

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньою програмою «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії»

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

Енергоресурсозбереження: Розрахункова робота. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.Т. Пазич, О.А. Мельник – Електронні текстові дані (1 файл: 1,78 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 44 с.

Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №8 від 02.06.2023 р.) за поданням Вченої ради Факультету електроенерготехніки та автоматики (протокол № 11 від 29.05.2023 р.)

Електронне мережне навчальне видання

Навчальний посібник

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

Розрахункова робота

- Укладачі: *Пазич Сергій Тарасович*, канд. техн. наук, асистент кафедри відновлюваних джерел енергії, ФЕА
Мельник Олександр Анатолійович, асистент кафедри відновлюваних джерел енергії, ФЕА
- Відповідальний редактор: *Будько Василь Іванович*, докт. техн. наук, доцент, завідувач кафедри відновлюваних джерел енергії, ФЕА
- Рецензент: *Пушкар Микола Васильович*, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ.....	5
2. РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЛІ.....	7
3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖЕННЯ БУДІВЛІ	9
4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ.....	11
4.1 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД УТЕПЛЕННЯ СТІН.....	11
4.2 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД ЗАМІНИ ВІКОН.....	14
4.3 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ ІТП (ЗАМІНА НА ВДЕ).....	17
4.4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД ЗАМІНИ ОСВІТЛЕННЯ ТА ЛІЧИЛЬНИКІВ.....	20
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	23
ДОДАТКИ.....	24

ВСТУП

Завдання та методичні вказівки щодо самостійної роботи студентів над виконанням розрахункової роботи розроблено згідно з типовою навчальною програмою дисципліни «Енергоресурсозбереження», затвердженою на кафедрі відновлюваних джерел енергії та на методичній комісії факультету електроенерготехніки та автоматики.

Підготовка студентів у межах курсу «Енергоресурсозбереження» як технічного змістовного модуля спрямована на: формування спеціаліста, який має ґрунтовні знання стосовно структури та технологічних схем споживання енергії в будівлях для проведення їх аналізу і оцінювання потенціалу енергоресурсозбереження за умови впровадження енергоефективних заходів та використання відновлюваних джерел енергії.

Необхідність скорочення енергоспоживання будівель обумовлюється зростанням вартості палива та потребою у зменшенні впливу на довкілля. Впровадження у законодавчу та нормативну базу вимог до підвищення енергоефективності об'єктів житлово-комунального господарства є інструментом впливу на зниження споживання ресурсів та збільшення енергетичної незалежності держави.

Метою даних методичних вказівок є поглиблення вивчення дисципліни та набуття навичок і вмінь самостійних кваліфікованих розрахунків, аналізу та обґрунтування висновків у процесі вивчення дисципліни «Енергоресурсозбереження». У якості об'єкту дослідження виступають будівлі різного призначення і, відповідно, з різними вимогами до мікроклімату. У методичних вказівках наведено порядок та приклади розрахунку і довідкові дані у додатках.

Вимоги до оформлення: розрахункова робота повинна бути виконана на аркушах А4. Перший лист – титульний (Додаток 1). Робота повинна містити план будівлі з позначеними розмірами, супроводжуватися поясненнями до розрахунків та завершуватися висновками.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Мета виконання розрахункової роботи – закріплення теоретичного матеріалу курсу «Енергоресурсозбереження», розрахунки економії ресурсів від впровадження певного переліку енергозберігаючих заходів, тобто визначення потенціалу енергоресурсозбереження.

Об'єкт дослідження – будівля, що обирається студентами самостійно.

Перелік заходів для підвищення енергоефективності будівлі, що пропонується впровадити:

- утеплення стін з доведенням опору теплопередачі до сучасних вимог [2];
- заміна усіх вікон на сучасні, що відповідають вимогам [2];
- заміна індивідуального теплового пункту (ІТП) на систему опалення, що використовує відновлювані джерела енергії (ВДЕ);
- заміна освітлення та електролічильників.

Завдання:

Розрахувати геометричні характеристики будівлі:

- площу стін;
- площу світлопрозорих конструкцій (вікон);
- площу зовнішніх дверей;
- площу перекриття над неопалювальним підвалом.

Розрахувати опори теплопередачі існуючих огорожувальних конструкцій до термомодернізації (без урахування містків холоду) R , [$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$]:

- стін із основного матеріалу;
- стін із цегли;
- вікон (дерев'яних та металопластикових).

Виконати теплотехнічний розрахунок тепловтрат через усі огорожувальні конструкції будівлі (без урахування теплових надходжень).

Визначити втрати теплоти за рахунок природної вентиляції, прийнявши кратність повітрообміну у житлових приміщеннях $0,7 \text{ год}^{-1}$.

Визначити річні витрати теплової енергії на опалення.

Визначити річні витрати теплової енергії на потреби ГВП.

Визначити економію від впровадження заходів з енергоресурсозбереження:

- Визначити економію від утеплення стін з доведенням опору теплопередачі до сучасних вимог.
- Визначити економію від заміни усіх вікон на сучасні, що відповідають сучасним вимогам.
- Визначити економію від заміни ІТП на систему опалення, що використовує відновлювані джерела енергії (ВДЕ).
- Визначити економію від заміни освітлення та електролічильників.

Зробити висновки з врахуванням впливу заходів з енергоресурсозбереження на навколишнє середовище.

2. РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ТА ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БУДІВЛІ

Визначення площ зовнішніх огорожень рекомендується здійснювати у наступному порядку:

- 1) Визначення площі фасадів.

Використовуючи план та зовнішній вигляд будівлі, при цьому враховуючи кількість поверхів, потрібно визначити площу фасадів за зовнішніми обмірами за сторонами світу (Пн, Пд, Зх, Сх або Пн-Зх, Пд-Зх, Пн-Сх, Пд-Сх).

Площа довгого фасаду:

$$F_a = a \cdot (H_{нов} \cdot n_{нов} + H_{цок} + H_{гор}), \quad (2.1)$$

де a – довжина основного фасаду, [м];

$H_{нов}$ – висота одного поверху будівлі, [м];

$n_{нов}$ – кількість поверхів;

$H_{цок}$ – висота цоколя будівлі, [м];

$H_{гор}$ – висота горищного поверху, [м];

Площа торцевого фасаду:

$$F_b = b \cdot (H_{нов} \cdot n_{нов} + H_{цок} + H_{гор}), \quad (2.2)$$

де b – довжина торцевого фасаду, [м].

- 2) Визначення площі, $F_{ск}$, світлопрозорих конструкцій (СК) (вікна/балконні блоки) за типами з орієнтацією по сторонам світу.

- 3) Визначення площі, $F_{дв}$, вхідних дверей (Дв).

- 4) Визначення площі зовнішніх стін (ЗС):

Наприклад, у випадку якщо основний фасад орієнтований на північ, площа зовнішніх стін за північною орієнтацією обчислюється наступним чином:

$$F_{Зс.ст.Пн} = F_a - F_{Ск.Пн} - F_{Дв.Пн}, \quad (2.3)$$

де $F_{Ск.Пн}$ – сумарна площа світлопрозорих конструкцій на північному фасаді, [м²];

$F_{Дв.Пн}$ – сумарна площа зовнішніх дверей на північному фасаді, [м²].

Площа зовнішніх стін за іншими орієнтаціями знаходиться аналогічно.

Визначення теплотехнічних характеристик зовнішніх огорожувальних конструкцій рекомендуємо здійснювати у наступному порядку:

1) Опір теплопередачі існуючих дерев'яних вікон/балконних блоків, визначаємо за додатком 4.

2) Опір теплопередачі вікон/балконних блоків, що були замінені на металопластикові, визначаємо за додатком 5.

3) Опір теплопередачі стін (основний фасад та цегляна кладка), горищного перекриття та перекриття над неопалювальним підвалом визначаємо за формулою згідно з [4] для термічно однорідної непрозорої огороджувальної конструкції.

4) Опір теплопередачі входних металевих дверей приймаємо:

$$R_{og}=0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}. \quad (2.4)$$

Результати розрахунків площ та опорів теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій потрібно занести до таблиці.

3. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖЕННЯ БУДІВЛІ

Тепловтрати через зовнішні огородження визначаються за формулою:

$$Q_o = \sum(K_i \cdot F_i \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}})) b_u (1 + \Sigma\beta), \quad (3.1)$$

де K_i – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К), що розраховується за формулою:

$$K_i = 1/R_i, \quad (3.2)$$

де R_i – опір теплопередачі i -ого огородження, [м²· К/Вт],

F_i – площа i -ої огорожувальної конструкції, [м²];

$t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, [°С] (за додатком 2);

$t_{\text{р.о}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, [°С], приймаємо за додатком 10;

b_u – поправочний коефіцієнт урахування зменшення розрахункової різниці температур між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємом/зоною, який обирається за додатком 8 [8]; для усіх інших огорожень $b_u = 1$;

$\Sigma\beta$ - сумарні додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, які враховуються для зовнішніх вертикальних огорожувальних конструкцій будівлі (стіни, двері і вікна), орієнтовані на:

- північ, схід, північний-схід і північний-захід – $\Sigma\beta = 0,1$;
- південний-схід і захід – $\Sigma\beta = 0,5$;
- для усіх інших огорожень $\Sigma\beta = 0$.

Результати розрахунків потрібно звести до таблиці.

Витрати теплоти на потреби природньої інфільтрації для існуючих житлових та громадських будівель, що експлуатуються, можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{инф}} = 0,337 \cdot n_{\text{об}} \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}), \quad (3.3)$$

де $n_{\text{об}} = 0,7 \text{ год}^{-1}$ – кратність повітрообміну у житлових приміщеннях;

V – кондиціонований (опалювальний) об'єм приміщень будівлі, [м³], який визначимо наступним чином:

$$V = (a - 2\delta_{\text{ст}})(b - 2\delta_{\text{ст}}) \cdot H_{\text{пов}} \cdot n_{\text{пов}}, \quad (3.4)$$

де a – довжина основного фасаду, [м];

b – довжина торцевого фасаду, [м];

$\delta_{ст}$ – товщина зовнішньої стіни (з урахуванням внутрішньої штукатурки), [м];

$H_{пов}$ – висота поверху, [м];

$n_{пов}$ – кількість поверхів.

Сумарні теплові втрати будинку, [Вт]:

$$Q_{\Sigma} = Q_o + Q_{инф}. \quad (3.5)$$

Отримане розрахункове значення доцільно порівнювати із значенням, вказаним у договорі на теплопостачання або в технічних умовах на підключення будівлі до теплових мереж міста.

Річна витрата теплової енергії для існуючої будівлі, [Гкал/рік]:

$$Q_{існ} = 24 \cdot n_o \cdot Q_{\Sigma} \cdot ((t_{вн} - t_{с.о.}) / (t_{вн} - t_{р.о.})) \cdot 10^{-6} / 1,163, \quad (3.6)$$

де $t_{с.о.}$ – середня температура за опалювальний період (обирається з додатку 10);

n_o – кількість днів опалювального періоду (обирається з додатку 10), 1 кал/год = 1,163 Вт.

Отримане значення доцільно порівнювати із фактичними показниками споживання теплової енергії будівлею за останні три роки за лічильником з приведенням до стандартних погодних умов із застосуванням градусо-днів опалювального періоду [5].

4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ

4.1 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД УТЕПЛЕННЯ СТІН

Пропонується здійснити утеплення зовнішніх стін будівлі із доведенням опору теплопередачі огороження до існуючих норм [2].

Спочатку потрібно визначити, який тип огороження зовнішньої стіни (основний фасад або цегляна кладка) має менший коефіцієнт теплопередачі R , [$\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$]. Зважаючи на це, потрібно обирати необхідну товщину шару ізоляційного матеріалу. Наприклад, менший коефіцієнт теплопередачі R має стіна основного фасаду. Тоді наступні розрахунки виконуємо у такій послідовності.

1) Знаходимо мінімально допустиме значення товщини ізоляції, [м]:

$$\delta_{i3} = [R_{q \min} - (\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3}) \cdot \lambda_{i3}] \quad (4.1)$$

де δ_1 , λ_1 – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$], внутрішньої штукатурки будівлі;

δ_2 , λ_2 – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$], основного фасаду будівлі;

δ_{i3} , λ_{i3} – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності (додаток 9), [$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$], ізоляційного шару будівлі, який потрібно обрати самостійно, обґрунтовуючи свій вибір з економічної та технологічної точки зору;

δ_4 , λ_4 – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності, [$\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$], зовнішньої штукатурки будівлі із складного розчину;

$R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для зовнішньої стіни відповідно до вимог [2], що обирається за додатком 6 залежно від температурної зони розташування міста (додаток 3).

Після підрахунку результат потрібно округлити до значень, що відповідають існуючим на ринку теплоізоляційних матеріалів: 50 мм, 100 мм, 120 мм, 150 мм, 170 мм, 200 мм, 250 мм.

2) Визначимо опір теплопередачі стіни після утеплення [$\text{m}^2\text{K}/\text{Вт}$] визначимо за формулою:

$$R_{\text{ут}} = (\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{1}{\alpha_3}) \quad (4.2)$$

За формулою (4.2) визначимо опір теплопередачі $[m^2 \cdot K/Wt]$ утепленого огороження для:

- основного фасаду $R_{ут.ЗС1}$;
- цегляної кладки $R_{ут.ЗС3}$.

Порівняльний аналіз опору теплопередачі стін після ізоляції з нормативним значенням (Додаток б):

$$R_{ут.ЗС1} \geq R_{q \min}$$

$$R_{ут.ЗС3} \geq R_{q \min}$$

3) Зменшення теплових втрат через зовнішні стіни за рахунок утеплення, [Вт]:

- основного фасаду:

$$\Delta Q_{ЗС1} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{ЗС1}} - \frac{1}{R_{ут.ЗС1}} \right) \cdot F_{ЗС1} \cdot (t_{вн} - t_{п.о}) \right) b_u (1 + \Sigma\beta); \quad (4.3)$$

- цегляної кладки:

$$\Delta Q_{ЗС3} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{ЗС3}} - \frac{1}{R_{ут.ЗС3}} \right) \cdot F_{ЗС3} \cdot (t_{вн} - t_{п.о}) \right) b_u (1 + \Sigma\beta); \quad (4.4)$$

де $R_{ЗС1}, R_{ЗС3}$ – опір теплопередачі для зовнішньої стіни відповідно основного фасаду та цегляної кладки, розрахований раніше та занесений до таблиці.

4) Річна економія теплової енергії за рахунок утеплення зовнішніх стін будівлі, [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_{ум.ЗС} = (\Delta Q_{ЗС1} + \Delta Q_{ЗС3}) \frac{t_{вн} - t_{с.о}}{t_{вн} - t_{п.о}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1.163}. \quad (4.5)$$

5) Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = \Delta Q_{ум.ЗС} \cdot T \quad (4.6)$$

де T – тариф на теплову енергію [грн/Гкал] при централізованому тепlopостачанні, що обирається на сайтах енергетичних компаній міст.

6) Простий термін окупності заходу з утеплення зовнішніх стін, [років]:

$$T_{ок} = I / \Delta E \quad (4.7)$$

де I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], що включають витрати на матеріали та будівельно-монтажні роботи та інші витрати, які можна приймати:

- згідно з комерційними пропозиціями фірм-виконавців робіт з утеплення фасадів «під ключ» [в грн/м² утепленого фасаду];
- за даними Асоціації енергоаудиторів України;
- за даними енергетичних сертифікатів будівель, занесених до офіційної бази даних (https://e-construction.gov.ua/ep_efficiency_sert).

4.2 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД ЗАМІНИ ВІКОН

Пропонується здійснити заміну лише старих дерев'яних вікон, а металопластикові існуючі залишити.

Пропонується встановити нові металопластикові вікна з двокамерним склопакетом з енергоефективним напиленням, з термічним опором не менше R_{qmin} [$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$], що дозволить зменшити складову втрат теплоти шляхом теплопередачі та інфільтрацією повітря через нещільності.

Нові вікна дозволять зменшити наднормові втрати тепла та покращити зовнішній вигляд будівлі, проте вони майже не пропускають повітря з вулиці, яке проходило через щілини в старих вікнах. Отже, необхідно забезпечити нормативний повітрообмін в приміщенні шляхом встановлення сучасних енергоефективних систем вентиляції або, щонайменше – відкриванням вікон.

1) Опір теплопередачі існуючих вікон $R_{існ}$, [$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$] визначено у розділі 3 та занесено до таблиці:

- існуючі дерев'яні вікна: $R_{існ.д}$
- існуючі металопластикові вікна: $R_{існ.мп}$

2) Опір теплопередачі нових світлопрозорих конструкцій (вікон/балконних блоків) повинен перевищувати мінімальні вимоги (додаток 6):

$$R_{ск} \geq R_{q min} \quad (4.8)$$

Для можливості отримання чисельного значення нормативного опору теплопередачі попередньо потрібно визначити коефіцієнт скління фасадів.

Коефіцієнт скління фасаду – відношення площі світлопрозорих огорожувальних конструкцій до загальної площі фасадної частини будинку.

$$m_{скл} = \frac{F_{ск}}{F_{ск} + F_{зс} + F_{дв}} = \frac{F_{ск}}{(F_{ск.д} + F_{ск.мп}) + F_{зс} + F_{дв}} \quad (4.9)$$

де $F_{ск}$ – загальна площа вікон та балконних блоків у будівлі, м^2 ;

$F_{ск.д}$; $F_{ск.мп}$ – площа дерев'яних та металопластикових вікон відповідно, м^2 .

Визначимо нормативний опір теплопередачі для нових вікон/балконних блоків за діючими вимогами [2] за Додатком 6:

$$R_{нов} = R_{q min}. \quad (4.10)$$

3) Втрати теплоти через вікна [Вт]:

- існуючої будівлі:

$$Q_{ск.існ} = \frac{1}{R_{існ}} \cdot F_{Д} \cdot (t_{вн} - t_{р.о}); \quad (4.11)$$

- після заміни вікон:

$$Q_{ск.нов} = \frac{1}{R_{нов}} \cdot F_{Д} \cdot (t_{вн} - t_{р.о}); \quad (4.12)$$

де $F_{Д}$ – площа дерев'яних вікон, що підлягають заміні, [м²]; $R_{існ} = R_{ск.д}$ – опір теплопередачі існуючих дерев'яних світлопрозорих конструкцій, що підлягають заміні, [м²·К/Вт].

4) Річна економія енергії за рахунок зменшення теплопередачі [Гкал/рік] (1 ккал/год=1,163 Вт):

$$\Delta Q_1 = \Delta Q \frac{t_{вн} - t_{с.о}}{t_{вн} - t_{р.о}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1.163}. \quad (4.13)$$

5) Річне скорочення споживання теплової енергії [Гкал] за рахунок зменшення інфільтрації (неорганізований природний повітрообмін):

$$\Delta Q_2 = \Delta n_{об} \cdot V \cdot \rho \cdot c_{пов} \cdot (t_{вн} - t_{с.о.}) \cdot n_o \cdot 24 \cdot 10^{-6} / (3600 \cdot 1,163) \quad (4.14)$$

де $\Delta n_{об}$ – зменшення кратності інфільтрації після заміни вікон:

- до заміни $n = 0,7$,

- після заміни $n = 0,6$ (за ДСТУ Б.ЕН 15251 [9]);

V – опалювальний об'єм приміщень, що визначався раніше; $\rho = 1,293$ кг/м³ густина повітря; $c = 1005$ Дж/(кг·К) – теплоємність повітря.

6) Скорочення річного споживання теплової енергії за рахунок заміни частини дерев'яних вікон [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_6 = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 \quad (4.15)$$

7) Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = \Delta Q_6 \cdot T, \quad (4.16)$$

де T – тариф на теплову енергію [грн/Гкал].

8) Простий термін окупності заходу із заміни частини дерев'яних вікон, [років]:

$$T_{ок} = I / \Delta E, \quad (4.17)$$

де I – це необхідні інвестиції для реалізації даного заходу [грн].

4.3 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД МОДЕРНІЗАЦІЇ

ІТП (ЗАМІНА НА ВДЕ)

Можливі різні варіанти економії теплової енергії: економія теплової енергії за рахунок зниження споживання в неробочі години, економія теплової енергії за рахунок введення погодного регулювання, модернізація ІТП шляхом впровадження ВДЕ.

Розглянемо детальніше, як приклад, спрощений розрахунок впровадження геліоустановки, яка забезпечуватиме підігрів води для опалення будівлі і (або) системи гарячого водопостачання

Кількість теплоти, виробленої геліоустановкою (геліоколекторами), в першу чергу, залежить від кількості сонячної радіації, що поступає на робочу поверхню.

Ефективність експлуатації геліоустановки залежить від конструкційних особливостей та правильного її розміщення відповідно географічному розташуванню та кліматичним умовам (вибір оптимального куту нахилу, орієнтація робочої поверхні на південь, оптимальна ізоляція та інше), так, для Київської області оптимальним є кут нахилу сонячних колекторів до горизонту, що дорівнює 33° .

Середньомісячні і середньорічні суми надходження прямої, розсіяної і сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню в різних кліматичних зонах та областях України наведено в Додатку 11.

Приведена інтенсивність поглиненої сонячної радіації $q_{\theta i}$ ($\text{Вт}/\text{м}^2$), відповідно ВСМ-52-86 (будівельні норми «Установки сонячного гарячого водопостачання. Норми проектування»), розраховується за формулою:

$$q_{\theta i} = 0,96 (P_S \theta_S I_S + P_D \theta_D I_D), \quad (4.18)$$

де I_S, I_D – інтенсивність прямої та розсіяної сонячної радіації, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

P_S, P_D – відповідно коефіцієнти положення колектора для прямої та розсіяної сонячної радіації;

θ_S, θ_D – відповідно приведені оптичні характеристики для прямої і розсіяної сонячної радіації.

При відсутності паспортних даних можна прийняти $\theta_s=0,74$; $\theta_D = 0,64$ для одинарного геліоприймача; $\theta_s=0,63$; $\theta_D = 0,42$ для подвійного зашкленого геліоприймача.

Середньомісячні значення P_D для сонячних колекторів південної орієнтації при різних кутах нахилу до горизонту:

$$P_D = \cos^2 \beta / 2, \quad (4.19)$$

де β – кут нахилу сонячного колектора до горизонту.

Середньомісячні значення P_S для сонячних колекторів південної орієнтації при різних кутах нахилу до горизонту наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Середньомісячні значення P_S для сонячних колекторів

Кут нахилу β	січень	квітень	липень	жовтень	грудень
Широта місцевості 40°					
25	1,76	1,13	1,01	1,40	1,85
40	2,24	1,11	0,93	1,55	2,45
55	2,46	1,03	0,81	1,56	2,72
90	2,30	0	0	1,17	2,61
Широта місцевості 45°					
30	2,14	1,19	1,04	1,56	2,31
45	2,86	1,17	0,95	1,74	3,27
60	3,13	1,09	0,84	1,76	3,64
90	3,04	0,71	0	1,37	3,63

На основі розрахункових даних по поглинанню сонячної радіації робочою поверхнею геліоустановки визначено середньодобову та середньомісячну продуктивність геліоустановки.

Об'єм наданої геліоустановкою гарячої води для потреб гарячого водопостачання визначається виходячи з потреб споживача. При цьому площу поглинальної поверхні геліоустановок (m^2), за наявності резервного джерела теплоти, можна визначити за спрощеною формулою:

$$A = \frac{1,16G(t_2 - t_x)}{\eta_G \sum_i q_i}, \quad (4.20)$$

де G – витрата гарячої води в системі гарячого водопостачання, л/добу; t_x , t_2 – температура води на вході в колектор (холодної) та виході з нього (гарячої),

можна приймати $t_2 \approx 60^\circ\text{C}$; q_i – інтенсивність сонячної радіації на поверхні нагріву колектора, $\text{Вт}/\text{м}^2$; η_G – к.к.д. сонячного колектора ($\approx 0,75$).

Орієнтовні значення площі поверхні нагріву сонячного колектора можна взяти з розрахунку $4,5 \dots 9,0 \text{ м}^2$ для опалення приміщення площею 15 м^2 (у середньому 50% площі підлоги приміщення) і $1,5 \text{--} 2,0 \text{ м}^2$ для забезпечення гарячою водою одного мешканця.

Усі типи установок з дублюючими джерелами розраховуються за даними місяця з максимальною сумою сонячної радіації у період роботи, а системи без дублюючого джерела – з найменшою. При нерівномірному споживанні гарячої води по місяцях розрахунок площі сонячних колекторів слід виконувати за величиною добової витрати гарячої води кожного місяця та приймати найбільшу з отриманих площ.

Більш детальний розрахунок потребує врахування типу нагрівача, кутів встановлення, кліматичних особливостей, вимог до температури води, тощо.

Кількість теплової енергії, виробленої геліоустановкою, визначається для доби, за місяць та за рік, у еквіваленті умовного палива, або в Гкал.

Річна економія грошових витрат, [грн/рік]:

$$\Delta E = Q \cdot T_p, \quad (4.21)$$

де T_p – тариф на теплову енергію [грн/Гкал] при централізованому тепlopостачанні, що обирається на сайтах енергетичних компаній міст, Q – кількість теплової енергії, виробленої геліоустановкою за рік.

Простий термін окупності [років]:

$$T_{ок} = I / \Delta E, \quad (4.22)$$

де I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], що включають витрати на матеріали, обладнання, проектування, будівельно-монтажні роботи та інші витрати.

4.4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВІД ЗАМІНИ ОСВІТЛЕННЯ ТА ЛІЧИЛЬНИКІВ

Розрахунок економії від модернізації системи освітлення розглянемо на конкретному прикладі.

В цеху підприємства встановлені лампи розжарювання типу ЛОН 100. Їх загальна кількість становить 19 шт. Враховуючи досягнення сучасних технологій, можна провести заміну неефективних освітлювальних засобів, а саме ламп типу ЛОН 100 на сучасні енергозберігаючі компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ). Лампи працюють в середньому 4 години на добу без перерви.

Таблиця 4.2. Характеристики ламп

Тип лампи	ЛОН 100	КЛЛ
Потужність, P , Вт	100	25
Світловий потік, лм	1350	1375
Напруга, В	220	220
Термін служби, t , год.	1000	8000
Ціна, C , грн.	10	35

Розрахунок економії енергії за 8000 годин роботи, тобто за весь термін життя даних ламп КЛЛ.

1) Споживання електроенергії до заміни ламп:

$$W_{\text{лон}} = P \cdot t \cdot n = 0,1 \cdot 8000 \cdot 19 = 15200 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4/23)$$

де n – кількість ламп типу ЛОН 100.

2) Споживання електроенергії після заміни ламп

$$W_{\text{клл}} = P \cdot t \cdot n = 0,025 \cdot 8000 \cdot 19 = 3800 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.24)$$

3) Економія електроенергії:

$$\Delta W = W_{\text{лон}} - W_{\text{клл}} = 15200 - 3800 = 11400 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (4.25)$$

4) Розрахунок економії електроенергії в грошовій формі за 8000 годин роботи

$$E_{\text{ел}} = \Delta W \cdot T, \quad (4.26)$$

де T – вартість 1 кВт год електроенергії (тариф на електроенергію).

5) Розрахунок економії електроенергії за рік в грошовій формі, враховуючи те, що ці лампи працюють 8 годин на добу.

$$\Delta E_{\text{рік}} = 8 \cdot 365 \cdot E_{\text{ед}} / 8000, \quad (4/27)$$

6) Розраховуємо простий термін окупності

$$T_{\text{ок}} = I / \Delta E_{\text{рік}}, \quad (4.28)$$

де I – необхідні інвестиції для реалізації заходу, [грн], $\Delta E_{\text{рік}}$ – зекономлені за рік кошти, [грн].

Також необхідно зазначити, що запропонований тип лампи має цоколь типу E27, що аналогічний типу цоколя старих ламп, а це означає, що немає необхідності додаткового переобладнання освітлювальних приладів. Враховуючи вище зазначене, а також те, що кількість ламп, які необхідно замінити відносно не велика, то всі роботи можемо виконати власним персоналом підприємства. Отже затрати на монтаж складають 0 грн. В даному випадку необхідні інвестиції – це лише вартість нових ламп.

Також можна виконати роботи по встановленню реле з контролем руху (замість ручних вимикачів), які забезпечували б автоматичне включення/виключення освітлення в залежності від потреби в освітленні в даний момент. Використання датчиків руху дозволить збільшити економію електроенергії на 30-50%, але потребує додаткових інвестицій.

Також задля економії електроенергії можна замінити лічильники на багатозонні (двотарифні або тритарифні).

Економічна ефективність багатозонного обліку електричної електроенергії порівняно з однозонним залежить від форми добових графіків електричних навантажень споживачів і може бути визначена шляхом розрахунку з врахуванням чинних тарифів, диференційованих за періодами часу. Межі тарифних зон і тарифні ставки встановлює Національна комісія регулювання енергетики України. У результаті впровадження багатозонного обліку електроенергії можна одержати економічний ефект за рахунок застосування електронних лічильників і зменшення плати за спожиту електроенергію порівняно з однозонним обліком.

Крім того, за рахунок вирівнювання графіків електричних навантажень зменшуються втрати електроенергії в системах електропостачання. На базі електронних лічильників можна створити автоматизовані системи керування електропостачанням і підвищити точність вимірювання електроенергії. За наявності диференційованого обліку споживання електроенергії за періодами часу приймаються наступні тарифні коефіцієнти.

Для тризонних тарифів: 1,5 тарифу в години максимального навантаження енергосистеми (800 до 1100 і з 2000 до 2200); 0,4 тарифу в години нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 2300 до 700); повний тариф у інші години доби (напівпіковий період).

Для двозонних тарифів: 0,5 тарифу в години нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23-ї до 7-ї години); повний тариф у інші години доби.

Для типового графіку електричного навантаження житлового будинку, найбільш вигідним є нарахування оплати за електроенергію за двозонним лічильником, оскільки вночі він дозволяє заощаджувати 50% вартості електроенергії порівняно з одностонним лічильником. Тризонний лічильник навпаки менш вигідний, оскільки основна частка спожитої електроенергії припадає на піковий та напівпіковий період роботи з підвищеною тарифікацією.

Натомість у випадку із промисловим навантаженням застосування двозонного та тризонного лічильників є більш вигідним, оскільки з'являється можливість врахувати той факт, що промислове обладнання працює в основному в нічний час доби, коли діє нижчий тариф на електроенергію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. К.: НДІБК, 2011. – 127 с.
2. Проект ДБН В.2.6-31:20XX Теплова ізоляція будівель. 2-га ред. К.: Мінрегіонбуд, 2021. – 43 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. К.: НДІБК, 2013. - 51 с.
4. Приклади розрахунку до ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель». Посібник для проектування. К.: ДП НДІБК, 2014. – 78 с.
5. Енергоресурсозбереження: Збірник задач [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Дешко В.І., М.М. Шовкалюк, І.Ю. Білоус. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 83 с.
6. ДСТУ-Н Б В.3.2-3:2014 Настанова з виконання термомодернізації будинків. К: НДІБК, 2014. - 70 с.
7. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. КТМ-204 - К.: ЗАТ"ВІПОЛ", 2000, 376 с.
8. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. К: Мінрегіонбуд, 2015. - 145 с.
9. ДСТУ Б EN 15251: 2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики будівель. К., 2012. – 71 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГОТЕХНІКИ ТА АВТОМАТИКИ

Кафедра відновлюваних джерел енергії

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА

з дисципліни «ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ»

на тему _____

Виконав(ла) студент(ка) групи _____
(шифр групи) (прізвище, ініціали) (підпис)

Керівник роботи _____
(вчена ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Захищено з оцінкою _____

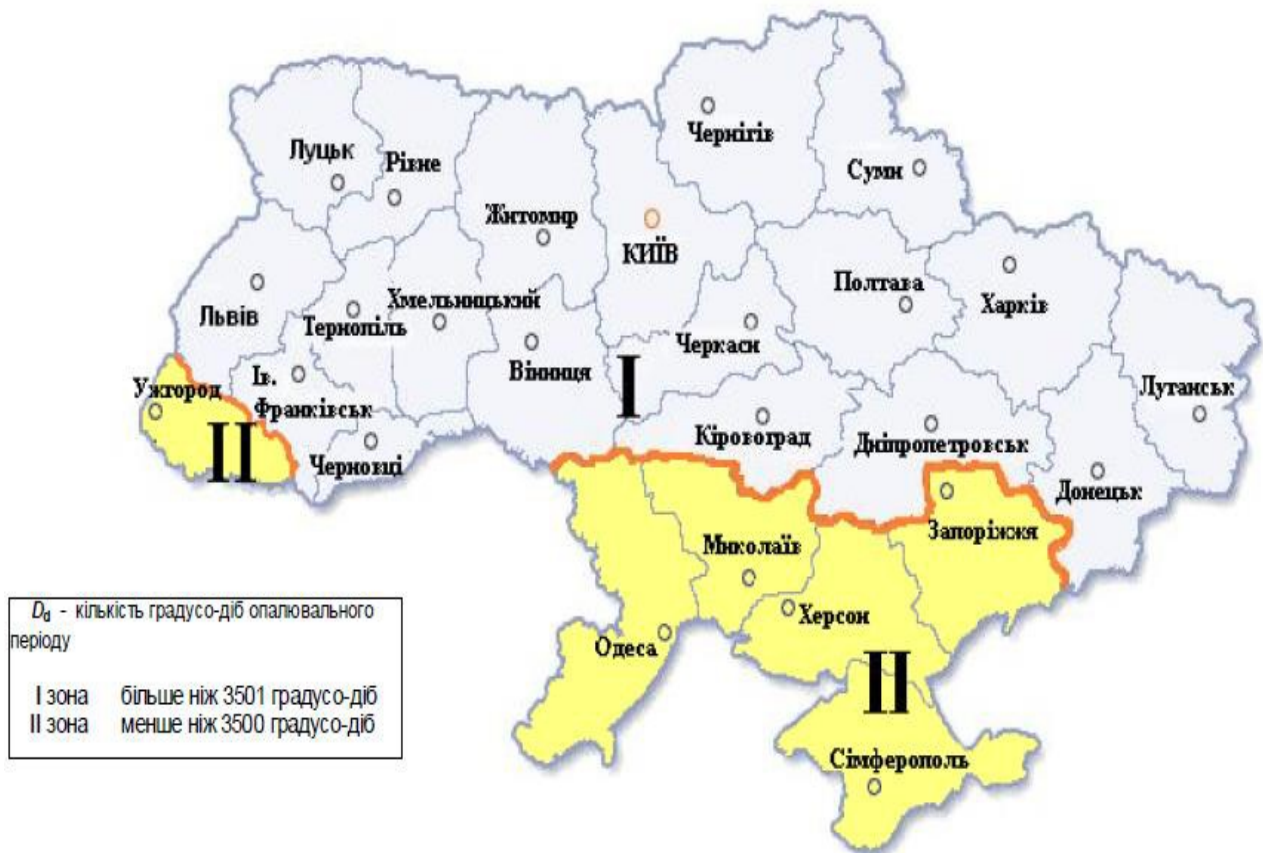
КИЇВ 2023

Розрахункові значення внутрішнього повітря(температури і відносної вологості)
для теплотехнічних розрахунків (відповідно до додатку А з ДБН В.2.6-31
«Теплова ізоляція будівель»)

Призначення будівлі	Розрахункові значення показників внутрішнього повітря	
	Температура, °С	Відносна вологість, %
Житлові будівлі та готелі	20	55
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси, заклади торгівлі	20	50
Заклади освіти та заклади охорони здоров'я	21	50
Заклади дошкільної освіти	22	50

Примітка: При проектуванні допускається розрахункові параметри температури і вологості приймати з урахуванням положень відповідних будівельних норм за призначенням будівель.

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Примітка: додаток А з ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель»

Опір теплопередачі (R) існуючих вікон

Заповнення світлового отвору	R , (м ² К)/Вт
Одинарне застклення в дерев'яних плетіннях	0,17
Те ж саме в металевих	0,15
Подвійне застклення в дерев'яних сполучених плетіннях	0,34
Те ж саме в металевих	0,31
Подвійне застклення в дерев'яних відокремлених плетіннях	0,38
Те ж саме в металевих	0,34
Подвійне застклення вітрин в металевих відокремлених плетіннях	0,31
Потрійне застклення в дерев'яних плетіннях (сполучений та одинарний)	0,52
Те ж саме в металевих	0,48
Органічне скло одинарне	0,19
Те ж саме подвійне	0,36
Те ж саме потрійне	0,52
Двошарові склопакети в дерев'яних плетіннях	0,34
Те ж саме в металевих	0,31
Двошарові склопакети та одинарне застклення в відокремлених дерев'яних плетіннях	0,52
Те ж саме в металевих	0,48

Приведений опір теплопередачі склопакетів

Кількість камер у склопакеті	Варіанти скління*	Газовий склад камер			R0 (м ² К)/Вт
		середовища склопакетів, %	Повітря	Криптон	
1	4M1-8-4M1	100			0,28
1	4M1-10-4M1	100			0,29
1	4M1-12-4M1	100			0,3
1	4M1-16-4M1 ¹	100			0,32
1	4M1-8-4M1			100	0,3
1	4M1-10-4M1			100	0,31
1	4M1-12-4M1			100	0,32
1	4M1-16-4M1			100	0,34
1	4M1-16-4M1		100		0,38
1	4M1-8-4K	100			0,47
1	4M1-10-4K	100			0,49
1	4M1-12-4K	100			0,51
1	4M1-16-4K	100			0,53
1	4M1-8-4K			100	0,53
1	4M1-10-4K			100	0,55
1	4M1-12-4i			100	0,42
1	4M1-16-4i			100	0,45
1	4M1-16-4i		100		0,47
1	4M1-16-4i		75	25	0,49
1	4M1-16-4i		50	50	0,52
1	4M1-16-4i		25	75	0,44
2	4M1-6-4M1-6-4M1	100			0,47
2	4M1-8-4M1-8-4M1	100			0,51
2	4M1-10-4M1-10-4M1	100			0,49

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі житлових та громадських будівель [3]

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Wt$, для температурної зони		
		I	II	
1	2	3	4	
1	Зовнішні стіни	4,0	3,5	
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,0	6,0	
3	Покриття опалювальних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалювальних горищ	6,0	5,5	
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалювальними підвалами	5,0	4,0	
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції із коефіцієнтом скління	$m_{ск.пр} \leq 0,3$	0,75	0,60
		$0,3 < m_{ск.пр} \leq 0,5$	0,90	0,75
		$m_{ск.пр} > 0,5$	1,10	0,95
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70	
7	Зовнішні глухі двері	0,75	0,60	

Примітка: $m_{ск.пр}$ – коефіцієнт скління зовнішніх огорожень приміщень, що визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-189

Примітка: для виконання РР прийняти, що коефіцієнт скління $m_{ск.пр} < 0,3$

РОЗРАХУНКОВІ ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДДАЧІ
ВНУТРІШНЬОЇ α_v , ТА ЗОВНІШНЬОЇ α_z , ПОВЕРХОНЬ
ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

№	Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м ² К)	
		α_v	α_z
1	Зовнішні стіни, суміщені покриття, перекриття над проїздами	8,7	23
2	Перекриття над холодними підвалами, що межують з холодним повітрям	8,7	17
3	Горищні покриття та перекриття, перекриття над неопалювальними підвалами зі світловими прорізами у стінах, а також зовнішні стіни з вентиляльованим повітряним прошарком	8,7	12
4	Горищні перекриття та перекриття над неопалювальними підвалами та техпідпіллями, що не вентиляються зовнішнім повітрям	8,7	6
5	Вікна, двері балконні та вхідні, вітражі, зовнішні стіни з опорядженням світлопрозорими елементами	8,0	23
6	Зенітні ліхтарі	9,9	23

Примітка: додаток Б в ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»

Значення поправочного коефіцієнту між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємом [9]

Тип некондиціонованого об'єму	b_U для опалювального періоду	b_U для періоду охолодження
Технічне підпілля	0,3	0,3
Технічне (тепле) горище	0,7	0
Холодне горище багатоповерхових будівель	0,9	0
Холодне горище односімейних будівель	1,0	0
Неопалювана сходові клітка всередині будівлі	0,4	0
Неопалюване приміщення з трьома зовнішніми стінами (наприклад, зовнішні сходи)	0,8	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами та дверима (наприклад, тамбур, хол, гараж)	0,6	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами без дверей	0,5	0
Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною	0,4	0
Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	0,7	1,0*
Засклений балкон/лоджія для нового проектування	0,85	1,0*
* При відкритих стулках.		

згідно додатку А до ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»

РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Таблиця А.1 – Значення розрахункових теплофізичних характеристик

Ч.ч.	Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст води за експлуатації		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
		густина ρ_0 , кг/м ³	питома теплоємність c_0 , кДж/(кг·К)	теплопровідність λ_0 , Вт/(м·К)	масою в умовах експлуатації w , %		теплопровідність λ_p , Вт/(м·К)		коефіцієнт теплозасвоєння s , Вт/(м ² ·К)		коефіцієнт паропропускності μ , мг/(м·год·Па)
					А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
І ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ											
І.1 Волокнисті матеріали											
1	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна	30	0,84	0,039	0,5	1,0	0,046	0,050	0,29	0,31	0,55
		40	0,84	0,039	0,5	1,0	0,046	0,049	0,34	0,35	0,53
		50	0,84	0,038	0,5	1,0	0,044	0,048	0,37	0,39	0,52
		75	0,84	0,037	0,5	1,0	0,043	0,047	0,45	0,48	0,50
		100	0,84	0,038	0,5	1,0	0,044	0,048	0,53	0,56	0,47
		125	0,84	0,038	0,5	1,0	0,045	0,049	0,59	0,63	0,43
		150	0,84	0,039	0,5	1,0	0,048	0,050	0,67	0,69	0,38
		175	0,84	0,039	0,5	1,0	0,049	0,052	0,73	0,76	0,35
		200	0,84	0,040	0,5	1,0	0,050	0,053	0,79	0,83	0,31
		225	0,84	0,040	0,5	1,0	0,050	0,054	0,84	0,88	0,30

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі скляного штапельного волокна	10	0,84	0,044	1	3	0,055	0,057	0,19	0,20	0,70
		15	0,84	0,040	1	3	0,050	0,052	0,22	0,23	0,65
		20	0,84	0,037	1	3	0,047	0,050	0,25	0,27	0,60
		35	0,84	0,035	1	3	0,044	0,047	0,31	0,34	0,53
		70	0,84	0,032	1	3	0,042	0,045	0,43	0,47	0,45
1.2 Полімерні матеріали											
3	Вироби пінополістирольні	15	1,34	0,040	2	10	0,045	0,055	0,28	0,33	0,05
		25	1,34	0,038	2	10	0,043	0,053	0,34	0,40	0,05
		35	1,34	0,037	2	10	0,041	0,050	0,40	0,46	0,05
		50	1,34	0,034	2	10	0,040	0,045	0,46	0,53	0,05
4	Плити пінополістирольні екструзійні	30	1,45	0,034	0,5	1	0,035	0,036	0,34	0,34	0,008
		35	1,45	0,035	0,5	1	0,036	0,037	0,37	0,38	0,008
5	Вироби з жорсткого пінополіуретану	40	1,47	0,029	2	5	0,040	0,040	0,40	0,42	0,05
		60	1,47	0,035	2	5	0,041	0,041	0,53	0,55	0,05
		80	1,47	0,041	2	5	0,050	0,050	0,67	0,70	0,05
6	Плити з резольно-формальдегідного пінопласту	40	1,68	0,038	5	20	0,041	0,060	0,48	0,66	0,23
		50	1,68	0,041	5	20	0,050	0,064	0,59	0,77	0,23
		100	1,68	0,047	5	20	0,052	0,076	0,85	1,18	0,15
7	Вироби зі спіненої карбамідно-формальдегідної смоли	15	1,68	0,047	7	30	0,058	0,064	0,27	0,34	0,51
		25	1,68	0,043	7	30	0,063	0,074	0,36	0,47	0,42
		30	1,68	0,041	7	30	0,070	0,085	0,42	0,56	0,40
8	Вироби зі спіненого пінополіетилену	30	1,34	0,043	2	5	0,044	0,047	0,30	0,33	0,02
		50	1,34	0,039	2	5	0,042	0,045	0,38	0,41	0,02
9	Вироби зі спіненого хімічно зшитого пінополіетилену	30	1,34	0,038	2	5	0,042	0,043	0,38	0,40	0,02

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.3 Вироби з природної органічної та неорганічної сировини											
10	Вироби перлітофосфогельові	200	1,05	0,064	3	12	0,070	0,090	1,10	1,43	0,23
		300	1,05	0,076	3	12	0,080	0,120	1,43	2,02	0,20
11	Блоки полістиролбетонні стінові	200	1,06	0,065	4	8	0,070	0,080	1,12	1,28	0,12
		300	1,06	0,085	4	8	0,090	0,110	1,55	1,83	0,10
		600	1,06	0,145	4	8	0,175	0,200	3,07	3,49	0,068
12	Вироби теплоізоляційні перлітоцементні та перлітогіпсові	300	0,84	0,075	10	15	0,098	0,108	0,92	1,26	0,198
		450	0,84	0,086	10	15	0,118	0,202	1,89	2,63	0,18
13	Вироби перлітобентонітові теплоізоляційні	250	0,84	0,072	10	15	0,083	0,091	1,38	1,55	0,20
		300	0,84	0,082	10	15	0,098	0,110	1,64	1,85	0,15
		400	0,84	0,110	10	15	0,140	0,160	2,26	2,59	0,10
14	Целюлозний утеплювач	35	0,84	0,039	14	20	0,045	0,048	0,41	0,45	0,35
		50	0,84	0,039	14	21	0,048	0,052	0,50	0,57	0,34
		65	0,84	0,041	15	22	0,052	0,056	0,60	0,68	0,34
		100	0,84	0,056	16	24	0,066	0,070	0,85	0,97	0,33
15	Вироби цементополістирольні	250	0,84	0,066	4	8	0,09	0,1	1,29	1,45	0,1
		300	0,84	0,076	4	8	0,10	0,11	1,53	1,74	0,095
		400	0,84	0,096	4	8	0,12	0,15	2,02	2,33	0,08
		500	0,84	0,116	4	8	0,14	0,19	2,53	2,95	0,070
		550	0,84	0,126	4	8	0,15	0,21	2,78	3,28	0,068
16	Вироби перлітобітумні теплоізоляційні	300	1,68	0,087	1	2	0,09	0,099	1,84	1,95	0,04
		400	1,68	0,111	1	2	0,12	0,13	2,45	2,59	0,04
17	Піноскло	120	0,84	0,045	0,5	1	0,053	0,054	0,63	0,65	0,002
18	Блоки кремнезитоцементні	300	0,84	0,073	3	6	0,08	0,086	1,30	1,43	0,29
		400	0,84	0,083	3	6	0,09	0,096	1,59	1,75	0,23

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		500	0,84	0,093	3	6	0,10	0,11	1,87	2,1	0,17
19	Вироби з арболіту на портландцементі	300	2,30	0,07	10	15	0,11	0,14	2,56	2,99	0,30
		400	2,30	0,08	10	15	0,13	0,16	3,21	3,70	0,26
		600	2,30	0,12	10	15	0,18	0,23	4,63	5,43	0,11
		800	2,30	0,16	10	15	0,24	0,3	6,17	7,16	0,11
20	Плити теплоізоляційні очеретяні	200	2,30	0,06	10	15	0,07	0,09	1,67	1,96	0,49
		300	2,30	0,07	10	15	0,09	0,14	2,31	2,99	0,45
21	Плити деревноволокнисті та деревностружкові	200	2,30	0,06	10	12	0,07	0,08	1,67	1,81	0,24
		400	2,30	0,08	10	12	0,11	0,13	2,95	3,26	0,19
		600	2,30	0,11	10	12	0,13	0,16	3,93	4,43	0,13
		800	2,30	0,13	10	12	0,19	0,23	5,49	6,13	0,12
		1000	2,30	0,15	10	12	0,23	0,29	6,75	7,7	0,12
1.4 Бетони теплоізоляційні											
22	Бетони ніздрюваті	200	0,84	0,055	4	6	0,069	0,074	1,01	1,09	0,28
		250	0,84	0,065	4	6	0,078	0,088	1,20	1,32	0,28
		300	0,84	0,080	4	6	0,09	0,10	1,41	1,54	0,26
		350	0,84	0,090	4	6	0,10	0,12	1,60	1,83	0,24
23	Вермикулітобетон	400	0,84	0,09	8	13	0,11	0,13	1,94	2,29	0,19
		600	0,84	0,14	8	13	0,16	0,17	2,87	3,21	0,15
		800	0,84	0,21	8	13	0,23	0,26	3,97	4,58	0,12
1.5 Матеріали теплоізоляційні засипні											
24	Щебінь перлітовий	300	0,84	0,112	1	2	0,115	0,12	1,42	1,51	0,26
25	Гравій шлаковий	300	0,84	0,112	1	3	0,12	0,13	1,56	1,65	0,22
26	Щебінь шлаковий	350	0,84	0,162	1	3	0,17	0,19	2,00	2,16	0,21
27	Вермикулітова засипка	100	0,84	0,055	1	3	0,067	0,08	0,66	0,75	0,3
		150	0,84	0,060	1	3	0,074	0,098	0,84	1,02	0,26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		200	0,84	0,065	1	3	0,08	0,105	1,01	1,16	0,23
		250	0,84	0,070	2	3	0,09	0,11	1,20	1,39	0,20
28	Гравій керамзитовий	200	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,27
		300	0,84	0,11	2	3	0,12	0,13	1,56	1,66	0,25
		400	0,84	0,12	2	3	0,13	0,14	1,87	1,99	0,24
		500	0,84	0,14	2	3	0,17	0,19	2,62	2,83	0,23
		600	0,84	0,14	2	3	0,17	0,2	2,62	2,91	0,23
		800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,23	3,36	3,6	0,21
29	Щебінь шлакопемзовий	400	0,84	0,12	2	3	0,14	0,16	1,94	2,12	0,26
		500	0,84	0,14	2	3	0,16	0,19	2,32	2,59	0,25
		600	0,84	0,15	2	3	0,18	0,21	2,70	2,98	0,24
		700	0,84	0,16	2	3	0,19	0,23	2,99	3,37	0,23
		800	0,84	0,18	2	3	0,21	0,26	3,36	3,83	0,22
30	Крихта з піноскла	80	0,84	0,06	0,5	1,0	0,070	0,071	0,60	0,62	0,28
31	Пісок для будівельних робіт	1600	0,84	0,35	1	2	0,47	0,58	6,95	7,91	0,17
1.6 Розчини теплоізоляційні											
32	Розчини цементно-перлітові	600	0,84	0,14	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,17
		800	0,84	0,16	7	12	0,21	0,26	3,73	4,51	0,16
		1000	0,84	0,21	7	12	0,26	0,30	4,64	5,42	0,15
33	Розчини гіпсоперлітові	400	0,84	0,09	6	10	0,13	0,15	2,03	2,35	0,53
		500	0,84	0,12	6	10	0,15	0,19	2,44	2,95	0,43
34	Розчини цементно-кремнезитові	200	0,84	0,063	4	8	0,072	0,08	1,03	1,17	0,35
		300	0,84	0,073	4	8	0,082	0,09	1,34	1,52	0,29
35	Розчини цементно-шлакові	1200	0,84	0,35	2	4	0,47	0,58	6,16	7,15	0,14
		1400	0,84	0,41	2	4	0,52	0,64	7,0	8,11	0,11
36	Розчини цементно-пінополістирольні	600	0,84	0,10	4	10	0,12	0,17	2,33	3,06	0,07

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37	Вироби на основі перліту	320	0,84	0,076	5	8,5	0,091	0,095	1,49	1,63	0,1
		330	0,84	0,080	7,5	11,5	0,096	0,104	1,63	1,82	0,09
		370	0,84	0,096	3,5	7,0	0,107	0,115	1,69	1,87	0,07
		450	0,84	0,106	6,5	11	0,13	0,14	2,14	2,44	0,07
2 КОНСТРУКЦИНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ											
2.1 Бетони ніздрюваті											
38	Бетони ніздрюваті	300	0,84	0,080	4	6	0,09	0,10	1,41	1,54	0,26
		350	0,84	0,090	4	6	0,10	0,12	1,60	1,83	0,24
		400	0,84	0,10	4	6	0,11	0,13	1,84	2,1	0,23
		500	0,84	0,12	4	6	0,15	0,16	2,38	2,48	0,20
		600	0,84	0,14	4	6	0,16	0,18	2,65	2,9	0,17
		700	0,84	0,18	6	8	0,24	0,27	3,66	3,98	0,16
		800	0,84	0,21	6	8	0,27	0,30	4,16	4,51	0,14
		900	0,84	0,24	6	8	0,33	0,36	4,82	5,23	0,12
		1000	0,84	0,29	8	12	0,38	0,44	5,72	6,59	0,11
		1100	0,84	0,34	10	15	0,45	0,51	6,74	7,74	0,1
		1200	0,84	0,38	10	15	0,49	0,55	7,37	8,48	0,09
39	Газо- та пінозобетон	1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
		1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
1200		1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
		1200	0,84	0,29	15	22	0,52	0,58	8,17	9,46	0,075
2.2 Бетони легкі											
40	Керамзитобетон на керамзитовому піску	600	0,84	0,16	5	10	0,20	0,26	3,03	3,78	0,26
		800	0,84	0,21	5	10	0,24	0,31	3,83	4,77	0,19
		1000	0,84	0,27	5	10	0,33	0,41	5,03	6,13	0,14
		1200	0,84	0,36	5	10	0,44	0,52	6,36	7,57	0,11
		1400	0,84	0,47	5	10	0,56	0,65	7,75	9,14	0,098

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		1600	0,84	0,58	5	10	0,67	0,79	9,06	10,77	0,09
		1800	0,84	0,66	5	10	0,80	0,92	10,5	12,33	0,09
41	Керамзитобетон на кварцовому піску з поризацією	800	0,84	0,23	4	8	0,29	0,35	4,13	4,9	0,075
		1000	0,84	0,33	4	8	0,41	0,47	5,49	6,35	0,075
		1200	0,84	0,41	4	8	0,52	0,58	6,77	7,72	0,075
42	Керамзитобетон на перлітовому піску	800	0,84	0,22	9	13	0,29	0,35	4,54	5,32	0,17
		1000	0,84	0,28	9	13	0,35	0,41	5,57	6,43	0,15
43	Керамзитошлакобетон	1000	0,84	0,25	4	8	0,33	0,41	5,06	5,91	0,15
44	Перлітобетон	600	0,84	0,12	10	15	0,19	0,23	3,24	3,84	0,3
		800	0,84	0,16	10	15	0,27	0,33	4,45	5,32	0,26
		1000	0,84	0,22	10	15	0,33	0,38	5,5	6,38	0,19
		1200	0,84	0,29	10	15	0,44	0,5	6,96	8,01	0,15
45	Шлакопемзобетон	1000	0,84	0,23	5	8	0,31	0,37	4,87	5,63	0,11
		1200	0,84	0,29	5	8	0,37	0,44	5,83	6,73	0,11
		1400	0,84	0,35	5	8	0,44	0,52	6,87	7,9	0,098
		1600	0,84	0,41	5	8	0,52	0,63	7,98	9,29	0,09
46	Бетон на доменних гранульованих шлаках	1200	0,84	0,35	5	8	0,47	0,52	6,57	7,31	0,11
		1400	0,84	0,41	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,098
		1600	0,84	0,47	5	8	0,58	0,64	8,43	9,37	0,09
47	Бетон на зольному гравії	1000	0,84	0,24	5	8	0,30	0,35	4,79	5,48	0,12
		1200	0,84	0,35	5	8	0,41	0,47	6,14	6,95	0,11
		1400	0,84	0,47	5	8	0,52	0,58	7,46	8,34	0,09
2.3 Вироби гіпсові											
48	Плити з гіпсу	1000	0,84	0,23	4	6	0,29	0,35	4,62	5,28	0,11
		1200	0,84	0,35	4	6	0,41	0,47	6,01	6,7	0,1
49	Листи гіпсокартонні	800	0,84	0,15	4	6	0,19	0,21	3,34	3,66	0,075

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.4 Вироби бетонні											
50	Блоки кремнезитоцементні	700	0,84	0,2	4	8	0,21	0,23	3,28	3,63	0,19
		800	0,84	0,21	4	8	0,22	0,24	3,59	4,05	0,17
		1000	0,84	0,23	4	8	0,23	0,27	4,28	4,81	0,13
		1200	0,84	0,25	4	8	0,27	0,29	4,87	5,45	0,11
2.5 Деревина та вироби з неї											
51	Сосна та ялина поперек волокон	500	2,3	0,09	15	20	0,14	0,18	3,87	4,54	0,06
52	Сосна та ялина вздовж волокон	500	2,3	0,18	15	20	0,29	0,35	5,56	6,33	0,32
53	Дуб поперек волокон	700	2,3	0,10	10	15	0,18	0,23	5,0	5,86	0,05
54	Дуб вздовж волокон	700	2,3	0,23	10	15	0,35	0,41	6,9	7,83	0,3
55	Фанера клеєна	600	2,3	0,12	10	13	0,15	0,18	4,22	4,73	0,02
56	Картон облицювальний	1000	2,3	0,18	5	10	0,21	0,23	6,2	6,75	0,06
57	Картон будівельний багат шаровий	650	2,3	0,13	6	12	0,15	0,18	4,26	4,89	0,083
2.6 Цегляна кладка з порожнистої цегли											
58	Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1600	0,88	0,47	1	2	0,58	0,64	7,91	8,48	0,14
59	Керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1400	0,88	0,41	1	2	0,52	0,58	7,01	7,56	0,16
60	Керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17
2.7 Кладка з виробів бетонних											
61	3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м ³ (брутто)	1350	0,88	0,31	1	2	0,37	0,43	5,06	5,91	0,15
62	3 блоків керамзитшлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м ³ (брутто)	1400	0,88	0,34	1	2	0,46	0,51	5,95	6,41	0,15
63	3 блоків кремнезитоцементних на вапняному розчині із сіопорового та кварцового піску	400	0,88	0,085	3	6	0,09	0,092	1,62	1,74	0,22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3 МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ											
3.1 Бетони конструкційні											
64	Залізобетон	2500	0,84	1,69	2	3	1,92	2,04	17,98	18,95	0,03
65	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	2400	0,84	1,51	2	3	1,74	1,86	16,77	17,88	0,03
3.2 Розчини будівельні											
66	Розчин вапняно-піщаний	1600	0,84	0,47	2	4	0,70	0,81	8,69	9,76	0,12
67	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	0,84	0,52	2	4	0,70	0,87	8,95	10,42	0,098
68	Розчин цементно-піщаний	1800	0,84	0,58	2	4	0,76	0,93	9,6	11,09	0,09
3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою											
69	Плити та вироби з природного каменю: - граніт, гнейс та базальт	2800	0,88	3,49	0	0	3,49	3,49	25,04	25,04	0,008
70	- мармур	2800	0,88	2,91	0	0	2,91	2,91	22,86	22,86	0,008
71	- вапняк	1600	0,88	0,58	2	3	0,73	0,81	9,06	9,75	0,09
		1800	0,88	0,70	2	3	0,93	1,05	10,85	11,77	0,075
		2000	0,88	0,93	2	3	1,16	1,28	12,77	13,7	0,06
72	- туф	1000	0,88	0,21	3	5	0,24	0,29	4,2	4,8	0,11
		1200	0,88	0,27	3	5	0,35	0,41	5,55	6,25	0,11
		1400	0,88	0,33	3	5	0,43	0,52	6,64	7,6	0,098
		1600	0,88	0,41	3	5	0,52	0,64	7,81	9,02	0,09
		1800	0,88	0,56	3	5	0,7	0,81	9,61	10,76	0,083
		2000	0,88	0,76	3	5	0,93	1,05	11,68	12,92	0,075
73	Плити керамічні для підлоги	2000	0,88	0,89	3	5	0,96	1,1	11,63	12,55	0,06
3.4 Кладка цегляна з повнотілої цегли											
74	Керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,56	1	2	0,70	0,81	9,2	10,12	0,11
75	Керамічної звичайної на цементно-шлаковому розчині	1700	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,76	8,64	9,7	0,12
76	Керамічної звичайної на цементно-перлітовому розчині	1600	0,88	0,47	2	4	0,58	0,70	8,08	9,23	0,15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
77	Силікатної на цементно-піщаному розчині	1800	0,88	0,70	2	4	0,76	0,87	9,77	10,9	0,11
78	Трепельної на цементно-піщаному розчині	1000	0,88	0,29	2	4	0,41	0,47	5,35	5,96	0,23
		1200	0,88	0,35	2	4	0,47	0,52	6,26	6,49	0,19
79	Шлакової на цементно-піщаному розчині	1500	0,88	0,52	1,5	3	0,64	0,70	8,12	8,76	0,11
3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні та покриття полімерні для підлог											
80	Листи азбестоцементні	1600	0,84	0,23	2	3	0,35	0,41	6,14	6,8	0,03
		1800	0,84	0,35	2	3	0,47	0,52	7,55	8,12	0,03
81	Матеріали бітумні, бітумно-полімерні покрівельні та гідроізоляційні	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	4,56	4,56	0,008
		1200	1,68	0,22	0	0	0,22	0,22	5,69	5,69	0,008
		1400	1,68	0,27	0	0	0,27	0,27	6,8	6,8	0,008
82	Асфальтобетон	2100	1,68	1,05	0	0	1,05	1,05	16,43	16,43	0,008
83	Руберойд, пергамін	1000	1,68	0,17	0	0	0,17	0,17	3,53	3,53	0,001
84	Мембрана ПВХ	1000	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,00011
85	Пароізоляційна плівка	1600	1,47	0,3	0	0	0,3	0,3	8,56	8,56	0
86	Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові	1600	1,47	0,33	0	0	0,33	0,33	7,52	7,52	0,002
		1800	1,47	0,38	0	0	0,38	0,38	8,56	8,56	0,002
87	Лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі	1400	1,47	0,23	0	0	0,23	0,23	5,87	5,87	0,002
		1600	1,47	0,29	0	0	0,29	0,29	7,05	7,05	0,002
88	Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий та одно шаровий без підоснови	800	1,47	0,17	0	0	0,17	0,17	3,32	3,32	0,002
		1200	1,47	0,21	0	0	0,21	0,21	4,51	4,51	0,02
3.6 Метали та скло											
89	Сталь арматурна	7850	0,482	58	0	0	58	58	126,5	126,5	0
90	Чавун	7200	0,482	50	0	0	50	50	112,5	112,5	0
91	Алюміній	2600	0,84	221	0	0	221	221	187,6	187,6	0
92	Латунь, мідь	8500	0,42	407	0	0	407	407	326	326	0
93	Скло віконне	2500	0,84	0,76	0	0	0,76	0,76	10,79	10,79	0
<i>Примітка.</i> Для будівельних матеріалів, що не увійшли до таблиці, розрахункові значення необхідно визначати експериментально згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182.											

Розрахункові температури зовнішнього повітря різних міст України [3]

№	Місто	Температура середня місячна												Сер. за рік	Розрахункова темпер.	Період із середньою добовою температурою повітря					
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			≤ 8°С		≤ 10°С		≥ 21°С	
																дiб	Середня темп.	дiб	Середня темп.	дiб	Середня темп.
1	Київ	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5	8	-22	176	-0,1	195	0,7	-	-
2	Сімферополь	-0,3	0,4	3,7	10,1	15,1	19,2	21,8	21,3	16,7	11,0	6,1	2,1	10,6	-15	154	2,6	175	3,5	61	21,8
3	Ялта	4,1	4,2	6,0	10,6	15,7	19,8	23,6	23,2	19,0	13,6	9,5	6,1	13,0	-6	126	5,3	152	6,1	83	23,0
4	Вінниця	-5,1	-3,8	0,5	8,1	14,2	17,2	18,7	18,0	13,3	7,6	1,8	-2,9	7,3	-21	182	-0,2	202	0,6	-	-
5	Луцьк	-4,2	-3,0	1,1	8,1	13,9	16,9	18,4	17,7	13,2	7,9	2,4	-2,4	7,5	-20	180	0,3	201	1,1	-	-
6	Дніпро	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16,0	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5	8,7	-24	172	-0,2	188	0,6	57	21,6
7	Кривий Ріг	-4,3	-3,3	1,6	9,6	15,8	19,4	21,5	20,7	15,5	8,9	2,7	-2,0	8,8	-17	171	0,2	188	1,0	55	21,5
8	Донецьк	-5,2	-4,4	0,7	9,4	15,4	19,0	21,2	19,8	14,9	8,0	1,8	-2,9	8,1	-22	176	-0,5	192	0,3	47	21,3
9	Житомир	-5,1	-4,0	0,4	7,9	14,0	17,1	18,5	17,7	13,0	7,4	1,7	-2,8	7,2	-22	184	-0,2	203	0,5	-	-
10	Ужгород	-2,4	-0,2	4,7	10,8	15,8	18,7	20,3	19,8	15,5	10,2	4,7	-0,5	9,8	-18	154	1,4	175	2,5	28	20,7
11	Запоріжжя	-3,5	-2,6	2,0	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1	9,6	-21	166	0,6	182	1,4	69	22
12	Ів.-Франківськ	-4,3	-2,6	1,7	8,1	13,6	16,7	18,3	17,7	13,4	8,0	2,5	-2,4	7,6	-20	179	0,4	200	1,2	-	-
13	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	-22	175	-0,3	192	0,5	32	20,8
14	Луганськ	-5,0	-4,2	1,1	10,1	16,1	19,9	22,0	20,7	15,1	8,2	2,2	-2,5	8,6	-25	172	-0,4	188	0,4	61	21,7
15	Львів	-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2	7,4	-19	179	0,4	201	1,2	-	-
16	Миколаїв	-2,6	-1,6	2,8	10,2	16,4	20,3	22,7	22,0	16,8	10,4	4,2	-0,4	10,1	-20	161	1,1	178	2,0	75	22,3
17	Одеса	-1,3	-0,6	2,9	9,2	15,3	19,6	22,0	21,6	17,0	11,3	5,8	1,1	10,3	-18	158	2,0	178	3,0	65	21,9
18	Полтава	-5,6	-4,7	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,4	7,8	-23	178	-0,8	195	0,0	31	10,8
19	Рівне	-4,6	-3,4	0,7	8,0	13,8	16,7	18,2	17,5	13,1	7,7	2,1	-2,6	7,3	-21	182	0,1	202	0,8	-	-
20	Суми	-6,6	-5,8	-0,8	8,1	14,6	17,9	19,5	18,4	13,0	6,7	0,4	-4,3	6,8	-25	187	-1,4	204	-0,6	-	-
21	Тернопіль	-5,0	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9	-20	184	-0,2	205	0,6	-	-
22	Харків	-5,9	-5,1	0,0	9,0	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1,0	-3,7	7,6	-23	179	-1,0	196	-0,2	37	20,9
23	Херсон	-2,5	-1,6	2,8	10,1	16,1	20,0	22,4	21,6	16,5	10,1	4,3	-0,2	10,0	-19	163	1,3	181	2,2	69	22,1
24	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	-21	183	-0,1	203	0,7	-	-
25	Черкаси	-5,0	-4,0	0,7	8,9	15,2	18,4	20,1	19,3	14,2	7,9	2,0	-2,7	7,9	-21	178	-0,3	195	0,5	18	20,6
26	Чернівці	-4,1	-2,4	2,0	8,9	14,5	17,6	19,1	18,4	14,1	8,7	2,7	-2,1	8,1	-20	175	0,5	196	1,4	-	-
27	Чернігів	-5,9	-4,9	-0,1	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	-3,5	7,0	-23	187	-0,9	204	-0,2	-	-
28	Умань	-4,8	-3,7	0,9	8,7	14,6	17,8	19,4	18,6	13,6	7,7	2,0	-2,5	7,7	-20	179	-0,1	197	0,7	-	-
29	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	12,0	-15	142	3,6	163	4,3	83	23,3
30	Ковель	-3,9	-2,7	1,3	8,1	13,9	16,9	18,2	17,6	13,0	7,9	2,5	-1,9	7,6	-21	177	0,4	199	1,2	-	-

Таблиця Д11. Надходження сонячної енергії на горизонтальну поверхню в областях України: S - прямої сонячної радіації, D - розсіяної сонячної радіації, (S +D) - сумарна радіація.

Область	Радіація, кВт-год/м ²	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Чернігівська (Придеснянська МТС)	S	4,656	10,475	27,94	48,89	77,99	83,81	84,97	73,33	45,40	24,44	8,148	4,656	494,7
	D	20,95	31,43	51,22	59,36	81,48	76,82	83,81	67,51	48,89	32,59	13,97	10,476	578,5
	S+D	25,61	41,91	79,16	108,25	159,47	160,63	168,78	140,84	94,29	57,03	22,12	15,13	1073,2
2. Сумська (Конотопська МТС)	S	4,656	13,97	36,08	47,72	74,5	84,97	91,96	74,5	51,22	20,95	6,94	3,49	511
	D	19,79	27,94	47,72	62,86	82,64	81,48	82,64	68,68	48,89	31,43	15,13	12,8	582
	S+D	24,45	41,91	83,80	110,58	157,14	166,45	174,6	143,18	100,11	52,38	22,07	16,29	1093
3. Волинська (Ковельська МТС)	S	4,656	11,64	38,41	46,56	69,84	84,97	74,5	60,53	45,4	20,95	6,98	4,656	469,02
	D	20,95	31,43	52,38	64,02	83,81	84,97	84,97	72,17	52,38	34,92	15,13	12,8	609,94
	S+D	25,61	43,07	90,79	110,58	153,65	169,94	159,47	132,7	97,78	55,87	22,11	17,46	1078,96
4. Київська (Тетерівська МТС)	S	4,656	11,64	33,76	48,89	73,33	86,14	87,3	71,0	45,4	24,44	5,82	3,49	495,86
	D	22,12	29,1	46,56	68,68	75,66	80,32	80,32	62,86	50,05	32,6	16,3	10,48	575,02
	S+D	26,78	40,74	80,32	117,57	148,99	166,46	167,62	133,86	95,45	57,04	22,12	13,97	1070,88
5. Київська (МТС м. Києва)	S	6,98	15,13	36,08	53,54	82,64	98,94	95,45	82,64	57,04	29,1	6,98	4,66	569,2
	D	19,79	26,77	47,72	62,86	79,15	83,81	81,48	66,35	48,89	33,76	17,46	13,97	582
	S+D	26,77	41,9	83,8	116,4	161,8	182,75	176,93	149,0	105,93	62,86	24,44	18,63	1151,2
6. Київська (Барішівська МТС)	S	8,15	13,97	30,26	54,71	79,15	94,28	97,78	79,15	52,38	27,94	8,15	3,49	549,41
	D	19,79	26,77	41,9	65,18	76,82	83,81	81,48	66,35	48,89	31,45	17,46	11,64	571,52
	S+D	27,94	40,74	72,16	119,89	155,97	178,09	179,26	145,5	101,27	59,37	25,61	15,13	1120,93
	S	6,98	13,97	29,1	53,54	87,3	91,96	97,78	76,82	52,38	29,1	6,98	3,49	549,41

Продовження таблиці Д11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
7. Київська (Бориспільська МТС)	D	20,95	29,1	43,07	66,35	80,32	83,81	79,15	66,35	50,05	31,43	17,46	12,8	580,84
	S+D	27,93	43,07	72,17	119,89	167,62	175,77	176,93	143,17	102,43	60,53	24,44	16,29	1130,24
8. Хмельницька (Нова Ушиця МТС)	S	8,15	16,3	38,41	54,71	72,17	88,46	94,28	80,32	60,53	31,43	8,15	6,98	559,88
	D	24,44	33,76	54,71	66,35	84,97	83,81	83,81	67,51	48,89	33,76	18,62	16,3	616,92
	S+D	32,59	50,06	93,12	121,06	157,14	172,27	178,09	147,83	109,42	65,19	26,77	23,28	1176,8
9. Луганська (Деркульська МТС)	S	9,31	19,79	50,05	74,5	98,94	130,37	116,4	107,09	73,33	25,61	11,64	4,66	721,7
	D	20,95	31,43	52,38	55,87	68,68	71,0	73,33	61,69	45,4	33,76	20,95	15,13	550,57
	S+D	30,26	51,22	102,43	130,37	167,62	201,37	189,73	168,78	118,73	59,37	32,59	19,79	1272,25
10. Кіровоградська	S	8,15	17,46	36,08	60,53	77,99	98,94	102,43	89,63	69,84	34,92	9,31	4,66	609,94
	D	19,79	29,1	48,89	55,87	82,64	77,99	82,64	61,69	40,74	30,26	16,3	16,3	562,2
	S+D	27,94	46,56	84,97	116,4	160,63	176,93	185,07	151,32	110,58	65,18	25,61	20,96	1172,15
11. Донецька, (Велико-Анадольська МТС)	S	8,15	17,46	39,58	60,53	88,47	108,25	116,4	104,76	73,33	37,25	10,45	3,49	668,14
	D	22,12	31,43	54,71	60,53	79,15	74,5	74,5	61,7	44,23	33,76	20,95	18,62	576,2
	S+D	30,27	48,89	94,29	121,06	167,62	182,75	190,9	166,46	117,56	71,01	31,40	22,11	1244,34
12. Закарпатська	S	9,31	15,13	44,23	62,86	82,64	91,96	90,79	87,3	71,0	39,58	10,48	6,98	612,26
	D	20,95	30,26	48,89	62,86	82,64	82,64	84,97	71,0	50,05	34,92	20,95	11,64	601,8
	S+D	30,26	45,39	93,12	125,72	165,28	174,6	175,76	158,3	121,05	74,5	31,43	18,62	1214,05
13. Одеська (МТС м. Одеса)	S	9,31	16,3	43,07	76,82	114,07	130,37	143,17	121,06	84,97	39,58	12,8	8,15	799,67
	D	23,28	30,26	51,22	64,02	73,33	71,0	67,51	57,04	45,4	39,58	22,12	19,79	564,55
	S+D	32,59	46,56	94,29	140,84	187,4	201,37	210,68	178,10	130,37	79,16	34,92	27,94	1364,2
14. Одеська (Болградська МТС)	S	15,13	20,95	44,23	59,36	88,46	100,1	121,06	111,74	86,14	46,56	13,97	10,48	718,2
	D	22,12	29,1	47,72	59,36	72,17	69,84	68,68	61,69	44,23	36,08	20,95	17,46	549,4
	S+D	37,25	50,05	91,95	118,72	160,63	169,94	189,74	173,43	130,37	82,64	34,92	27,94	1267,6

Продовження таблиці Д11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
14. Полтавська	S	8,15	16,3	32,59	50,05	80,32	97,78	97,78	84,97	55,87	23,28	10,48	4,66	562,2
	D	18,62	26,77	47,72	68,68	73,33	74,5	79,15	57,04	48,89	31,43	15,13	13,97	544,75
	S+D	26,77	43,07	80,32	118,73	153,65	172,3	176,93	142,01	104,76	54,71	25,61	18,63	1106,95
15. Запорізька (Ботєвська МТС)	S	6,98	17,46	37,23	64,02	100,1	111,74	123,38	105,92	77,99	34,92	11,64	4,66	696,07
	D	22,12	32,59	51,22	67,51	75,66	75,66	76,82	62,86	46,56	37,25	20,95	16,3	585,49
	S+D	29,1	50,05	88,45	131,53	175,76	187,4	200,2	168,78	124,55	72,17	32,59	20,96	1281,56
16. Херсонська (Асканія-Нова МТС)	S	11,64	18,62	44,23	67,51	104,76	118,73	132,7	112,91	80,32	43,07	15,13	8,15	757,76
	D	23,28	33,76	51,22	67,51	80,32	77,99	71,0	64,02	48,89	33,76	20,95	17,46	590,15
	S+D	34,92	52,38	95,45	135,02	185,08	196,72	203,7	176,93	129,21	76,83	36,08	25,61	1347,91
17. Херсонська (МТС м. Херсон)	S	10,48	18,62	43,07	66,36	102,43	118,73	125,71	115,24	76,82	39,58	12,8	9,31	739,14
	D	20,95	31,43	54,71	65,18	79,15	76,82	77,99	62,86	50,05	38,41	22,12	17,46	597,13
	S+D	31,43	50,05	97,78	131,53	181,58	195,55	203,7	178,10	126,87	77,99	34,92	26,77	1336,27
18. АР Крим (Євпаторійська МТС)	S	15,13	20,95	47,72	77,99	96,61	123,38	145,5	123,38	87,3	59,36	22,12	11,64	831,1
	D	24,44	31,43	51,22	59,36	73,33	69,84	66,35	57,04	48,89	38,41	27,94	20,95	569,2
	S+D	39,57	52,38	98,94	137,35	169,94	193,22	211,85	180,42	136,19	97,77	50,06	32,59	1400,3
19. АР Крим (Карадагська МТС)	S	16,3	20,95	44,23	74,5	110,58	135,02	145,5	125,71	95,45	51,22	20,95	11,64	852,05
	D	27,94	34,92	53,54	65,18	71,0	66,35	58,2	45,4	39,58	39,58	25,61	20,95	584,34
	S+D	44,24	55,87	97,77	139,68	181,58	201,37	203,7	171,11	135,03	90,8	46,56	32,59	1436,4
20. АР Крим (Нікітський сад МТС)	S	16,3	22,12	47,72	73,33	98,94	117,56	131,53	122,22	83,81	51,22	22,12	13,97	800,83
	D	19,79	27,94	45,4	61,7	72,17	69,84	68,68	57,04	46,56	38,41	25,61	17,46	550,6
	S+D	36,09	50,06	93,12	135,03	171,11	187,4	200,21	179,26	130,37	89,63	47,73	31,43	1351,4