляційна плівка	1600	0,3
		Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	1600	0,33
			1800	0,38
		Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	0,23
			1600	0,29
		Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий безпідоснови	800	0,17
	1200		0,21	
	Метали та скло	Сталь арматурна	7850	58
		Чавун	7200	50
		Алюміній	2600	221
		Латунь, мідь	8500	407
Скло віконне		2500	0,76	

**Додаток Г.1 — Характеристики вітру в січні. Повторюваність напрямку вітру. [7]**

Область, місто	Повторюваність напрямку вітру, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Автономна Республіка Крим								
Ай-Петрі	4,4	7,3	9,2	7,6	4,3	7,1	14,6	45,5
Клепиніне	10,2	19	16,1	7,1	7,5	16,4	14,3	9,4
Сімферополь	5,6	30,1	13,4	6,9	18,7	13,7	8,2	3,4
Ялта	10,5	14,6	12,1	4,6	6,6	11,4	24	16,2
Вінницька область								
Вінниця	10,1	5,6	7,4	11,1	13,7	14,7	22,6	14,8
Волинська область								
Луцьк	4,6	3,5	10,3	13,1	15,4	16,4	26,1	10,6
Дніпропетровська область								
Дніпропетровськ	14,9	11,1	11	10,1	11,7	13,7	17,6	9,9
Донецька область								
Дебальцеве	5,7	8,7	16	13,5	15,5	14,4	16,5	9,7
Донецьк	7,2	10,3	14,3	18,9	11	14,3	16,6	7,4
Житомирська область								
Житомир	7,6	5,1	6,6	9,5	14,4	15,4	24	17,4
Закарпатська область								
Плай	5,7	8,4	5,4	3,3	12	46,4	10,3	8,5
Ужгород	9,6	3,4	12,1	36,9	12,2	3,1	7,3	15,4
Запорізька область								
Запоріжжя	14,5	11,7	10,9	10,7	12,9	13,6	14,9	10,8
Кирилівка	11,3	10,9	18,7	11,2	13,3	12,4	12,9	9,3

Область, місто	Повторюваність напрямку вітру, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Івано-Франківська область								
Івано-Франківськ	3,5	1,8	13,9	17,1	5,4	11,9	27,1	19,3
Пожежевська	1,3	1,6	2,9	2,2	2,2	73,4	10,4	6
Кіровоградська область								
Кіровоград	13	6,3	9,5	10,6	16	10	16,8	17,8
Київська область								
Київ	11,2	4,6	5,8	11,9	14,1	14	23,5	14,9
Луганська область								
Дар'ївка	16,7	13,2	10,3	14,1	15,1	17,1	6,6	6,9
Луганськ	2,7	7	22	11,7	9,8	14,3	23,8	8,7
Львівська область								
Львів	4,4	3,5	8,5	19,8	8	15,5	27,9	12,4
Миколаївська область								
Миколаїв	19,6	12,9	12,2	7,2	14,3	8	13	12,8
Одеська область								
Одеса	21,4	14,1	8,4	4	8	12,4	16,3	15,4
Сарата	29,6	8,7	4,7	6,8	15	7,7	8,2	19,3
Полтавська область								
Полтава	9	10	11,9	8,7	14,7	14,9	20,2	10,6
Рівненська область								
Рівне	5,1	3	9,9	13,1	11,4	15,2	34,2	8,1
Сумська область								
Суми	7,8	6,3	10	15,3	16,1	14,4	18,6	11,5

Область, місто	Повторюваність напрямку вітру, %							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Тернопільська область								
Тернопіль	6,3	3,1	6	19,4	12,5	10,1	28,6	14
Харківська область								
Харків	8	8,2	15,3	12,5	10,7	15,8	18,9	10,6
Херсонська область								
Генічеськ	14,9	15,6	18,8	6,8	7,3	11,5	15,3	9,8
Херсон	13,7	14,6	13,8	8,5	10,4	12,2	14,9	11,9
Хмельницька область								
Хмельницький	7,2	4,6	6,3	15,3	18,6	10,1	21,2	16,7
Черкаська область								
Умань	11	6	10,3	11,9	12,1	6,6	19,7	22,4
Чернівецька область								
Чернівці	5,3	1	27,7	10	8,2	5,4	17,4	25
Чернігівська область								
Чернігів	7,6	5,9	9,2	8,5	17,4	19,8	19,7	11,9

**Додаток Г.2 — Характеристики вітру в січні. Середня швидкість вітру. [7]**

Область, місто	Середня швидкість вітру, м/с							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Автономна Республіка Крим								
Ай-Петрі	3,4	2,3	2,5	2,4	2,2	3,7	4,9	6,7
Клепиніне	2,5	3,3	3,2	2,4	3	3,5	2,9	2,8
Сімферополь	3,7	5,8	4,7	3,8	4,6	5,4	4,1	3,7
Ялта	2,2	3,1	2,4	1,5	1,7	1,8	1,6	2,1
Вінницька область								
Вінниця	4,3	3,3	3	3,3	3,4	3,4	4,7	5
Волинська область								
Луцьк	3,4	3	3,9	3,9	4	4,5	4,9	4,5
Дніпропетровська область								
Дніпропетровськ	5	5	4,9	5	5,1	4,9	5	5,6
Донецька область								
Дебальцеве	2,8	3,5	4,4	4,5	4,2	4,3	4,3	4
Донецьк	4,2	4,2	5,3	5,4	4,5	4,9	5,3	4,7
Житомирська область								
Житомир	3,6	3,1	3,5	3,8	4,3	4,4	5,2	4,7
Закарпатська область								
Плай	6	6,1	4,3	3,7	6,5	7,5	6,2	5,2
Ужгород	3,3	2,2	2,7	3,2	2,5	2	2	3
Запорізька область								
Запоріжжя	2,3	2	2,4	2,9	2	2,1	2,4	2,4
Кирилівка	2,7	2,9	5,9	4,5	4,6	4,7	4	3,7

Область, місто	Середня швидкість вітру, м/с							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Івано-Франківська область								
Івано-Франківськ	3,3	2	3,4	3,5	2,8	3,7	4,9	4,8
Пожежевська	5,7	4,5	5,7	4,7	5,3	12,7	10,5	7
Кіровоградська область								
Кіровоград	4,2	3,6	4	4,3	4,5	4,2	4,3	4,2
Київська область								
Київ	3,2	2	1,7	2	2,7	3	3	2,9
Луганська область								
Дар'ївка	2,2	2,6	3,6	4,5	3,8	3,4	2,3	2,1
Луганськ	2,1	2,2	3,5	2,9	3,1	3,1	2,8	2,5
Львівська область								
Львів	3,6	2,9	3,4	4,1	3,5	4,5	5,1	4,5
Миколаївська область								
Миколаїв	3,8	3,9	3,8	3,5	3,7	3,5	3,7	3,5
Одеська область								
Одеса	3,7	4,9	5	4,1	3	2,6	2,4	3
Сарата	3,1	2,8	2,8	1,9	1,9	2,1	2,4	3
Полтавська область								
Полтава	3,1	2,9	3,5	2,8	3,2	3,4	3,6	3,6
Рівненська область								
Рівне	3,6	2,9	3,9	3,9	4	4,8	5,8	5,1
Сумська область								
Суми	3,7	3	3,9	4,3	4,5	4,6	4,8	4,4

Область, місто	Середня швидкість вітру, м/с							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Тернопільська область								
Тернопіль	3,4	2,3	3	4	3,5	4,2	5,7	5
Харківська область								
Харків	4,5	4,2	4,7	4,2	4,4	4,6	4,6	4,2
Херсонська область								
Генічеськ	3	4,7	5,8	4	3,9	4,2	3,8	3,4
Херсон	4,2	3,8	3,2	2,6	2,8	2,8	3,3	3,9
Хмельницька область								
Хмельницький	4,6	3,6	3,6	4,5	4,8	4,3	5,7	5,5
Черкаська область								
Умань	3,1	2,4	2,3	2,4	2,4	2,1	3,4	4,3
Чернівецька область								
Чернівці	3,2	1,9	3,3	3,1	2,4	2,6	4,5	4,7
Чернігівська область								
Чернігів	4,1	3,6	3,5	3,9	4,5	4,4	4,4	4,3



**Додаток Д — Середньомісячні дози сумарної сонячної радіації, осередненої для однієї години, що надходять на горизонтальну поверхню різного орієнтування за середніх умов хмарності [2]**

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Вінниця	I	14	15	21	37	48	39	23	15
	II	22	24	35	55	68	58	37	24
	III	34	40	56	75	85	78	59	40
	IV	39	52	74	88	87	84	71	51
	V	53	76	99	102	93	101	93	64
	VI	62	81	105	100	88	99	97	81
	VII	59	80	104	101	91	98	98	78
	VIII	43	64	96	102	99	102	85	62
	IX	28	41	70	91	102	92	66	41
	X	19	22	40	65	79	65	39	21
	XI	10	11	18	32	41	33	18	11
	XII	10	10	15	27	35	28	15	10
Дніпро	I	13	13	21	37	50	40	25	13
	II	23	24	36	58	72	62	38	24
	III	31	38	57	79	91	83	61	39
	IV	40	56	81	97	99	94	78	55
	V	55	81	108	112	102	110	101	79
	VI	67	94	119	114	98	113	112	90
	VII	61	87	116	115	101	112	111	86
	VIII	44	69	108	118	111	117	96	68
	IX	29	46	81	109	122	110	76	46

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	X	18	22	46	77	95	77	44	22
	XI	10	12	20	38	49	39	20	12
	XII	9	9	15	28	36	29	15	9
Донецьк	I	12	13	19	32	42	34	20	13
	II	22	24	36	57	71	61	38	24
	III	31	38	57	79	91	82	61	39
	IV	39	55	79	95	95	92	76	54
	V	55	81	108	113	101	109	102	79
	VI	64	90	113	108	93	108	106	87
	VII	61	86	115	114	99	111	111	85
	VIII	44	69	103	118	110	118	97	68
	IX	28	45	81	108	120	109	76	45
	X	18	22	48	84	102	83	43	21
	XI	10	11	19	37	49	38	19	11
	XII	10	10	15	29	37	30	16	10
Житомир	I	13	13	19	32	41	34	20	13
	II	22	24	34	53	66	56	36	24
	III	34	40	56	74	84	78	59	40
	IV	38	51	73	87	87	83	70	50
	V	53	75	97	102	93	100	92	72
	VI	63	84	105	102	91	100	99	82
	VII	59	78	100	101	90	97	96	77
	VIII	42	63	89	102	100	102	85	64

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	IX	29	41	67	87	96	86	64	41
	X	18	21	38	62	75	60	37	21
	XI	10	11	17	29	37	29	17	11
	XII	9	9	13	24	30	24	13	9
Запоріжжя	I	13	13	19	36	49	40	22	13
	II	22	24	36	58	73	62	39	24
	III	31	40	57	79	91	83	61	38
	IV	40	56	81	98	98	95	79	56
	V	55	81	109	113	101	110	102	80
	VI	66	94	118	113	97	113	111	93
	VII	61	88	117	116	100	112	112	89
	VIII	45	70	105	120	112	120	98	69
	IX	29	46	83	110	123	112	78	46
	X	18	23	47	81	99	81	46	22
	XI	10	12	20	39	50	40	20	12
	XII	9	10	15	29	37	29	15	10
Івано-Франківськ	I	13	13	20	34	44	36	21	14
	II	23	24	35	55	67	58	37	24
	III	31	37	52	71	81	74	55	37
	IV	38	50	69	81	81	79	81	49
	V	51	71	91	95	87	92	86	69
	VI	59	78	96	91	81	91	90	74
	VII	55	72	90	89	80	87	86	70

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	VIII	43	60	84	94	91	94	80	59
	IX	29	38	57	73	81	73	60	38
	X	18	21	40	65	82	64	42	21
	XI	11	12	17	29	39	30	17	12
	XII	10	10	14	24	31	25	14	10
	Київ	I	13	14	21	38	50	40	22
II		24	25	36	57	70	60	38	25
III		35	41	58	78	90	81	61	41
IV		39	53	77	92	92	88	73	52
V		56	79	104	110	101	107	99	77
VI		67	88	111	110	96	106	105	86
VII		61	83	108	109	98	106	104	81
VIII		40	65	93	107	106	106	89	63
IX		29	41	70	91	102	91	66	41
X		19	22	38	62	75	61	37	21
XI		11	12	17	30	39	32	17	12
XII		9	9	14	27	35	28	15	9
Кропивницький	I	14	14	23	42	56	45	24	15
	II	25	26	38	59	73	63	41	26
	III	32	39	57	79	91	83	61	40
	IV	40	56	81	96	96	93	77	55
	V	55	81	106	112	100	109	100	78
	VI	67	96	120	117	101	115	113	92

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	VII	61	87	116	116	102	113	112	86
	VIII	44	68	101	116	110	112	95	67
	IX	28	45	80	107	119	104	75	45
	X	20	24	46	77	93	72	45	24
	XI	12	12	20	36	47	34	20	12
	XII	9	9	15	29	37	25	16	9
	Луганськ	I	12	12	18	32	43	34	19
II		22	24	36	57	73	61	38	24
III		31	38	57	80	95	83	62	39
IV		39	55	80	95	97	92	77	54
V		55	81	109	114	103	111	102	79
VI		64	90	113	109	95	107	106	86
VII		60	85	113	113	100	110	109	84
VIII		44	68	101	116	115	116	96	68
IX		28	44	80	105	122	106	75	44
X		17	21	47	82	102	81	45	21
XI		10	11	20	38	51	39	20	11
XII		9	9	14	28	37	29	15	9
Луцьк	I	12	12	18	31	40	32	19	12
	II	21	23	32	50	62	53	34	23
	III	31	37	52	70	81	73	56	37
	IV	39	50	71	86	83	80	68	49
	V	51	70	91	95	88	93	85	68

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	VI	61	79	97	96	86	93	93	77
	VII	58	75	94	96	86	93	91	74
	VIII	43	60	84	95	93	94	80	59
	IX	29	38	59	76	84	76	57	38
	X	18	20	35	56	68	55	34	20
	XI	10	10	15	27	33	27	15	11
	XII	8	8	12	22	27	22	12	8
Львів	I	13	13	19	33	43	35	21	13
	II	22	24	34	53	65	56	36	24
	III	34	39	54	72	83	75	57	39
	IV	38	49	70	82	83	79	67	49
	V	52	71	91	95	87	93	86	68
	VI	59	77	95	93	83	91	90	75
	VII	55	71	89	90	81	87	87	70
	VIII	43	60	82	93	91	93	79	58
	IX	29	38	58	73	81	73	56	38
	X	18	21	38	61	74	60	36	20
	XI	11	12	17	28	37	29	17	12
	XII	9	9	13	24	29	24	13	9
Миколаїв	I	13	13	22	41	55	44	24	14
	II	22	24	36	59	77	62	40	24
	III	30	38	56	78	100	80	60	38
	IV	41	58	84	101	100	98	81	57

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>								
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
	V	56	82	111	115	101	112	105	80	
	VI	68	96	123	116	99	116	115	90	
	VII	63	90	121	118	103	116	118	90	
	VIII	45	73	106	122	118	122	103	71	
	IX	30	47	83	113	123	113	79	47	
	X	21	26	53	88	106	87	49	25	
	XI	12	13	21	39	51	41	21	13	
	XII	10	10	16	31	41	31	16	10	
	Одеса	I	13	13	22	41	55	43	24	13
		II	21	22	34	57	72	60	37	22
		III	29	37	55	78	88	79	60	37
		IV	40	60	87	105	104	103	84	58
V		54	82	112	118	102	116	106	80	
VI		65	95	122	115	96	116	114	93	
VII		61	92	125	119	103	118	122	92	
VIII		43	74	112	128	119	128	108	73	
IX		29	48	86	117	127	117	81	47	
X		20	25	52	87	105	86	51	25	
XI		12	13	22	41	54	42	22	13	
XII		9	9	15	31	41	31	16	9	
Полтава	I	12	13	21	39	51	40	22	14	
	II	24	25	38	60	74	64	40	25	
	III	32	39	58	76	93	83	62	40	

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>								
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
	IV	40	55	80	96	96	93	77	54	
	V	55	74	108	114	102	111	102	77	
	VI	67	93	119	115	100	113	111	90	
	VII	60	86	115	115	102	112	110	84	
	VIII	44	69	101	117	113	115	96	67	
	IX	28	43	75	103	115	102	73	43	
	X	18	22	41	71	86	69	41	22	
	XI	10	11	19	35	45	36	19	11	
	XII	9	9	14	28	36	28	15	9	
	Рівне	I	13	13	19	31	40	33	20	13
		II	21	23	33	52	64	54	35	23
		III	32	38	54	72	83	75	57	38
IV		38	50	71	84	84	81	68	49	
V		52	71	92	96	89	94	87	69	
VI		61	79	98	97	87	95	93	78	
VII		59	76	95	96	87	94	92	74	
VIII		43	62	87	100	98	98	83	60	
IX		29	38	60	77	86	77	57	38	
X		18	21	35	56	68	55	35	21	
XI		10	10	15	26	33	27	15	10	
XII		9	9	12	22	28	22	13	9	
Сімферополь	I	13	14	22	41	55	43	24	14	
	II	24	26	38	60	74	62	41	26	



Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>								
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
	III	32	40	58	82	91	83	63	41	
	IV	42	61	86	101	101	99	83	59	
	V	53	79	108	112	95	111	102	74	
	VI	62	93	119	111	91	112	110	89	
	VII	57	88	120	114	96	113	116	88	
	VIII	41	68	100	114	106	114	98	68	
	IX	29	47	81	111	118	110	78	46	
	X	21	27	55	89	111	88	53	24	
	XI	14	15	27	49	66	51	27	15	
	XII	11	11	18	35	46	35	18	11	
	Суми	I	12	13	19	35	46	37	21	13
		II	22	24	40	58	71	61	38	24
III		33	40	60	83	97	87	63	41	
IV		39	54	80	96	97	91	76	53	
V		55	78	105	111	102	107	100	76	
VI		64	88	112	112	97	109	106	86	
VII		59	85	112	114	101	111	108	82	
VIII		42	67	97	112	110	111	92	65	
IX		28	41	73	99	110	99	69	41	
X		17	21	39	65	79	63	37	20	
XI		9	10	17	30	39	31	17	10	
XII		8	8	14	28	36	29	14	8	
Тернопіль	I	13	14	20	34	44	35	21	14	

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	II	23	24	34	52	65	56	36	24
	III	32	38	54	72	83	75	57	38
	IV	38	49	69	83	82	79	67	49
	V	52	72	93	97	88	94	88	69
	VI	59	78	96	93	83	91	91	76
	VII	55	72	90	90	81	88	87	70
	VIII	43	61	85	96	93	96	81	59
	IX	29	39	60	76	83	76	57	39
	X	18	21	39	63	77	62	38	21
	XI	11	12	17	29	36	29	17	12
	XII	9	9	13	24	30	24	14	9
	Ужгород	I	14	15	21	35	45	37	22
II		21	22	34	56	69	60	37	22
III		28	35	53	75	87	78	57	35
IV		38	51	69	81	81	79	68	50
V		51	71	92	96	87	94	87	70
VI		61	80	97	93	82	94	92	78
VII		59	79	101	100	88	97	97	78
VIII		44	64	91	103	97	103	86	63
IX		31	44	71	90	99	91	67	44
X		19	22	40	69	83	68	41	22
XI		12	13	19	32	41	33	19	13
XII		9	10	14	27	34	27	15	10

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Харків	I	12	12	19	34	44	35	20	13
	II	24	26	36	60	75	63	40	26
	III	33	40	60	83	97	87	63	40
	IV	39	54	81	96	97	93	77	54
	V	56	81	107	113	103	110	101	78
	VI	64	89	115	112	97	108	107	87
	VII	60	85	113	114	100	110	109	83
	VIII	44	68	100	116	112	115	95	66
	IX	28	42	76	101	113	129	72	42
	X	18	21	42	71	87	69	40	21
	XI	10	11	19	79	46	36	19	11
	XII	9	9	14	29	37	29	15	9
Херсон	I	13	14	22	40	53	43	24	14
	II	22	24	36	57	72	60	38	24
	III	31	38	57	80	91	81	62	38
	IV	41	58	83	98	98	96	79	57
	V	56	83	111	116	101	114	105	80
	VI	67	95	120	114	96	114	112	92
	VII	62	90	121	118	102	114	117	90
	VIII	45	74	108	124	116	124	103	73
	IX	30	48	84	114	123	113	80	47
	X	21	27	53	89	108	88	52	26
	XI	12	14	22	39	51	41	22	14

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	ХІІ	10	10	16	32	41	32	17	10
Хмельницький	І	13	14	20	35	44	36	22	14
	ІІ	23	24	34	53	67	56	33	24
	ІІІ	34	39	55	74	84	77	58	40
	ІV	38	51	72	82	86	83	69	50
	V	52	72	94	98	89	96	89	70
	VI	60	80	100	97	84	95	94	78
	VII	56	76	96	96	85	94	93	74
	VIII	42	61	87	98	95	98	83	60
	IX	29	41	68	87	96	87	64	41
	X	18	21	39	63	76	62	38	21
	XI	10	11	17	29	37	30	17	11
	XII	9	10	14	25	31	26	15	10
Черкаси	І	13	14	21	38	51	40	23	14
	ІІ	24	26	37	58	72	61	39	26
	ІІІ	33	40	57	78	91	82	61	40
	ІV	40	54	78	93	93	90	75	53
	V	56	80	105	111	101	109	100	77
	VI	67	92	117	113	99	111	110	94
	VII	60	85	112	112	99	109	108	83
	VIII	44	68	99	113	87	113	93	66
	IX	29	44	77	101	114	101	73	44
	X	19	22	41	67	81	66	40	22

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	XI	11	12	19	34	43	34	19	12
	XII	9	9	14	28	36	28	15	9
Чернівці	I	14	14	21	35	46	38	22	15
	II	23	24	35	55	68	59	37	24
	III	32	38	53	72	81	74	57	38
	IV	38	50	69	81	81	78	66	49
	V	52	72	93	96	87	94	88	70
	VI	59	80	97	94	82	94	92	77
	VII	57	77	98	97	86	94	94	75
	VIII	42	61	86	97	91	97	81	60
	IX	30	41	67	86	95	88	64	41
	X	19	22	42	69	83	68	41	22
	XI	12	12	18	30	38	31	18	12
	XII	10	10	15	26	32	26	15	10
Чернігів	I	12	12	18	31	40	32	18	12
	II	22	24	33	53	64	55	34	24
	III	34	41	57	82	94	85	61	41
	IV	39	52	78	93	94	89	75	51
	V	53	77	102	108	100	103	96	73
	VI	68	90	111	114	100	110	110	87
	VII	61	84	108	111	99	108	104	81
	VIII	43	66	95	108	107	106	91	64
	IX	29	40	66	87	96	88	64	40

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м <sup>2</sup>							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
	X	18	20	36	57	69	56	34	20
	XI	10	10	15	27	34	27	15	10
	XII	8	9	12	21	27	22	12	9

**Додаток Е — Дати переходу середньої добової температури повітря через 8 °С та 10 °С восени та навесні (дати початку та закінчення опалювального періоду) [7]**

Область, місто	Дати опалюваного періоду			
	перехід через 8 °С		перехід через 10 °С	
	початок	закінчення	початок	закінчення
Автономна Республіка Крим				
Ай-Петрі	8.X	6.V	22.IX	22.V
Клепиніне	31.X	6.IV	20.X	15.IV
Сімферополь	2.XI	5.IV	21.X	14.IV
Феодосія	12.XI	3.IV	31.X	12.IV
Ялта	25.XI	31.III	10.XI	11.IV
Вінницька область				
Вінниця	14.X	14.IV	3.X	23.IV
Волинська область				
Ковель	18.X	13.IV	5.X	22.IV
Луцьк	16.X	14.IV	4.X	23.IV
Дніпропетровська область				
Дніпропетровськ	19.X	9.IV	10.X	16.IV
Комісарівка	17.X	10.IV	8.X	18.IV
Кривий Ріг	20.X	9.IV	10.X	16.IV
Донецька область				
Донецьк	16.X	10.IV	7.X	17.IV
Житомирська область				
Житомир	13.X	15.IV	2.X	23.IV
Овруч	11.X	15.IV	30.IX	23.IV
Закарпатська область				
Плай	13.IX	16.V	1.IX	19.VI
Ужгород	29.X	1.IV	18.X	11.IV
Запорізька область				
Гуляйполе	18.X	9.IV	9.X	16.IV
Запоріжжя	24.X	8.IV	15.X	15.IV
Кирилівка	18.X	11.IV	9.X	19.IV
Івано-Франківська область				
Івано-Франківськ	17.X	14.IV	5.X	23.IV
Пожежевська	13.IX	21.V	1.IX	13.VI
Кіровоградська область				
Гайворон	18.X	10.IV	8.X	17.IV
Знам'янка	16.X	12.IV	7.X	19.IV

Область, місто	Дати опалюваного періоду			
	перехід через 8 °С		перехід через 10 °С	
	початок	закінчення	початок	закінчення
Кіровоград	18.X	11.IV	8.X	18.IV
Київська область				
Київ	17.X	11.IV	6.X	19.IV
Миронівка	16.X	12.IV	6.X	19.IV
Луганська область				
Луганськ	17.X	7.IV	8.X	14.IV
Львівська область				
Львів	18.X	15.IV	5.X	24.IV
Миколаївська область				
Миколаїв	27.X	6.IV	18.X	14.IV
Одеська область				
Ізмаїл	3.XI	3.IV	23.X	13.IV
Любашівка	20.X	10.IV	11.X	18.IV
Одеса	3.XI	10.IV	23.X	19.IV
Роздільна	26.X	8.IV	16.X	16.IV
Сарата	30.X	6.IV	19.X	15.IV
Полтавська область				
Лубни	14.X	12.IV	4.X	19.IV
Полтава	15.X	11.IV	6.X	19.IV
Рівненська область				
Рівне	15.X	15.IV	3.X	22.IV
Сарни	15.X	14.IV	3.X	23.IV
Сумська область				
Ромни	11.X	14.IV	1.X	21.IV
Суми	10.X	15.IV	30.IX	22.IV
Тернопільська область				
Тернопіль	14.X	16.IV	2.X	25.IV
Харківська область				
Лозова	15.X	11.IV	6.X	18.IV
Харків	14.X	11.IV	5.X	19.IV
Херсонська область				
Асканія-Нова	25.X	8.IV	15.X	16.IV
Генічеськ	31.X	9.IV	21.X	17.IV
Херсон	26.X	7.IV	16.X	15.IV
Хмельницька область				
Хмельницький	14.X	15.IV	3.X	24.IV
Черкаська область				



Область, місто	Дати опалюваного періоду			
	перехід через 8 °С		перехід через 10 °С	
	початок	закінчення	початок	закінчення
Золотоноша	16.X	11.IV	5.X	18.IV
Умань	15.X	12.IV	5.X	20.IV
Черкаси	16.X	12.IV	6.X	19.IV
Чернівецька область				
Чернівці	19.X	12.IV	7.X	21.IV
Чернігівська область				
Семенівка	7.X	17.IV	26.IX	26.IV
Чернігів	10.X	15.IV	30.IX	22.IV

**Додаток Ж — значення коефіцієнта ефективності виробництва/генерування теплоти [5]**

Енергоносій/послуга	Джерело теплозабезпечення	Ефективність, %	
<b>Невідновлюваний</b>			
Горючі корисні копалини тверді	Вугільні котли, виготовлені:		
	а) до 1980 р.,	60	
	б) протягом 1980 - 2000 рр.,	65	
	в) від 2000 р.	82	
	Каміни із закритою камерою згоряння	70	
Горючі корисні копалини скраплені та газоподібні	Кахельні печі	80	
	Масляні або газові кімнатні печі	84	
	Котли на газоподібному або рідкому паливі з відкритою камерою згоряння (атмосферні пальники) та двопозиційним регулюванням	86	
	Низькотемпературні котли на газоподібному або рідкому паливі, із закритою камерою згоряння та модульованим пальником, з номінальною потужністю:		
	а) до 50 кВт,	87	
	б) від 50 до 120 кВт,	91	
	в) від 120 до 1200 кВт	94	
	Газові конденсаційні котли (70/55° С) з номінальною потужністю:		
	а) до 50 кВт,	91	
	б) від 50 до 120 кВт,	92	
	в) від 120 до 1200 кВт	95	
	Газові конденсаційні котли (55/45° С) з номінальною потужністю:		
	а) до 50 кВт,	94	

Енергоносій/послуга	Джерело теплозабезпечення	Ефективність, %	
	b) від 50 до 120 кВт,	95	
	c) від 120 до 1200 кВт	98	
Електроенергія	Електричні проточні водонагрівачі	94	
	Електротермічні обігрівачі	100	
	Електричні прилади прямого нагріву: конвектори, поверхневе опалення, променеве опалення, нагрівальний підлоговий кабель	99	
	Теплові насоси типу повітря/вода, компресор з газотурбінним приводом:		
	a) 55/45° C,	130	
	b) 35/28° C	140	
	Теплові насоси типу повітря/вода, абсорбційні, компресор з газотурбінним приводом:		
	a) 55/45° C,	130	
	b) 35/28° C	140	
	Теплові насоси типу гліколь/вода, компресор з газотурбінним приводом:		
	a) 55/45° C,	140	
	b) 35/28° C	160	
	Теплові насоси типу гліколь/вода, абсорбційні, компресор з газотурбінним приводом:		
	a) 55/45° C,	140	
	b) 35/28° C	160	
	Теплові насоси типу повітря/повітря, компресор з газотурбінним приводом	130	
Теплові насоси типу повітря/повітря, абсорбційні, компресор з газотурбінним приводом	130		
Теплові насоси типу вода/вода, компресор з електроприводом:			
a) 55/45° C,	360		

Енергоносії/по слуга	Джерело теплозабезпечення	Ефек- тивні- сть, %
	б) 35/28° С	400
	Теплові насоси типу гліколь/вода, компресор з електроприводом:	
	а) 55/45° С,	350
	б) 35/28° С	400
	Теплові насоси типу пряме випаровування в ґрунті / вода, компресор з електроприводом:	
	а) 55/45° С,	350
	б) 35/28° С	400
	Теплові насоси типу пряме випаровування в ґрунті / пряма конденсація в нагрівальних установках, компресор з електроприводом	
	Теплові насоси типу повітря/вода, компресор з електроприводом:	
	а) 55/45° С,	260
	б) 35/28° С	300
	Теплові насоси типу повітря/повітря, компресор з електроприводом:	
		300
<b>Відновлювальні</b>		
	Котли на біомасі (солома), з ручним керуванням, потужністю:	
	а) до 100 кВт,	63
	б) понад 100 кВт	70
	Котли на біомасі (деревина: поліна, брикети, пелети, тріски), з ручним керуванням, потужністю до 100 кВт	
		65
	Котли на біомасі (солома) автоматичні потужністю:	
	а) до 100 кВт,	70
	б) від 100 кВт до 600 кВт	75

Енергоносії/послуга	Джерело теплозабезпечення	Ефективність, %
	Котли на біомасі (деревина: поліна, брикети, пелети, тріски), автоматичні з механічною подачею палива, потужністю	
	а) до 100 кВт,	70
	б) від 100 кВт до 600 кВт	85
	Котли на біомасі (деревина: поліна, брикети, пелети, тріски), автоматичні з механічною подачею палива, потужністю понад 600 кВт	85
Централізований		
Централізоване опалення	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110° С зі зрізкою без коригування в Індивідуальному тепловому пункті	70
	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком 110° С або вище зі зрізкою без коригування в Індивідуальному тепловому пункті	62
	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110° С без зрізки без коригування в Індивідуальному тепловому пункті. Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням та з Централізованого теплового пункту без коригування за погодними умовами	86
	Централізоване теплопостачання з постійною температурою теплоносія без коригування в Індивідуальному тепловому пункті	50
	Централізоване теплопостачання з центральним якісним регулюванням та Централізованого теплового пункту з коригуванням за погодними умовами з автоматичним обмеженням витрати системи опалення кожної будівлі	93
	Централізоване теплопостачання з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіка і коригуванням в Індивідуальному тепловому пункті за погодними умовами	96
*Примітка 1. Для теплових насосів наведено значення коефіцієнта сезонної ефективності.		
*Примітка 2. Для інших джерел тепла, за винятком тих, що живляться електроенергією, наведено ефективність, пов'язану з теплотворною здатністю палива.		

**Додаток 3.1 — Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіаторів); приміщення заввишки не більше ніж 4 м [5]**

Впливовий фактор		Складові загального рівня ефективності			
		$\eta_{str1}$	$\eta_{str2}$	$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
Регулювання температури повітря приміщення	Відсутнє			0,86	
	За усередненої (характерної) температури повітря приміщень будівлі			0,88	
	П-регулювання* (2 К**)			0,93	
	П-регулювання (1 К**)			0,95	
	ПІ-регулювання***			0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією (наприклад, наявність диспетчеризації, адаптованого контролю)			0,99	
Температурний напір (за температури повітря 20 °С)	60 К (наприклад, 90/70)	0,88			
	42,5 К (наприклад, 70/55)	0,93			
	30 К (наприклад, 55/45)	0,95			
Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження	Опалювальний прилад встановлено біля внутрішньої стіни		0,87		1
	Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни:				
	вікно без радіаційного захисту		0,83		1
	вікно з радіаційним захистом		0,88		1
	звичайна стіна		0,95		1

**Примітка.**

\* — пропорційне регулювання.

\*\* — точність регулювання температури (в градусах Кельвіна).

\*\*\* — пропорційне інтегральне регулювання

Складову загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення  $\eta_{str}$  розраховують, як середнє значення «температурного напору» та «питомих тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій» за формулою:

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2}/2) \quad (3.1)$$

### Додаток 3.2 — Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи

Тип системи	Впливовий фактор	$\mathbf{\eta_{hydr}}$
Двотрубна	Система не налагоджена. Відсутні балансувальні клапани на стояках (горизонтальних вітках) системи	1,03
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з більше ніж вісьмома опалювальними приладами або наявне тільки статичне налагодження системи (ручні балансувальні клапани)	1,01
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з вісьмома та менше опалювальними приладами	1,00
	Система налагоджена. Наявне автоматичне регулювання перепаду тиску в терморегуляторах або електронних регуляторах витрати теплоносія на опалювальних приладах (автоматичних регуляторах температури повітря у приміщенні)	0,98
Однотрубна (постійний гідравлічний режим)	Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи	1,09
	Система налагоджена. Наявна ручна балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках)	1,07
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (стабілізатори) витрати на стояках (горизонтальних вітках)	1,05

Однотрубна (змінний гідравлічний режим)	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати зі стабілізацією температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної вітки)	1,01
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати з регулюванням температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної вітки) за температурним графіком	1,00

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, приймають  $f_{rad} = 1,0$ .

### Додаток 3.3 — Ефективність складових частин вбудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий фактор	Складові загального рівня ефективності			
	$\eta_{str}$	$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb1}$	$\eta_{emb2}$
Регулювання температури повітря приміщення	Теплоносій-вода:			
	відсутнє		0,81	
	відсутнє, з центральним якісним регулюванням		0,84	
	відсутнє, з підтриманням середнього значення різниці температур (наприклад, підлогове опалення 55/50)		0,86	
	за усередненою (характерною) температурою приміщень будівлі		0,88	
	двопозиційне або П-регулювання		0,93	
	ПІ-регулювання		0,95	
	Електроопалення:			
	двопозиційне		0,91	
ПІ-регулювання		0,93		
Тип системи	Підлогове опалення:			
	з вологою підлогою	1		0,93
	з сухою підлогою	1		0,96



	з сухою підлогою та незначним покриттям	1		0,98	
	Стінове опалення	0,9 6		0,93	
	Стельове опалення	0,9 3		0,93	
Специфічні тепловтрати через прилеглі до опалювальних панелей поверхні	Нагрівальна панель без забезпечення мінімальної теплоізоляції згідно з ДБН В.2.5-67				0,86
	Нагрівальна панель із забезпеченням мінімальної теплоізоляції згідно з ДБН В.2.5-67				0,95
	Нагрівальна панель з кращою на 100 % теплоізоляцією ніж необхідно згідно з ДБН В.2.5-67				0,99

Складову загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень,  $\eta_{emb}$  визначають за даними основних впливових факторів – «система» та «питомі тепловтрати через прилеглу поверхню» за формулою:

$$\eta_{emb}(\eta_{emb1} + \eta_{emb2})/2 \quad (3.2)$$

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, приймають  $f_{rad} = 1,0$ .

**Додаток 3.4 — Ефективність систем опалення у приміщеннях заввишки більше ніж 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)**

Впливовий фактор			Складові загального рівня ефективності					
			$\eta_{str}$				$\eta_{ctr}$	$\eta_{emb}$
			4 м	6 м	8 м	12 м		
Регулювання температури приміщення	Відсутнє						0,86	
	Двопозиційне регулювання						0,93	
	П-регулювання (2 К)						0,93	
	П-регулювання (1 К)						0,95	
	ПІ-регулювання						0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією						0,99	
Система опалення	Радіаторна		0,98	0,94	0,88	0,83		1
	Повітряна без додаткової вертикальної рециркуляції	Горизонтальне витікання	0,98	0,94	0,88	0,83		1
		Вертикальне витікання	0,99	0,96	0,91	0,87		1
	Повітряна з додатковою вертикальною рециркуляцією:	Горизонтальне витікання	0,99	0,97	0,94	0,91		1
		Вертикальне витікання	0,99	0,98	0,96	0,93		1
	Водяними опалювальними панелями		1	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами трубчатими		1	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами світлими		1	0,99	0,97	0,96		1
Система опалення	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту)	Нагрівальні елементи, вбудовані в підлогу	1	0,99	0,97	0,96		0,95
		Нагрівальні елементи, термічно незв'язані з підлогою						1

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку:  $f_{\text{rad}} = 0,85$  — для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчатих та підлогового опалення.

### Додаток 3.5 — Ефективність систем у приміщеннях заввишки більше ніж 10 м

Впливовий фактор		Складові загального рівня ефективності					
		$\eta_{\text{str}}$			$\eta_{\text{ctr}}$	$\eta_{\text{emb}}$	
		12 м	15 м	20 м			
Регулювання температури приміщення	Відсутнє					0,8	
	Двопозиційне регулювання					0,93	
	П-регулювання (2 К)					0,93	
	П-регулювання (1 К)					0,95	
	ПІ-регулювання					0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією					0,99	
Система опалення	Повітряна без додаткової вертикальної рециркуляції	Горизонтальне витікання	0,78	0,72	0,63		1
		Вертикальне витікання	0,84	0,78	0,71		1
Система опалення	Повітряна з додатковою вертикальною рециркуляцією	Горизонтальне витікання	0,88	0,84	0,77		1
		Вертикальне витікання	0,91	0,88	0,83		1
	Водяними опалювальними панелями		0,94	0,92	0,89		1
	Випромінювачами трубчатими		0,94	0,92	0,89		1
	Випромінювачами світлими		0,94	0,92	0,89		1
	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту)	Нагрівальні елементи, вбудовані в підлогу		0,94	0,92	0,89	
Нагрівальні елементи, термічно незв'язані з підлогою							1

Навчальне видання

**Методичні вказівки**

до самостійної роботи

**«Енергетична ефективність будівель. Визначення  
енергоспоживання на опалення»**

для курсів: «Основи енергетичного менеджменту», «Енергетичний  
менеджмент»

для студентів спеціальності

141 «Енергетика, електротехніка та електромеханіка»

Укладачі:

БУЛГАКОВ Олексій Віталійович

ІВАХНОВ Андрій Віталійович

КУЛАПІН Олександр Валентинович

ФЕДОРЧУК Станіслав Олегович

Відповідальний за випуск **проф. Лазуренко О.П.**

Роботу рекомендував до друку **проф. Безпрозваних Г.В.**

В авторській редакції

План 2024р., поз.

Підп. до друку Формат 60x84 1/16.

Папір офсет. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 0,5.

Обл.вид. арк. Наклад 20 прим. Замовлення №

Видавничий центр НТУ «ХП»,

вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Самостійне електронне видання