

### Лабораторна робота №3

Розробка моделі розрахунку енергетичних потреб на опалення/охолодження будівель.

Робота передбачає створення комп'ютерної програми розрахунку енергетичних потреб житлових приміщень на опалення/охолодження з використання моделі, яка базується на ДСТУ 9190:2022 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання».

Передбачається часткове використання методів, запропонованих в ДСТУ в об'ємі, достатньому для виконання оцінки витрат на опалення/охолодження зі спрощеннями, які полягають у:

- визначенні температури під час опалення  $\theta_{\text{int,H,set}}$ , °C, яку передбачається задавати користувачем (в житлових приміщеннях не нижче 18° C, комфортна 20...24° C);
- визначенні температури під час охолодження  $\theta_{\text{int,C,set}}$ , °C, яку передбачається задавати користувачем (за санітарними нормативами в межах 24-25 °C);
- відмови від врахування теплопередачі до суміжних будівель (квартир), температура в яких вважається близькою до температури в розрахунковому приміщенні;
- використанні таблиць для визначення приведенного коефіцієнту теплопередачі вікон;
- визначенні енергопотреб для опалення і охолодження приміщень виключно в режимі стабільного підтримання заданої температури, виключаючи нестаціонарні режими;
- визначення теплових втрат в ґрунт для приміщень, підлога яких знаходиться на ґрунті не проводиться;
- наявність теплопровідних включень не враховується, розрахунок ведеться виключно для основних матеріалів зовнішніх стін та з урахуванням теплообміну крізь вікна
- коефіцієнти використання надходжень для опалення та втрат для охолодження прийняті 1,0.

Для кожного місяця енергопотребу для опалення/охолодження  $Q_{\text{nd}}$ , Вт · год, за умови постійного опалення/охолодження, розраховують за формулою:

$$Q_{\text{nd}} = Q_{\text{ht}} - \eta_{\text{gn}} \cdot Q_{\text{gn}} - Q_{\text{ve,pre-heat}}, (1)$$

де  $Q_{\text{nd}}$  — енергопотреба для постійного опалення/охолодження будівлі, Вт · год, має бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{\text{ht}}$  — сумарна теплопередача в режимі опалення/охолодження, Вт · год, визначена згідно з (2);

$Q_{\text{gn}}$  — сумарні теплонадходження в режимі опалення/охолодження, Вт · год, визначені згідно з (8);

$\eta_{\text{H,gn}}$  — безрозмірний коефіцієнт використання надходжень/втрат, прийнятий згідно запропонованого спрощення 1,0;

$Q_{\text{ve,pre-heat}}$  — енергопотреба для центрального попереднього підігрівання/охолодження вентиляційного повітря, Вт · год, визначена згідно з рівнянням (15)

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця сумарну теплопередачу,  $Q_{\text{ht}}$ , Вт · год, ( $Q_{\text{H,ht}}$  — для режиму опалення,  $Q_{\text{C,ht}}$  — для режиму охолодження) визначають за формулою:

$$Q_{\text{ht}} = Q_{\text{tr}} + Q_{\text{ve}}, (2)$$

де  $Q_{\text{tr}}$  — сумарна теплопередача трансмісією, Вт · год, визначена згідно з (3);

$Q_{\text{ve}}$  — сумарна теплопередача вентиляцією, Вт · год, визначена згідно з розділом 9.

Сумарну теплопередачу трансмісією  $Q_{\text{tr}}$ , Вт · год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

$$\text{— для опалення: } Q_{\text{tr}} = H_{\text{tr,adj}} (\theta_{\text{int,H,set}} - \theta_{\text{e}}) \cdot t; \quad (3)$$

$$\text{— для охолодження: } Q_{\text{tr}} = H_{\text{tr,adj}} (\theta_{\text{int,set,C}} - \theta_{\text{e}}) \cdot t;$$

де  $N_{tr,adj}$  — загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-зовні, визначений згідно з (4);  
 $\theta_e$  — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А до ДСТУ9190 (таблиця А.2);  
 $t$  — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, годин, визначена згідно з додатком А до ДСТУ9190 (Таблиця А.1).

Загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією визначається з залежності

$$N = \sum_{i=0}^i A_i \cdot U_i \quad (4)$$

де  $A_i$  — площа і-го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі виміряна за внутрішніми розмірами, м<sup>2</sup>;

$U_i$  — приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі, Вт/(м<sup>2</sup>·К), що визначають:

- для світлопрозорих конструкцій по таблицям ДСТУ Б EN ISO 10077-1:201X «Теплотехнічні властивості вікон, дверей і віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі». В лабораторній роботі використовуємо дання таблиці 1;
- для непрозорих конструкцій (стін)  $U_i$  розраховують за формулою:

$$U_i = 1/R_{\Sigma,пр}, \quad (5)$$

- де  $R_{\Sigma,пр}$  — приведений опір теплопередачі, що визначають згідно з формулою (1) ДСТУ 9191, м<sup>2</sup>·К/Вт, з урахуванням положень ДБН В.2.6-31.

$$R_{\Sigma,пр} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i A_i / R_{\Sigma,i}} \quad (6)$$

де  $A_{\Sigma}$  — загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром з відніманням площ прорізів для окон/дверей, м<sup>2</sup>;

$A_i$  — площа і-ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{\Sigma,i}$  — опір теплопередачі і-ої термічно однорідної частини конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт, визначають за формулою:

$$R_{\Sigma,i} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_i \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}} \quad (7)$$

де  $h_{si}$ ,  $h_{se}$  — коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), які приймають згідно з таблицею 2;

$d_i$  — товщина і-го шару конструкції, м;

$\lambda_{ip}$  — теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(мВ · К). Вибрати необхідні матеріали з Додатку А до ДСТУ9191 та створити таблицю з даними назв та теплопровідностей матеріалів, які передбачається використовувати в розрахунку;

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

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

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (8)$$

де  $Q_{int}$  — сума внутрішніх теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт · год, визначається за формулою (9)

$Q_{sol}$  — сума сонячних теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год, визначена згідно з формулою (10).

$$Q_{int} = 0,667 \cdot t \cdot \sum_k \Phi_{int,nm.k} \cdot A_{f.k} \quad (9)$$

де  $\Phi_{int,mn,k}$  — усереднена за часом щільність теплового потоку від k-го внутрішнього джерела

залежно від призначення будівлі. Приймається за таблицею 3 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_{f,k}$  — площа k-ї зони (кімнати) будівлі, м<sup>2</sup>;

$t$  — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена з додатком А (таблиця А1);

Визначення суми сонячних теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год,  $Q_{sol}$  — проводиться за залежністю

$$Q_{sol} = t \cdot \sum_k \Phi_{sol,nm,k} \quad (10)$$

де  $\Phi_{sol,nm,k}$  - усереднений за часом тепловий потік від k-го джерела сонячного випромінювання, Вт, який без урахування поправок на затінення визначається за формулою

$$\Phi_{sol,k} = A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k}, \quad (11)$$

де  $A_{sol,k}$  — еквівалентна площа інсоляції k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м<sup>2</sup>, визначена для вікон за формулою 13, для непрозорих елементів конструкції — за формулою 14;

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

$F_{r,k}$  — коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають:  $F_r = 1$  — для незатіненого горизонтального даху,  $F_r = 0,5$  — для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$  — додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k-го елемента будівлі, Вт, який визначається за формулою:

$$\Phi_r = 2,365 \cdot U_c \cdot A_c \cdot \epsilon, \quad (12)$$

де  $U_c$  — коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$A_c$  — площа непрозорого елемента, м<sup>2</sup>;

$\epsilon$  — коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження згідно з даними таблиці 4 або за довідковими даними залежно від її типу.

Еквівалентну площу інсоляції застекленого елемента оболонки (наприклад, вікна)  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховують за формулою:

$$A_{sol} = 0,63 \cdot g_n \cdot A_{w,p}, \quad (13)$$

де  $g_n$  — коефіцієнт пропускання сонячної енергії для випромінювання, перпендикулярного до вікна приймається згідно з даними таблиці 5.

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

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховують за формулою:

$$A_{sol} = 0,043 \cdot \alpha_{s,c} \cdot U_c \cdot A_c, \quad (14)$$

де  $\alpha_{s,c}$  — безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною, приймають згідно з даними таблиці 4;

$U_c$  — коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

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

Енергопотребу для центрального попереднього підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря  $Q_{ve,pre-heat}$  або  $Q_{ve,pre-cool}$ , Вт·год, розраховують, використовуючи різницю температури зовнішнього та припливного повітря після попереднього підігрівання чи охолодження, за формулами:

— для попереднього підігрівання:

$$Q_{ve,pre-heat} = N \cdot \sum_{i=1}^{24} [f_{ve,j} \cdot H_{ve,pre-heat} \cdot (\theta_{sup,pre-heat} - \theta_{e,j})]$$

— для попереднього охолодження:

$$Q_{ve,pre-cool} = N \cdot \sum_{i=1}^{24} [f_{ve,j} \cdot H_{ve,pre-cool} \cdot (\theta_{e,j} - \theta_{sup,pre-cool})]$$

(15)

де  $H_{ve,pre-heat}$ ,  $H_{ve,pre-cool}$  — коефіцієнти теплопередачі вентиляцією з центральним попереднім підігріванням та з центральним попереднім охолодженням відповідно, Вт/К, визначений за формулою (16);

$f_{ve,j}$  — частка роботи для конкретної  $j$ -ої години доби репрезентативного дня місяця (якщо система працює, то  $f_{ve,j} = 1$ , якщо не працює —  $f_{ve,j} = 0$ );

$\theta_{e,j}$  — температура зовнішнього середовища, °С, для конкретної  $j$ -ої години доби, визначена на підставі погодинних значень репрезентативного дня місяця згідно з додатком А;

$\theta_{sup,pre-heat}$ ,  $\theta_{sup,pre-cool}$  — температура припливного повітря повітряного потоку, °С, що надходить у зону (чи вентиляційну підзону) будівлі з вентиляцією після попереднього підігрівання та охолодження, дорівнює  $\theta_{int,set,H}$  та  $\theta_{int,set,C}$  відповідно, якщо температуру припливного повітря регулюють за внутрішньою температурою будівлі чи зони будівлі, якщо попереднє підігрівання (охолодження) здійснюють до температури нижчої (вищої) заданої температури зони будівлі — приймають фактичну температуру припливного повітря.

$N$  — тривалість розрахункового місяця, діб, визначена згідно з додатком А.

Значення коефіцієнта теплопередачі вентиляцією з центральним попереднім підігріванням та з центральним попереднім охолодженням відповідно Вт/К розраховують за формулами:

— для попереднього підігрівання:

$$H_{ve,pre-heat} = 0,336 \cdot q_{ve,H} \cdot b_{ve,H};$$

— для попереднього охолодження:

$$H_{ve,pre-cool} = 0,336 \cdot q_{ve,C} \cdot b_{ve,C};$$

(16)

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

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

Усереднену за часом витрату повітря  $q_{ve,mn}$ , м<sup>3</sup>/год, розраховують для кожної зони (чи вентиляційної підзони) та для кожного періоду:

— для опалення:  $q_{ve,mn,H} = 112/168 \cdot q_{ve,H};$

(17)

— для охолодження:  $q_{ve,mn,C} = 112/168 \cdot q_{ve,C};$

де  $q_{ve,H}$ ,  $q_{ve,C}$  — нормативна витрата вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, м<sup>3</sup>/год, визначена згідно з таблиці 6;

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

—для опалення:  $b_{ve,H} = (1 - f_{ve,frac,H} \cdot \eta_{ve})$ ;

—для охолодження:  $b_{ve,C} = (1 - f_{ve,frac,C} \cdot \eta_{ve})$ ;

де  $f_{ve,frac,H}$ ,  $f_{ve,frac,C}$  — частка повітряного потоку, яка проходить через теплоутилізаційну установку, для опалення та для охолодження відповідно. Може приймати значення в діапазоні 0...1,0

$\eta_{ve}$  — комбінована ефективність утилізування теплоти. Для деяких приладів визначена:

—компактний теплообмінник з циркуляційним контуром (рідини) — 0,40;

—розбірний пластинчастий теплообмінник — 0,50;

—теплоутилізатор з тепловим насосом — 0,60;

—пластинчастий теплообмінник з протитоком — 0,65;

—високоєфективний паяний теплообмінник з циркуляційним контуром (рідини) — 0,70;

—роторийний теплообмінник — 0,70.

Вихідні дані для розрахунку (рекомендується взяти за основу характеристики власного помешкання):

1. Кількість огорожуючих зовнішніх поверхонь (стін);
2. Для кожної поверхні:
  - 2.1. Ширина, висота;
  - 2.2. Кількість шарів матеріалів, з якої складається поверхня, для кожного шару:
    - 2.2.1. Назва матеріалу (вибір з таблиці), яка використовується для визначення теплопровідності;
    - 2.2.2. Товщина шару матеріалу;
    - 2.2.3. Для зовнішнього шару - коефіцієнти поглинання і випромінювання
3. Кількість вікон
  - 3.1. Для кожного вікна:
    - 3.1.1. розміри,
    - 3.1.2. кількість пакетів,
    - 3.1.3. тип скла;
    - 3.1.4. напрям по сторонам світу
4. Площа помешкання
5. Бажана температура в помешканні в опалювальний сезон та в літній сезон (з таблиці 7 або власний варіант).
6. Регіон/місто для якого проводиться розрахунок, які є основою для визначення:
  - 6.1. Кількості годин по місяцях
  - 6.2. Середніх температур по місяцях
  - 6.3. Середньомісячних доз сумарної сонячної радіації.
7. Варіанти змін для порівняння:
  - 7.1. Встановлення теплоізоляції: вихідні данні – товщина шару і тип теплоізоляції
  - 7.2. Заміна вікон – тип встановлюваних вікон, тип оскління, тип заповнюючого газу.
  - 7.3. Встановлення рекуператора. Вказати тип і задати характеристики.
  - 7.4. Зміна температури в приміщенні. Визначити результуючий вплив.

Результат:

В звіті відобразити надати:

- лістінг програми;
- витрати енергії на забезпечення опалення/охолодження приміщення по місяцях;
- зміна витрати енергії після встановлення теплоізоляції / заміни вікон по місяцях;

Таблиця 1. Коефіцієнт теплопередачі склопакетів з двома і трьома стеклами з різним газовим наповненням міжскляного проміжку і для вертикального скління

Скління				Коефіцієнт теплопередачі для різних видів газового заповнення <sup>a</sup> $U_g$				
Склопакет	Скло	Випромінювальна здатність	Розміри, мм	Повітря	Аргон	Криптон	SF <sub>6</sub>	Ксенон
Склопакет з двома стеклами	Скло без покриття (звичайне скло)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	Одне скло з покриттям	≤0,2	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
		≤0,15	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
		≤0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,4
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
		≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	1,2
			4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1
			4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2
			4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2
Склопакет з трьома стеклами	Скло без покриття (звичайне скло)	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	1,9	1,7
			4-8-4-8-4	2,1	1,9	1,7	1,9	1,6
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0	1,6
	Два скла з покриттям	≤0,2	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,3	1,0	1,3	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,3	0,8
		≤0,15	4-6-4-6-4	1,7	1,4	1,1	1,2	0,9
			4-8-4-8-4	1,5	1,2	0,9	1,2	0,8
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,7	1,3	0,7
		≤0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,1	0,8
			4-8-4-8-4	1,4	1,1	0,8	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2	0,6
		≤0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,2	0,9	1,1	0,7
			4-8-4-8-4	1,3	1,0	0,7	1,1	0,7
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1	0,5

**Примітка.** Коефіцієнти теплопередачі, вказані в таблиці, розраховані по EN 673. Вони поширюються на зазначену випромінювальну здатність і концентрацію газу.

<sup>a</sup>концентрація газу ≥ 90%

Таблиця 2 Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої  $h_{si}$  та зовнішньої  $h_{se}$  поверхонь огорожувальних конструкцій

Ч.ч.	Тип конструкції		Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> · К)	
			$h_{si}$	$h_{se}$
1	Вертикальні непрозорі огорожувальні конструкції (зовнішні стіни)	з опорядженням штукатурками	8,7	23
		з вентиляльованими повітряними прошарками	8,7	12
2	Те саме (зовнішні двері, ворота)	непрозорі	8,7	23
3	Вертикальні світлопрозорі огорожувальні конструкції (вікна, двері балконні, світлопрозорі зовнішні двері, вітражі, світлопрозорі фасади)		8,0	23
4	Горизонтальні світлопрозорі огорожувальні конструкції (зенітні ліхтарі, покриття атриумів, оранжерей)		9,9	23
5	Горизонтальні непрозорі огорожувальні конструкції за теплового потоку знизу догори	плоскі (суміщені) покриття	10,0	23
		горищні перекриття	10,0	6
6	Горизонтальні непрозорі огорожувальні конструкції за теплового потоку зверху донизу	перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями, що не вентиляються 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 (еркери, проїзди)	5,9	23

Таблиця 3. 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, $\Phi_{int,L}$	обладнання, $\Phi_{int,A}$
Одноквартирні будинки	112	1,2	2,0	2,0
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2,0	2,0

Таблиця 4. Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції

Матеріал зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції	Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{se}$	Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею, $\epsilon$
Алюміній	0,1	0,06
Азбестоцементний лист	0,65	0,96
Асфальтобетон	0,9	0,93
Бетон	0,7	0,62
Дерево нефарбоване	0,6	0,8

Захисний шар рулонної покрівлі зі світлого гравію	0,65	0,95
Цегла керамічна	0,7	0,93
Цегла силікатна	0,6	0,9
Облицювання природним каменем білим	0,45	0,42
Пофарбування силікатне темно-сіре	0,7	0,81
Пофарбування вапняне біле	0,3	0,90
Плитка облицювальна керамічна	0,8	0,93
Плитка облицювальна скляна	0,6	0,94
Плитка облицювальна біла або палева	0,45	0,93
Руберойд з піщаною засипкою	0,9	0,9
Сніговий покрив	0,2	0,89
Сталь листова, пофарбована білою фарбою	0,45	0,9
Сталь листова, пофарбована темно-червоною фарбою	0,8	0,9
Сталь листова, пофарбована зеленою фарбою	0,6	0,9
Сталь покрівельна оцинкована	0,65	0,28
Скло облицювальне	0,7	0,94
Штукатурка вапняна темно-сіра або теракотова	0,7	0,93
Штукатурка цементна світло-блакитна	0,3	0,93
Штукатурка цементна темно-зелена	0,6	0,93
Штукатурка цементна кремова	0,4	0,93

Таблиця 5. Типові значення коефіцієнта загального пропускання сонячної енергії за нормального кута падіння для поширених типів скління

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

Таблиця 6. Мінімальні питомі витрати вентиляційного повітря для приміщень житлових будівель

Умови мікроклімату	Повітрообмін <sup>1)</sup>		Житлові та спальні кімнати, витрата зовнішнього повітря		Витрата повітря, яке видаляється, дм <sup>3</sup> /с		
	дм <sup>3</sup> /(с·м <sup>2</sup> )	год <sup>-1</sup>	дм <sup>3</sup> /(с·люд.) <sup>2)</sup>	дм <sup>3</sup> /(с·м <sup>2</sup> )	Кухня	Ванна	Туалет
Підвищені оптимальні	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
<b>Оптимальні</b>	<b>0,42</b>	<b>0,6</b>	<b>7</b>	<b>1,0</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
Допустимі	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7

1) Питомі витрати вентиляційного повітря, що надані в одиницях виміру [дм<sup>3</sup>/(с·м<sup>2</sup>)] і [год<sup>-1</sup>], відповідають одна одній при висоті стелі 2,5 м.

2) Кількість мешканців у місці проживання може бути розрахована за кількістю спальних кімнат.

<sup>1)</sup> Питомі витрати вентиляційного повітря, що надані в одиницях виміру  $[dm^3/(c \cdot m^2)]$  і  $[год^{-1}]$ , відповідають одна одній при висоті стелі 2,5 м.

2) Кількість мешканців у місці проживання може бути розрахована за кількістю спальних кімнат.



Таблиця 7. Значення заданої, чергової та скоригованої температури

Вхідні дані	Одноквартирні та багатоквартирні будинки, гуртожитки будинки
Внутрішня задана температура опалення, °C	20
Температура чергового режиму опалення, °C	17
Скоригована температура опалення, °C	19
<b>Графік опалення, (год/тиждень)<sup>1)</sup></b>	<b>112</b>
Внутрішня задана температура охолодження, °C <sup>2)</sup>	26
Температура чергового режиму охолодження, °C	26
Скоригована температура охолодження, °C	26
<b>Графік охолодження, (год/тиждень)<sup>3)</sup></b>	<b>112</b>
<sup>1)</sup> Кількість годин на тиждень з нормальним (постійним) опаленням до заданої температури. <sup>2)</sup> Значення температури використовують для розрахунку енергопотребі для охолодження. Максимальна допустима температура у приміщенні вища на 2—3 °C. <sup>3)</sup> Кількість годин на тиждень з нормальним (постійним) охолодженням до заданої температури.	

Довідкові матеріали:

1. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання;
2. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:201X Теплотехнічні властивості вікон, дверей і віконниць розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови
3. ДБН В.2.5-67:2013 ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ
4. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель