

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ. ЕНЕРГОАУДИТ  
ТА ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЯ БУДІВЕЛЬ»

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності*

*192 «Будівництво та цивільна інженерія»)*

*(Електронне видання)*

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри  
будівництва, урбаністики та  
просторового планування  
Протокол №14 від 22.06.2021 р.

Севєродонецьк 2021

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Енергоефективні будинки. Енергоаудит та енергореновація будівель» Тема: Розрахунки теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій» для студентів усіх форм навчання спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» /Уклад.: Г.О. Татарченко, М.В. Білошицький, З.С. Татарченко. – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. – 47 с.

Методичне видання спрямоване на виконання студентами практичних робіт на підставі лекційного матеріалу з дисципліни «Енергоефективні будинки. Енергоаудит та енергореновація будівель», дослідження процесу тепловіддачі огороджувальних конструкцій, у надбанні студентами навичок практичної роботи: вміння планувати послідовність дій при розрахунку термоопору будівлі, правильно проводити розрахунок, при різних температурах, фіксувати результати розрахунку, згідно з вимогами до енергоефективності будівель, вміння обробляти результати вимірювань, робити висновки, щодо отриманих результатів.

Матеріали розраховані на студентів вищих навчальних закладів.

Укладачі:

Г.О. Татарченко – д.т.н., професор

М.В. Білошицький – к.т.н., доцент

З.С. Татарченко – асистент

Рецензент:

П.Є. Уваров – к.т.н., доцент

## **Тема: РОЗРАХУНКИ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

### **1. Теоретична частина**

**Огороджувальні конструкції** — будівельні конструкції призначені для ізоляції внутрішніх об'ємів у будівлях і спорудах від зовнішнього середовища або між собою

**Теплопередачею** (heat transfer) називається процес перенесення теплоти від більш нагрітого ("гарячого") теплоносія до менш нагрітого ("холодного") теплоносія через роздільну стінку. Теплопередача являє собою складний теплообмін, який складається із ланцюжка окремих його видів. Від гарячого теплоносія до стінки перенесення теплоти здійснюється конвективним теплообміном. Усередині стінки теплота переноситься теплопровідністю. Від стінки до холодного теплоносія теплота переноситься конвективним теплообміном.

**Опір теплопередачі стіни R** (інакше кажучи «тепло-опір») - це здатність матеріалів перешкоджати руху теплової енергії, яка вимірюється в  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ . Кожен матеріал, який використовується для стін будівлі, робить це в силу власних теплофізичних характеристик.

**Необхідний мінімальний опір теплопередачі** зовнішніх огорожень будинків  $R_{\text{необх}}$  обумовлений, як відомо, санітарно-гігієнічними обмеженнями, які не допускають зниження температури на внутрішній поверхні огороження  $t_{\text{в.п.}}$  нижче температури точки роси  $t_{\text{т.р.}}$  внутрішнього повітря за умови недопустимості конденсації вологи на внутрішніх поверхнях. Будівельними нормами встановлені значення температур  $t_{\text{в}}$  в приміщеннях різного призначення та нормативні перепади температур  $t_{\text{н}} = t_{\text{в.}} - t_{\text{в.п.}}$ . Виходячи з цього, огороджувальні конструкції будинків вибирають за умови, щоб їх опір теплопередачі  $R_0$  був не нижчим ніж необхідний  $R_0 R_{\text{необх}}$ .

**Теплопровідність** є показником передачі теплової енергії від предметів в приміщенні до предметів з більш низькою температурою. Процес теплообміну триває, поки температурні показники не зрівняються. Для позначення теплової енергії використовується спеціальний коефіцієнт теплопровідності будівельних матеріалів.

Для кількісної оцінки теплопровідності існує коефіцієнт теплопровідності матеріалів. Цей коефіцієнт відображає властивість речовини проводити теплову енергію. Чим більше значення коефіцієнта теплопровідності матеріалу, тим краще він проводить тепло. Якщо ми збираємося утеплювати будинок, то треба вибирати матеріали з невеликим значенням цього коефіцієнта. Чим він менше, тим краще.

Розрахунок тепло-опору огорожувальної конструкції виконується у декілька етапів. По-перше, необхідно розрахувати зовнішню площу поверхні, після чого розрахувати об'єм, знаючи її товщину і помножити на її теплопровідність.

### **Види термічного опору**

Розрізняють:

- повний термічний опір ( $R_t$ ) — величина, обернена до коефіцієнта теплопередачі системи у цілому;

- питомий термічний опір ( $r_t$ ) — термічний опір, виражений через густину теплового потоку. Питомий термічний опір чисельно дорівнює температурному напору, необхідному для передавання теплового потоку одиничної густини ( $1 \text{ Вт/м}^2$ ) до поверхні тіла або через шар речовини, виражається у  $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Розрізняють:

- питомий поверхневий термічний опір — величина, обернена до коефіцієнта тепловіддачі;

питомий термічний опір шару — дорівнює відношенню товщини шару до його коефіцієнта теплопровідності.

Загальний питомий термічний опір складної системи (наприклад, багат шарової теплової ізоляції) дорівнює сумі термічних опорів її складових частин.

$$t_t = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n.$$

Розрахункові формули

Формула повного термічного опору:

$$R_t = \frac{T_2 - T_1}{Q}$$

де:  $R_t$  — повний тепловий опір на ділянці теплового кола, яка розглядається, К/Вт;

$T_2$  — температура початку ділянки, К;

$T_1$  — температура кінця ділянки, К;

$Q$  — тепловий потік, що протікає через ділянку кола, Вт.

Формула питомого термічного опору ділянки теплового кола:

$$r_t = \frac{T_2 - T_1}{q}$$

де:  $r_t$  — питомий тепловий опір на ділянці теплового кола, яка розглядається, (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$T_2$  — температура початку ділянки, К;

$T_1$  — температура кінця ділянки, К;

$q$  — густина теплового потоку, що протікає через стінку, Вт/м<sup>2</sup>.

Формула питомого поверхневого термічного опору:

$$r_t = \frac{1}{a}$$

де:  $r_t$  — питомий тепловий опір на ділянці твердої стінки із теплоносієм, (м<sup>2</sup>·К)/Вт;

$a$  — коефіцієнт тепловіддачі від стінки до теплоносія, Вт/(м<sup>2</sup>·К)

Питомий тепловий опір ділянки теплового кола у вигляді твердої стінки однакової товщини:

$$r_t = \frac{l}{\lambda}$$

де:  $r_t$  — питомий тепловий опір стінки,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;

$l$  — довжина ділянки теплового кола (товщина стінки), м;

$\lambda$  — коефіцієнт теплопровідності матеріалу,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

### **Склопакети і двері**

Детальний аналіз методики, аналогічної європейської, по якій здійснюється розрахунок теплових характеристик віконних і дверних конструкцій в Україні.

На сьогоднішній день в Україні діють дві методики розрахунку теплових характеристик вікна: спрощена і точна.

Спрощена методика, яка здійснюється відповідно до ДСТУ Б В.2.6-17-2000, дає менш точний результат (частіше в бік завищення результатів), оскільки не враховує вплив крайової зони склопакетів. Тому при використанні спрощеної методики втрачається сенс застосування теплих рамок. Крім того, не в повній мірі враховуються розміри і архітектура вікна і його теплові характеристики.

Більш точна методика здійснюється згідно з ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель (+ 2006, 2013). Вона є математичним аналогом європейської методики (базується на тих же формулах) згідно норми EN ISO 10077-1: 201X. Ця методика враховує всі необхідні параметри: крайову зону склопакетів, архітектуру і розміри вікна. Перевагами EN ISO 10077-1: 201X є лаконічність і чіткість викладу методики.

### **Вимоги до вікон і дверей**

Теплоізоляційні вимоги до вікон і балконних дверей, а також до вхідних дверей, викладені в Зміні № 1 ДБН В.2.6-31: 2006, де відповідно для

світлопрозорих конструкцій опір теплопередачі  $R_o = 0,75 \text{ K} \cdot \text{m}^2 / \text{Вт}$  для першої кліматичної зони України і  $R_o = 0,6 \text{ K} \cdot \text{m}^2 / \text{Вт}$  - для другої.

Як показано нижче в прикладі, визначення  $R_o$  необхідно для кожного типу і розміру конструкції, так як значення для тепловтрат досить істотно (до 5-10% відсотків) залежить від архітектури СПК з тими ж комплектуючими. Застосування показників для стандартного вікна (наприклад,  $1,28 \times 1,48 \text{ м}$ ) для всіх інших конструкцій можуть заплановано підвищити загальні тепловтрати будівлі на 4-6% (наприклад, при відносно великих площах скління).

**Слід зазначити, що це мінімальні вимоги до  $R_o$  вікна. Для енергоефективних будинків, а тим більше для пасивних, значення  $R_o$  має бути вище.**

Розрахунок теплоізоляційних властивостей вікон

Формула для визначення коефіцієнта теплопровідності світлопрозрачної огорожувальної конструкції (вікон, балконних дверей, балконів ...) вказана в EN ISO 10077 , або аналогічна формула для опору M1 Додаток ДБН В.2.6-31: 2006:

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + I_g \psi_g}{A_g + A_f}$$

Коефіцієнт теплопередачі  $U_w$ , застосовуваний в європейських нормах, пов'язаний з

$$R_o = \frac{1}{U_w}$$

$A_f$  - площа, яку займає профільна система (рама, стулка, штапик, імпост) в площині конструкції, перпендикулярної вулиці / приміщенню.

$A_g$  - площа, яку займають видимі частини склопакетів.

$I_g$  - периметр видимої частини склопакета.

$U_f$ - теплопередача профільної системи, включаючи армування і фурнітуру.  
Згідно, визначається розрахунковими методами.

$U_g$  - коефіцієнт теплопередачі склопакета в центральній точці (!)  
Виконується розрахунковими методами відповідно до національних стандартів (EN 673:1997, IDT) «Скло будівельне. Методика визначення коефіцієнта теплопередачі багатошарових конструкцій».

$\Psi_g$  - розрахунковий лінійний коефіцієнт теплопровідності, що враховує вплив скла, дистанційної рамки і рами на теплотехнічні властивості вікна.

Формула розрахунку теплозбереження вікна:  $R_o = [(1-B) / R_p + B / R_{sp}] - 1$ ,

$B$  - відношення площі скління до площі всього віконного прорізу;

$R_p$  - опір теплопередачі профілю;

$R_{sp}$  - опір теплопередачі склопакета;

### Приклад розрахунку теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій:

а) Стіни.

Наприклад ми маємо будинок  $8 \times 9 \text{ м}^2$ , з висотою поверху 3м. Товщина стін однорідна і вони виконані з силікатної цегли, у дві цеглини, на цементно-піщаному розчині, наявний балкон, шість вікон і одні двері, перекриття виконані із залізобетонних багатопустотних плит.

Ми знаємо що довжина однієї цеглини ( $\delta_{ц}$ )  $\delta_{ц} = 0,25 \text{ м}$ , а наявний між ними розчин ( $\delta_p$ ), складає, наприклад,  $\delta_p = 0,05 \text{ м}$ . Звідси ми розуміємо що товщину стіни ( $\delta$ ) ми знаходимо:  $\delta = 2 \times \delta_{ц} + \delta_p = 2 \times 0,25 + 0,05 = 0,55 \text{ м}$ . Проте, цементно-піщаний розчин присутній і між торцевими цеглинами і крім цього цеглина має висоту і ширину, а, також, необхідно врахувати різницю температур зовнішнього і внутрішнього шару стіни.

Ми знаємо, що коефіцієнт теплопровідності належить до теплофізичних констант речовини та характеризує теплопровідні властивості матеріалу або середовища в певному діапазоні температур, **тому - ми будемо використовувати коефіцієнт теплопровідності**, який показує, яка кількість

тепла передається теплопровідністю за одиницю часу через шар речовини товщиною 1 метр із поверхнею теплопередачі  $1 \text{ м}^2$  при різниці температур ( $\Delta T$ ) на поверхнях стінок в один градус (або один кельвін для нас це однакові величини оскільки це не важливо при різниці температур ( $\Delta T$ )). (див. додаток Е).

Наприклад, розрахункова температура зовнішнього повітря:  $+19^\circ\text{C}$ .

Розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення:  $+20^\circ\text{C}$ .

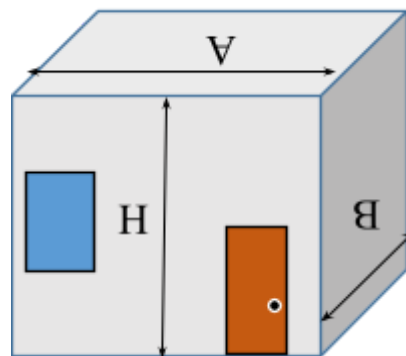


Рисунок 1. – схематичне зображення огорожувальних конструкцій будівлі.

Формула площі прямокутної поверхні ( $S_c$ ):  $S_c = A \cdot B$ , де  $A, B, H$  – відповідно, дві сторони стіни ( $A$  і  $B$ ) і їх висота ( $H$ ), але, наразі, ні підлогу, ні стелю, ми не враховуємо, оскільки розраховуємо саме стіни (схематичне зображення огорожувальних конструкцій показано на рисунку 1).

1. 2 стіни  $8 \cdot 3 \text{ м}^2$  і 2 стіни  $9 \cdot 3 \text{ м}^2$
2. 6 вікон  $1 \cdot 2 \text{ м}^2$
3. 1 двері  $1 \cdot 2 \text{ м}^2$
4. 1 перекриття під балконом  $2,6 \text{ м}^2$
5. Підлога і стеля  $8 \cdot 9 \text{ м}^2$

Загальна площа стін ( $S_{c3}$ ) дорівнює  $S_{c3} = 2(A \cdot H) + 2(B \cdot H) = 2 \cdot 24 + 2 \cdot 27 = 102 \text{ м}^2$ , але вікна і двері мають іншу теплопровідність і, мають свою площу і товщину – ми їх розрахуємо далі.

За аналогією розраховуємо площу вікон і дверей:  $S_b = 18 \text{ м}^2$ ,  $S_d = 2 \text{ м}^2$ .

Щоб дізнатись площу стін ( $S_c$ ) – необхідно із загальної площі ( $S_{c3}$ ) відняти площу вікон ( $S_b$ ) і дверей ( $S_d$ ).

$$S_c = S_{c3} - S_B - S_d = 102 - 18 - 2 = 82 \text{ м}^2.$$

Далі, необхідно врахувати ширину стіни ( $\delta$ ) та щільність матеріалу ( $\rho$ ), з якого вона виконана, коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda$ ), який ми можемо знайти в зведеній таблиці теплопровідностей будівельних матеріалів (Додаток Е).

Опір теплопередачі стіни ( $R_c$ ) розраховується за формулою:

$$R_c = \delta_c / \lambda_c$$

для силікатної цегли на цементно-піщаному розчині (густина  $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ), де  $\delta_c$  - ширина стіни,  $\lambda_c$  - коефіцієнт теплопровідності (потрібно брати показник в умовах експлуатації, в таблиці це  $\epsilon$ ).

$$\text{Отже, } R_c \text{ стіни дорівнює } R_c = \delta_c / \lambda_c = 0,55 / 0,87 = 0,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

$$\text{Втрата теплової енергії}(Q_c) \quad Q_c = S_c \cdot \Delta T / R_c = 82 / 0,63 = 130,16 \text{ °C/Вт}$$

Якщо стіна збудована з різних матеріалів, наприклад, цегляна стіна з шаром штукатурки і шаром утеплювача - потрібно робити окремий розрахунок тепло-опору по кожному шару стіни, а потім додавати всі ці показники.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі житлового будинку  $R_{qmin} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$  (відповідно до ДБН В.2.6-31:2006).

Так, наприклад, візьмемо популярну конструкцію стіни: пінобетон 20 см. облицьований цеглою 12 см з повітряним прошарком 10 см.

Коефіцієнт теплопровідності пінобетону в стіні дорівнює від 0,17 до 0,20 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Для розрахунку приймемо 0,18 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Звідси, термічний опір шару пінобетону  $0,20 \text{ м} / (0,18 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \cdot 1 \text{ м}) = 1,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$

Коефіцієнт теплопровідності цегли в стіні 0,81 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Звідси, термічний опір шару лицевої цегли  $0,12 \text{ м} / (0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \cdot 1 \text{ м}) = 0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$

Термічний опір повітряного замкнутого прошарку 0,18 м<sup>2</sup>·°C/Вт

Сума термічних опорів шарів стіни: 1,44 м<sup>2</sup>·°C/Вт

Приведений опір теплопередачі стіни менше  $R_{qmin} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ . Стіну потрібно утеплювати (наприклад, не менше 6,5 см. пінопласту).

Якщо стіна будується з пінобетону в 2 блока (400 мм.), то приведений опір теплопередачі стіни дорівнює 2,71 м<sup>2</sup>·°C/Вт. Це також менше нормативної

величини, але в цьому випадку достатню обшити стіни гіпсокартоном з внутрішньої сторони стіни, або використати яку не будь теплу штукатурку.

В роботі використані дані "ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція стін"

*б) Перекрыття під балконом ( $R_{поб}$ ).*

Над опалювальними приміщеннями першого поверху розміщений балкон( $R_{поб}$ ) 2,6 м<sup>2</sup>. Перекрыття – залізобетонні багатопустотні плити, для щільності  $\rho = 2500$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda = 1,69$  Вт/(м<sup>2</sup>·К), ми знаємо що товщина плити стандартна і дорівнює  $\delta = 0,22$  м, звідси маємо:

$$R_{поб} = 0,22/1,69 = 0,13 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$Q_{поб} = S_{поб} \cdot \Delta T / R_{поб} = 2,6/0,13 = 20 \text{ °C}/\text{Вт}$$

*в) Вікна.*

Віконні прорізи заповнені двокамерними вікнами, структури (32) 4M1-10-4M1-10-4M1, порядок скління - від зовнішньої поверхні. Позначення скла: M1 - листове стандартне, 10 - інтервал між ними. Це значить, що товщина склопакета 4 мм. з відстанню між пакетами 10 мм., загальна кількість вікон - 6 шт. У розрахунок приймається теплопровідність трьох склопакетів ( $R_{сп}$ ) і повітряного прошарку ( $R_{пш}$ ) між ними, товщиною  $\delta = 10$  см.

$$R_b = 3R_{сп} + 2R_{пш} = 0,05 \cdot 3 + 0,18 \cdot 2 = 0,51 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$\text{Площа одного вікна}(S_{об}) S_{об} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ м}^2.$$

$$\text{Площа шести вікон}(S_b) S_b = 6 \cdot S_{об} = 2 \cdot 6 = 12 \text{ м}^2.$$

$$Q_b = S_b \cdot \Delta T / R_b = 12/0,51 = 23,5 \text{ °C}/\text{Вт}$$

*г) Двері.*

Будівля має одні, зовнішні, дубові двері, в задовільному стані, з щільністю  $\rho_d = 700$  кг/м<sup>3</sup>, та теплопровідністю  $\lambda_d = 0,38$  Вт/(м·К), з шириною  $\delta_d = 4$  см.

$$R_d = 0,04/0,38 = 0,105 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

$$S_d = 1 \cdot 2 = 2 \text{ м}^2$$

$$Q_d = 2 \cdot 1/0,105 = 19,04 \text{ °C}/\text{Вт}$$

*д) Покриття.*

Покриття (суміщене) - збірні залізобетонні плити без утеплення.

$$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3, \lambda = 1,98 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \delta = 22 \text{ см}$$

Опір теплопередачі становить

$$R_{\pi} = 0,22/1,98 = 0,11 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

$$S_{\pi} = 8\cdot 9 = 72 \text{ м}^2$$

$$Q_{\pi} = 72/0,11 = 654,55 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

що не відповідає нормативним вимогам. Площа покриття в межах внутрішніх стін  $72 \text{ м}^2$ .

*е) Підлога на ґрунті.*

• Підлога на ґрунті ( $R_{\text{гр}}$ ) бетонна на щебні з природного каменю (для  $\rho_{\text{б}} = 2400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{\text{б}} = 1,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ,  $\delta_{\text{п}} = 25 \text{ см}$ ),

$$R_{\text{б}} = \delta_{\text{б}} / \lambda_{\text{б}} = 0,25/1,8 = 0,138 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

• утеплена клеєною фанерою (для  $\rho_{\text{ф}} = 600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{\text{ф}} = 0,165 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ,  $\delta_{\text{ф}} = 2 \text{ см}$ )

$$R_{\text{ф}} = \delta_{\text{ф}} / \lambda_{\text{ф}} = 0,02/0,165 = 0,121 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

• і лінолеум полівінілхлоридний на тканинній основі (для  $\rho_{\text{лп}} = 1600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_{\text{лп}} = 0,29 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ,  $\delta_{\text{лп}} = 1 \text{ см}$ .)

$$R_{\text{лп}} = \delta_{\text{лп}} / \lambda_{\text{лп}} = 0,01/0,29 = 0,034 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

Стан задовільний. Площа в межах внутрішніх стін  $72 \text{ м}^2$ .

$$R_{\text{гр}} = R_{\text{б}} + R_{\text{ф}} + R_{\text{лп}} = 0,138 + 0,121 + 0,034 = 0,293 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$$

$$Q_{\text{гр}} = S_{\pi} \cdot \Delta T / R_{\text{гр}} = 72/0,293 = 245,73 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$$

*ж) Загальні енерговитрати огорожувальних конструкцій ( $Q_3$ )*

$$Q_3 = Q_c + Q_{\text{поб}} + Q_v + Q_d + Q_{\pi} + Q_{\text{гр}} = 130,16 + 20 + 23,5 + 19,04 + 654,55 + 245,73 = 1092,98 \text{ }^{\circ}\text{C/Вт}.$$

ДСТУ та ДБН, які використовувались при розробці методичних вказівок, а також положення ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОРЯДКУ ПРОВЕДЕННЯ СЕРТИФІКАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ФОРМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕРТИФІКАТА , приведені нижче з посиланням на джерела інформації.

1. Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0825-18#Text>

2. ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель»

<https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf>

3. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будинків»

[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_2\\_6\\_189/5-1-0-1790](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_2_6_189/5-1-0-1790)

4. ДСТУ Б EN ISO 10077-1

<https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/06/Proekt-DSTU-Teplotehnicni-vlastivosti-vikon-dverej-i-vikonmits-chastina-1.pdf>

5. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції»

[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_n\\_b\\_a\\_2\\_2\\_5/5-1-0-1158](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_n_b_a_2_2_5/5-1-0-1158)

6. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні»

[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_metod\\_rozrakhunku\\_energospozhivannja/5-1-0-1149](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_metod_rozrakhunku_energospozhivannja/5-1-0-1149)

7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія»

[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_27\\_2010/5-1-0-929](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929)

8. 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 (EN 15251:2007, IDT)»

[http://www.mathcentre.com.ua/download/dstu\\_en\\_15251-2011.pdf](http://www.mathcentre.com.ua/download/dstu_en_15251-2011.pdf)

9. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження»

[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_en\\_iso\\_13790/5-1-0-1159](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_en_iso_13790/5-1-0-1159)

10. ДБН В.2.6-33:2018 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-257>

11. ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки»

[https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_en\\_15603/5-1-0-1784](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_en_15603/5-1-0-1784)

12.

## **2. Практична частина**

Додаткові дані для завдань

Теплий (подвійний) профільований брус. Нова технологія. По суті, це модифікований клеєний брус, у якого внутрішні ламелі замінені на теплоізоляційний матеріал - екструдований пінополістирол

Виробники відзначають, що подвійний брус товщиною 160 мм по показнику теплоізоляції дорівнює клеєного бруса товщиною в 370 мм. Сфера використання теплоізоляційного бруса - жорсткі кліматичні умови

### ***Утеплювачі для вхідних металевих дверей***

*Метал полотна: 1,8 мм + 3мм*

*Товщина полотна: до 120 мм*

- Гофрокартон
- Мінеральна вата
- Пінопласт
- Пінополістирол
- Поролон

У завданнях зазначена кількість камер профілю, а не склопакетів, тому звертайте увагу на стандартне заповнення склопакетами відповідних профілів, так, наприклад, склопакети існують 1-3 камерні, так для трикамерного профілю використовують двокамерний склопакет, а для чотирьох камерного профілю рами вже можливий трикамерний склопакет. Відповідно у розрахунках ми будемо використовувати тільки скляні та повітряні прошарки у склопакеті. Енергоефективність рам ми не розраховуємо.

В завданнях використовуються стандартні моделі ПВХ-вікон і дверей, які існують на ринку, у 2021-го році. Коли не вказані додаткові дані для розрахунку – вам необхідно знайти такі моделі в Інтернеті та використовувати дані від виробників, приведені у них на сайтах.

## ЗАВДАННЯ ЗА ВАРІАНТАМИ:

### 1. Варіант

- a. Один поверх, площа стін 50 м<sup>2</sup>, виконаних з керамзитшлакобетонних блоків на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м<sup>3</sup>, товщиною 0,4м;
- b. Плити перекриттів стандартні, залізобетонні, товщиною 0,22 м, площа 20м<sup>2</sup>;
- c. Вісім вікон, розміром 0,5х1,25 м, структури 4М1-5-4М1(однокамерні, заповнені повітрям);
- d. Дві двошарові металеві двері(сталеві), 1х2 м, стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*);
- e. Підлога виконана з керамічної плитки на шлакопемзобетоні, висотою 0,5м, площа 20м<sup>2</sup>.

### 2. Варіант

- a. Один поверх, площа стін 100 м<sup>2</sup>, виконаних з керамічної порожнистої густиною цегляної кладки щільністю 1000 кг/м<sup>3</sup> (брутто), на цементно-піщаному розчині, товщиною 0,5м;
- b. Плити перекриттів стандартні, залізобетонні, товщиною 0,25м, площа 80 м<sup>2</sup>;
- c. Десять вікон, розміром 1х1,25 м, структури 4М1-8-4М1-8-4М1(двокамерні, заповнені повітрям);
- d. П'ять двошарових металевих дверей(сталеві), 1х2 м, стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*);
- e. Підлога з жорсткого пінополіуретану товщина 5см, виконана з гравія керамзитового, висотою 0,5м, площа 80м<sup>2</sup>, покрита багат шаровим лінолеум, полівінілхлоридним, товщина 1см.

### 3. Варіант

- a. Один поверх, площа стін 90 м<sup>2</sup>, виконаних керамзитобетону на кварцовому піску з поризацією, товщина стін 0,8м;
- b. Плити перекриттів стандартні, залізобетонні багатопорожнисті, товщиною 0,22 м, площа 50 м<sup>2</sup>;
- c. Вісім вікон, розміром 1х2 м, структури 4М1-8-4М1-6-4М1(двокамерні, заповнені повітрям);
- d. Три двошарових металевих дверей(сталі), 1х2 м, стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*);
- e. Підлога паркетна соснова вздовж волокон товщина 3см, виконана блоків кремнезитоцементних, висотою 1м, площа 50м<sup>2</sup>.

### 4. Варіант

- a. Один поверх, стіни висотою 3м, довжина 16м, ширина 8 метрів. Всі стіни виконані з порожнистої цегли в 1.5 ряди, на цементно-шлаковому розчині(необхідно знайти товщину стін);
- b. Плити перекриттів стандартні, залізобетонні багатопорожнисті, на цементно-шлаковому розчині. Плити встановлені в рівень зі стінами;
- c. Десять вікон, розміром 1х2,5 м, структури 4М1-10-4М1-10-4М1(двокамерні, заповнені повітрям);
- d. Шість двошарових металевих дверей(сталі), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*), четверо дубових дверей;
- e. Підлога виконана з фанери клеєної, товщина 5см, виконана із залізобетону, висотою 0.5м.

### 5. Варіант

- a. Один поверх, стіни висотою 4м, довжина 14 м, ширина 6 м.
- b. Всі огорожувальні конструкції виконані із залізобетону, стандартні.
- c. Вісім вікон, розміром 1,4х1,3м, марки ТЕКО IDEAL 7000

d. Балкон виконаний ерккером марки ТЕКО IDEAL 7000, площа 2.5м<sup>2</sup>, висота 3.5м.

e. Одні двошарові металеві двері(сталеві), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*), одні дубові двері;

f. Підлога виконана з натурального каменю, товщина 15см.

## **6. Варіант**

a. Один поверх, стіни висотою 4,5м, довжина 14 м, ширина 6 м.

b. Стіни виконані із профільованого, квадратного, ялинового бруса , перетин 150x150 мм.

c. Мансардна покрівля, двоскатна, внутрішньою площею 150м<sup>2</sup>, виконана із:

- мембрани ПВХ 1.5мм
- пароізоляційної плівки 1мм
- екструдованого пінополістиролу 30 мм
- целюлозного утеплювача 100 мм
- листів гіпсокартонних 9,5 мм

d. Сім вікон, розміром 1,5x1,3м, три вікна 1,5x2м, профільна система Thermicco 8-ми камерна

e. Одні двошарові металеві двері(сталеві), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*), одні ялинові двері, дві ПВХ двері тої ж системи;

f. Підлога виконана із:

- Залізобетону 200 мм
- Крихта з піноскла 200 мм
- мармур 100 мм
- Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий без

підоснови 10 мм

## **7. Варіант**

a. Два поверхи, стіни висотою 3,5м, довжина 12 м, ширина 9 м.

b. Стіни виконані із силікатної цегли в 1,5 цеглини, на цементно-піщаному розчині, утеплені сайдингом 10 мм і мінеральною ватою 150 мм.

c. Наявні балкони, виконані з напівкруглих венеціанських еркерів, радіусом 1,5м з повним склінням, від підлоги до стелі, ПВХ-вікнами, марки RENAУ GENEО.

d. Дев'ять вікон, розміром 1,5x1,3м, профільна система RENAУ GENEО.

e. Одні двошарові металеві двері(сталеві), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*), одні ялинові двері, дві ПВХ двері тої ж системи;

f. Плити перекриттів багато порожнисті, стандартні.

g. Підлога виконана із:

- Багатопорожнистої плити
- Стяжка цементно-пінополістирольна 50 мм
- Фанера клеєна 50 мм
- Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий та одношаровий без підоснови 10 мм

## **8. Варіант**

a. Два поверхи, нижній 20м на 5м, висота поверху 3м, верхній збільшено за рахунок тераси, площею 12м<sup>2</sup>, стіни виконані з керамзитшлакобетонних блоків на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м<sup>3</sup>, товщиною 0,4м;

b. Десять вікон, розміром 1,5x1,3м, на першому поверсі, 28м<sup>2</sup> скління другого поверху профільна система RENAУ GENEО.

c. Одні двошарові металеві двері(сталеві), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*), одні ялинові двері, п'ять ПВХ дверей тої ж системи;

d. Плити перекриттів багато порожнисті, стандартні.

e. Підлога виконана із:

- Багатопорожнистої плити
- Стяжка цементно-пінополістирольна 100 мм
- Фанера клеєна 50 мм
- Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий та одно шаровий без

підоснови 10 мм

## 9. Варіант

- a. Два поверхи, стіни висотою 4м, довжина 12 м, ширина 12 м. Стіни виконані із профільованого, прямокутного, соснового бруса , перетин 150x200 мм, плити перекриттів залізобетонні, стандартні.
- b. Дванадцять вікон, розміром 1,5x1,3м, на першому поверсі, дванадцять вікон 1x2 м скління другого поверху профільна система ТЕКО IDEAL 7000.
- c. Одні двошарові металеві двері(сталеві), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. *Утеплювачі для вхідних металевих дверей*), одні ялинові двері, три ПВХ двері тої ж системи;
- d. Підлога виконана із:
  - Залізобетону 200 мм
  - Крихта з піноскла 200 мм
  - мармур 100 мм
  - Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий та одно шаровий без

підоснови 10 мм

## 10. Варіант

- a. Два поверхи, стіни висотою 3,5 м, довжина 15 м, ширина 7 м.
- b. Стіни виконані із силікатної цегли в дві цеглини на цементно-піщаному розчині, утеплені мінеральною ватою 50мм і облицьовані сайдінгом в 5 мм.
- c. Мансардна покрівля, односкатна, внутрішньою площею 115м<sup>2</sup>, виконана із:
  - мембрани ПВХ 1.5мм
  - пароізоляційної плівки 1мм

- екструдованого пінополістиролу 30 мм
- целюлозного утеплювача 100 мм
- листів гіпсокартонних 9,5 мм
- d. Десять вікон, розміром 1,5х1,3м, три вікна 1,5х2м, профільна система

Thermicco 8-ми камерна

e. Одні двошарові металеві двері(сталеві), стандартна ширина полотна, з утеплювачем, на ваш вибір (див. ***Утеплювачі для вхідних металевих дверей***), одні дубові двері, дві ПВХ двері тої ж системи;

f. Підлога виконана із:

- Залізобетону 220 мм
- Крихта з піноскла 150 мм
- Фанера клеєна 20 мм
- Лінолеум полівінілхлоридний на теплоізоляційній підоснові 10 мм.

## Додаток 1. Температурні зони України



**1 температурна зона:** Київська, Хмельницька, Житомирська, Рівненська, Полтавська, Вінницька, Хмельницька, Кіровоградська, Черкаська, Сумська, Чернігівська, Тернопільська, Харківська, Донецька, Луганська області.

З 1 липня 2013 року набирає чинності Зміна №1 ДБН В.2.6-31: 2006 "Теплова ізоляція будівель". Зміна було розроблено ДП "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій". Затверджено 4 березня 2013 року наказом №82 Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

Допустиме значення опору теплопередачі для першої зони -  $0,75 \text{ м}^2\text{Д}_0/\text{Вт}$ . А зворотний показник коефіцієнт теплопередачі вікна при цьому повинен ставити  $-1,33 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{K}_в \cdot \text{K})$ . Відповідно до даних цифрами повинні застосовуватися трьохмерні профілю (рама 60 мм), але з двокамерними склопакетами з енергозберігаючим напиленням на два скла і заповненням газу в обидві камери (4И-10Ar-4-10Ar-4И). Або п'ятикамерні профільні системи (70 мм рама), з пакетом 40 мм (4-14Ar-4-14Ar-4И) з енергозберігаючим напиленням

на одне скло і з газом в обидві камери, тоді коефіцієнт опору теплопередачі  $-0,758 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$ , а коефіцієнт теплопередачі вікна  $- 1,32 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Для вхідної групи (пластикові вхідні двері) при цьому допустиме значення опору теплопередачі складає  $- 0,44 \text{ м}^2 \cdot \text{Д} / \text{Вт}$ . Можна встановлювати трикамерну профільну систему (60 мм рама), зі склопакетом однокамерним з енергозберігаючим напиленням (4-16-4I), коефіцієнт опору теплопередачі  $-0,71 \text{ м}^2 \text{ К} / \text{Вт}$ , або з двокамерним (4-40-4-10), коефіцієнт опору теплопередачі  $0,63 \text{ м}^2 \text{ Д}_0 / \text{Вт}$ .

**2 температурна зона:** Миколаївська, Одеська, Херсонська, Запорізька і Сімферопольська області.

Допустиме значення опору теплопередачі для першої зони  $- 0,6 \text{ м}^2 \text{ Д}_0 / \text{Вт}$ .

Для вхідної групи - допустиме значення опору теплопередачі для першої зони  $- 0,39 \text{ м}^2 \text{ Д}_0 / \text{Вт}$ . Тобто можна встановлювати трикамерні профільні системи вікна з двокамерними склопакетами (4-10-4-10-4) або однокамерні з напиленням (4-16-4I), а на вхідну групу навіть однокамерний звичайний склопакет (4-16-4).

Додаток 2

Таблиця 2 – Розрахункові параметри температури зовнішнього повітря для населених пунктів України

Ва ріа нт	Температура повітря																Тривалість періоду з середньодобовою температурою < 0 °С	Максимальна добова амплітуда коливання температури повітря в липні, °С
	Найбільш холодних				Середня за місяць													
	однієї доби		п'яти діб															
	з забезпеченням																	
	0,9 8	0,92	0,9 8	0,9 2	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
	$t_{ХД}^{0,98}$	$t_{ХД}^{0,92}$	$t_{Х5Д}^{0,98}$	$t_{Х5Д}^{0,92}$	t	t <sub>II</sub>	t <sub>III</sub>	t <sub>IV</sub>	t <sub>V</sub>	t <sub>VI</sub>	t <sub>VII</sub>	t <sub>VIII</sub>	t <sub>IX</sub>	t <sub>X</sub>	t <sub>XI</sub>	t <sub>XII</sub>		
1	<b>Вінниця</b>																	
	-29	-26	-25	-21	-6	-5,3	-0,5	6,9	13,6	16,7	18,7	17,8	12,9	7,5	1,3	-3,4	116	
2	<b>Дніпропетровськ</b>																	
	-28	-26	-25	-23	-5,4	-4,8	0,4	9	16,4	19,8	22,3	21,3	15,7	8,8	2	-3,1	117	19,2
3	<b>Донецьк</b>																	
	-29	-27	-25	-23	-6,6	-6,2	-1	7,9	15,4	18,6	21,6	20,4	15	7,9	0,9	-4,2	122	
4	<b>Житомир</b>																	
	-29	-25	-25	-22	-5,7	-4,9	-0,4	7	13,9	17	18,9	17,8	13,1	7,2	1,3	-3,2	116	

<b>5</b>	<b>Запоріжжя</b>																	
	-28	-25	-24	-22	-4,9	-4,2	1	9	16,4	20,1	22,8	21,6	16	9,3	2,8	-2,3	102	
<b>6</b>	<b>Бердянськ</b>																	
	-26	-22	-22	-19	-3,8	-3,5	0,7	8,2	16	20,7	23,5	22,6	17,1	10,8	3,9	-1,2	98	
<b>7</b>	<b>Івано-Франківськ</b>																	
	-26	-24	-22	-20	-5,1	-3,7	1,3	7,6	13,5	16,6	18,5	17,8	13,5	8,2	2,2	-2,4	102	
<b>8</b>	<b>Київ</b>																	
	-29	-26	-25	-22	-5,9	-5,2	-0,4	7,5	14,7	17,8	19,8	18,7	13,9	7,5	1,2	-3,5	118	18,4
<b>9</b>	<b>Кіровоград</b>																	
	-29	-26	-25	-22	-5,6	-5,1	-0,3	7,8	15,1	17,9	20,2	19,6	14,6	7,7	1,3	-3,3	116	22
<b>10</b>	<b>Луганськ</b>																	
	-32	-29	-27	-25	-6,6	-6	-0,4	8,6	16,1	19,8	22,3	21	15	8,1	1,4	-3,8	117	22,1
<b>11</b>	<b>Луцьк</b>																	
	-27	-24	-22	-20	-4,9	-3,9	0,5	7,3	13,7	17	18,6	17,6	13,2	7,7	2,3	-2,1	105	

Продовження табл. 2

Варіант	Температура повітря																Тривалість періоду з середньою добовою температурою < 0 °С	Максимальна добова амплітуда коливання температури повітря в липні, °С
	Найбільш холодних				Середня за місяць													
	однієї доби		п'яти діб															
	з забезпеченням																	
	0,98	0,92	0,98	0,92	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
	$t_{ХД}^{0,98}$	$t_{ХД}^{0,92}$	$t_{Х5Д}^{0,98}$	$t_{Х5Д}^{0,92}$	t	t <sub>II</sub>	t <sub>III</sub>	t <sub>IV</sub>	t <sub>V</sub>	t <sub>VI</sub>	t <sub>VII</sub>	t <sub>VIII</sub>	t <sub>IX</sub>	t <sub>X</sub>	t <sub>XI</sub>	t <sub>XII</sub>	z	At <sub>c</sub>
12	<b>Львів</b>																	
	-24	-23	-20	-19	-5	-4,2	0,3	6,7	12,7	15,2	17,4	16,5	13	7,7	2,4	-2,6	106	19,3
13	<b>Миколаїв</b>																	
	-26	-23	-23	-20	-3,5	-2,8	2,1	9,4	16,5	20,3	23,2	22,2	17	10,5	3,9	-1,2	31	
14	<b>Одеса</b>																	

	-24	-21	-21	-18	-2,5	-2	2	8,2	15	19,4	22,2	21,4	16,9	11,4	5,3	0,2	78	14,7
15	<b>Любашівка</b>																	
	-27	-24	-23	-20	-5	-4,2	0,6	8,1	15	18,4	21	20,2	15,2	8,9	2,3	-2,6	108	
16	<b>Полтава</b>																	
	-30	-27	-26	-23	-6,9	-6,4	-1,3	7,6	15	18,3	20,6	19,7	14,3	7,4	0,6	-4,5	124	17,8
17	<b>Рівне</b>																	
	-27	-25	-22	-21	-5,4	-4,4	0	6,9	13,5	16,9	18,5	17,5	13	7,4	1,8	-2,6	112	
18	<b>Сімферополь</b>																	
	-22	-20	-18	-16	-1	-0,7	3	9,3	14,6	19	21,8	21,2	16,4	11,4	5,8	1,5	56	
19	<b>Джанкой</b>																	
	-23	-21	-19	-17	-1,8	-1,3	2,9	9,4	16	20,4	23,3	22,4	17	11,3	5,4	0,9	65	

20	Євпаторія																		
	-23	-20	-18	-16	-0,1	-0,1	3,8	9,4	14,4	20	23,2	22,6	17,9	12,5	6,7	2,3	38		
21	Феодосія																		
	-10	-8	-7	-6	0,6	0,5	4,2	9,6	15,8	20,4	23,8	23,2	18,5	13,1	7,3	3,2	16		
22	Ялта																		
	-10	-8	-7	-6	4	3,8	5,9	10,3	15,6	20,3	23,7	23,5	19,1	14,2	9,3	6,1	0	16,9	
аріа нт	<b>Температура повітря</b>																	Трива лість період у з середн ьодобо вою темпе ратуро ю < 0 °С	Макс аль добо ампл да коли нн темпе тур повіт в лип °С
	Найбільш холодних				Середня за місяць														
	однієї доби		п'яти діб																
	з забезпеченням																		
	0,98	0,92	0,98	0,92	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			

	$t_{ХД}^{0,98}$	$t_{ХД}^{0,92}$	$t_{Х5Д}^{0,98}$	$t_{Х5Д}^{0,92}$	<b>t</b>	<b>t<sub>II</sub></b>	<b>t<sub>III</sub></b>	<b>t<sub>IV</sub></b>	<b>t<sub>V</sub></b>	<b>t<sub>VI</sub></b>	<b>t<sub>VII</sub></b>	<b>t<sub>VIII</sub></b>	<b>t<sub>IX</sub></b>	<b>t<sub>X</sub></b>	<b>t<sub>XI</sub></b>	<b>t<sub>XII</sub></b>	<b>z</b>	<b>Ат</b>
<b>23</b>	<b>Суми</b>																	
	-32	-28	-27	-24	-7,9	-7,6	-2,4	6,4	14	17,6	19,3	18,4	12,9	6,4	-0,2	-5,4	131	
<b>24</b>	<b>Тернопіль</b>																	
	-26	-24	-23	-21	-5,4	-4,4	0,1	7	13,5	16,6	18,4	17,4	13	7,4	1,8	-2,8	112	
<b>25</b>	<b>Ужгород</b>																	
	-24	-22	-20	-28	-3,1	-0,7	4,8	10	15,6	18,4	20,5	19,7	16,5	9,7	4,9	0,1	70	
<b>26</b>	<b>Харків</b>																	
	-31	-28	-26	-23	-7,3	-6,9	-1,7	7,7	15,1	18,6	20,8	19,7	14	7,1	0,3	-4,8	126	22

27	<b>Херсон</b>																	
	-27	-23	-23	-19	-3,2	-2,6	2,2	9,3	16,2	20	23	21,9	16,8	10,5	4,1	-0,8	87	
28	<b>Хмельницький</b>																	
	-26	-25	-22	-21	-5,6	-4,6	0	7	13,6	16,8	18,6	17,6	13	7	1,6	-3	113	
29	<b>Черкаси</b>																	
	-29	-26	-25	-22	-5,8	-5,6	-0,4	7,6	14,9	17,8	20	19,3	14	7,2	1,4	-3,5	117	21,9
30	<b>Чернігів</b>																	
	-30	-27	-26	-23	-6,7	-6,2	-1,4	6,8	14,4	17,5	19,4	18,2	13,2	6,8	0,6	-4,2	126	18,2
31	<b>Чернівці</b>																	
	-26	-24	-22	-20	-5	-3,5	1,5	8,3	14,3	17,4	19,3	18,6	14,2	8,6	2,4	-2,4	102	19,9

Таблиця 1 – Термічні опори замкнутих повітряних прошарків

Товщина повітряного прошарку, м	Термічний опір замкнутого повітряного прошарку $R_{пов.п.}$ ( $m^2 \cdot C$ )/Вт			
	горизонтального при потоці тепла знизу нагору		горизонтального при потоці тепла зверху вниз	
	при температурі повітря в прошарку			
	додатної	від'ємної	додатної	від'ємної
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2 - 0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Додаток 3.

Теплотехнічні показники покриття та перекриття

Конструкція огороження	Товщина конструкції /шару утеплювача $\delta_k / \delta_{ут}$ , мм	Густина утеплювача $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Опір теплопередачі $R_{заг}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт		Теплова інерція D	
			А	Б	А	Б
			<b>А. Безгорищні покриття</b>			
Гравій на бітумній мастиці $\delta=10$ мм, гідроізоляція, цементно-пісчана стяжка $\delta=15$ мм, утеплювач із пінополісти-ролу,	320/70	40	2,06	1,74	2,1	2,0
	330/80		2,30	1,94	2,2	2,1
	340/90		2,55	2,14	2,3	2,2
	350/100		2,79	2,34	2,4	2,3

пароізоляція, залізобетонна багатопустотна панель $\delta=220$ мм	360/110		3,03	2,54	2,5	2,4
	370/120		3,28	2,74	2,6	2,5
Гравій на бітумній мастиці $\delta=10$ мм, гідроізоляція, цементно-пісчана стяжка $\delta=15$ мм, пароізоляція, три-шарова залізобетонна панель з утеплювачем із пінолістиролу	290/90	40	1,98	1,66	3,5	3,2
	300/100		2,18	1,82	3,6	3,3
	310/110		2,37	1,98	3,7	3,5
	320/120		2,57	2,14	3,8	3,6
	330/130		2,76	2,30	4,0	3,7
	340/140		2,96	2,46	4,1	3,8
	350/150		3,15	2,62	4,2	3,9
	360/160		3,35	2,78	4,3	4,1
<b>Б. Горищні перекриття</b>						
Тришарові панелі з важкого бетону з утеплювачем із пінополістиролу	260/90	40	1,99	1,67	3,1	2,9
	270/100		2,18	1,83	3,2	3,0
	280/110		2,38	1,99	3,4	3,1
	290/120		2,57	2,15	3,5	3,2
	300/130		2,77	2,31	3,6	3,4
	310/140		2,96	2,47	3,7	3,5
	320/150		3,16	2,63	3,9	3,6
	330/160		3,35	2,79	4,0	3,7
Те ж, з утеплювачем із мінераловатних плит	340/170	200	2,02	1,93	4,8	4,7
	350/180		2,12	2,03	5,0	4,9
	360/190		2,23	2,13	5,1	5,0
	370/200		2,33	2,23	5,3	5,2
	380/210		2,44	2,33	5,5	5,4
	390/220		2,55	2,43	5,6	5,6

	400/230		2,65	2,53	5,8	5,8
	410/240		2,76	2,63	6,0	5,9
	420/250		2,86	2,73	6,1	6,1
<b>В. Перекрыття над підвалом без світлових прорізів у зовнішніх стінах</b>						
Паркет $\delta=17$ мм на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, утеплювач із пінополістиролу, пароізоляція, багатопустотна залізобетонна панель $\delta=220$ мм	360/60	40		1,90		2,9
	360/70			2,10		3,0
	370/80			2,30		3,1
Конструкція огороження	Товщина констру-кції /шару утеплю-вача $\delta_k / \delta_{ут}$ , мм	Густина утеплю-вача $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Опір теплопередачі $R_{заг}$ , м <sup>2</sup> ·°C/Вт		Теплова інерція D	
			A	B	A	B
Паркет $\delta=17$ мм на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, тришарова залізобетонна панель з утеплювачем із пінополістиролу	320/80	40		1,81		4,1
	330/90			1,97		4,2
	340/100			2,13		4,3
	350/110			2,29		4,4
Лінолеум на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, утеплювач із пінополістиролу, паро-ізоляція, багатопустотна залізобетонна панель $\delta=220$ мм	355/60	40		1,83		2,5
	345/70			2,03		2,6
	355/80			2,23		2,7
	365/90			2,43		2,8
<b>Г. Перекрыття над підвалом із світловими прорізами у зовнішніх стінах</b>						

Паркет $\delta=17$ мм на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, утеплювач із пінополістиролу, паро-ізоляція, багатопустотна залізобетонна панель $\delta=220$ мм	360/70	40		2,01		3,0
	370/80			2,21		3,1
	380/90			2,41		3,2
	390/100			2,61		3,2
Лінолеум на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, утеплювач із пінополістиролу, пароізоляція, багатопустотна залізобетонна панель $\delta=220$ мм	345/70	40		1,94		2,6
	355/80			2,14		2,7
	365/90			2,34		2,8
	375/10			2,54		2,9

Продовження додатку 3

Паркет $\delta=17$ мм на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, тришарова залізобетонна панель з утеплювачем із пінополіс-тиролу	340/100	40		2,06		4,3
	350/110			2,22		4,4
	360/120			2,38		4,6
	370/130			2,54		4,7
Лінолеум на мастиці, стяжка з легкого бетону $\delta=50$ мм, гідроізоляція, пароізоляція, тришарова залізобетонна панель з утеплювачем із пінополістиролу	325/100	40		2,00		3,9
	335/110			2,15		4,0
	345/120			2,31		4,2
	355/130			2,48		4,3

Примітка: А. Б – умови експлуатації.

Додаток 4. Наведемо порівняльну таблицю різних будматеріалів:

Назва матеріалу	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·К
Червона цегла	0,56-0,95
Бетон	0,7-1,75
Газобетон	0,18-0,28
Пінобетон	0,14-0,38
Залізобетон	2,04
Дерево	0,08-0,2
Звичайна силікатна цегла	0,85-1,10
Техноплекс	0,032
Пінопласт псб-25	0,04
Мінеральна вата	0,035
Сосна (впродовж волокон)	0,18-0,29
Сосна (поперек волокон)	0,09-0,14

**Додаток 5. РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ (ДСТУ Б В.2.6-189:2013)**

**Таблиця Е.1 - Значення розрахункових теплофізичних характеристик**

Ч.ч.	Назва матеріалу	Характеристика в сухому стані			Розрахунковий вміст вологи за масою в умовах експлуатації w, %		Розрахункові характеристики в умовах експлуатації				
		густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	питома теплоємність $c_0$ , кДж/(кг·К)	теплопровідність $\lambda_0$ , Вт/(м·К)	А	Б	теплопровідність $\lambda_p$ , Вт/(м·К)		коефіцієнт герметизації $s$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)		коефіцієнт паропропускності $\mu$ , мг/(м·год·Па)
							А	Б	А	Б	А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1 ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b>											
<b>1.1 Волокнисті матеріали</b>											
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
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

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1.2 Полімерні матеріали</b>											
3	Вироби зі спіненого пінополістиролу	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	Вироби із екструдованого пінополістиролу	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 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
<b>1.3 Вироби з природної органічної та неорганічної сировини</b>											
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 перліто-цементні 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

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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
		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 очеретян	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

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1.4 Бетони теплоізоляційні</b>											
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
<b>1.5 Матеріали теплоізоляційні засипні</b>											
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
		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	0,009	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
		600	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

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1.6 Розчини теплоізоляційні</b>											
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-пінополі-стирольні	600	0,84	0,10	4	10	0,12	0,17	2,33	3,06	0,07
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
<b>2 КОНСТРУКЦИНО-ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ</b>											
<b>2.1 Бетони ніздрюваті</b>											
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

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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
<b>2.2 Бетони легкі</b>											
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
		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

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2.3 Вироби гіпсові</b>											
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
<b>2.4 Вироби бетонні</b>											
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
<b>2.5 Деревина та вироби з неї</b>											
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
<b>2.6 Цегляна кладка з порожнистої цегли</b>											
58	Керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (брутто) на цементно-піщаному розчині	1200	0,88	0,35	1	2	0,47	0,52	6,16	6,62	0,17

Продовження таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>2.7 Кладка з виробів бетонних</b>											
61	3 блоків керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м <sup>3</sup> (брутто)	1350	0,88	0,31	1	2	0,37	0,43	5,06	5,91	0,15
62	3 блоків керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 850 кг/м <sup>3</sup> (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 сіпо-рового та кварцового піску	400	0,88	0,085	3	6	0,09	0,092	1,62	1,74	0,22
<b>3 МАТЕРІАЛИ КОНСТРУКЦІЙНІ</b>											
<b>3.1 Бетони конструкційні</b>											
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
<b>3.2 Розчини будівельні</b>											
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
<b>3.3 Облицювання природним каменем та керамічною плиткою</b>											
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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	туф	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
<b>3.4 Кладка цегляна з повнотілої цегли</b>											
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
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
<b>3.5 Матеріали покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні та покриття полімерні для підлог</b>											
80	<b>1.1 Листи азбестоцементні</b>	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

Кінець таблиці Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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 одношаровий 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
<b>3.6 Метали та скло</b>											
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
<p><b>Примітка.</b> Для будівельних матеріалів, що не увійшли до таблиці, розрахункові значення теплофізичних характеристик необхідно визначати експериментально згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-182.</p>											

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ БУДИНКИ. ЕНЕРГОАУДИТ

ТА ЕНЕРГОРЕНОВАЦІЯ БУДІВЕЛЬ»

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»)*

*(Електронне видання)*

Укладачі: Г.О. Татарченко

М.В. Білошицький

З.С. Татарченко,

Техн. редактор

З.С. Татарченко

Оригінал - макет

З.С. Татарченко

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат . Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. \_\_\_\_ . Обл.-вид.арк. \_\_\_\_ .

Тираж \_\_\_\_ прим. Вид. № \_\_\_\_ . Замовл. № \_\_\_\_ . Ціна договірна.

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля

Адреса видавництва: 93400, м. Северодонецьк, Луганської обл.,

пр. Центральний, 59-а, Телефон: 8(06452) 4-03-42

E-MAIL: UNI@SNU.EDU.UA