

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
автоматики та енергетики

Кафедра електротехнічних
систем та енергетичного менеджменту

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

методичні рекомендації до виконання контрольної роботи

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141

*"Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" ОПП "Енергетичний
менеджмент"*

Кропивницький
2022

Енергоефективність та сертифікація енергетичної ефективності будівель: методичні рекомендації до виконання контрольних робіт для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" ОПП "Енергетичний менеджмент" / [уклад.: К.Г. Петрова, С.В. Серебренніков], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 51 с.

Укладачі: К.Г. Петрова – доц., к.т.н., доц. каф. ЕТС та ЕМ;
С.В. Серебренніков – проф., к.т.н., доц. каф. ЕТС та ЕМ.

Рецензент: О.П. Голик – доцент, к.т.н., доц. каф. АВП ЦНТУ

Затверджено
на засіданні кафедри
електротехнічних систем та
енергетичного менеджменту
Протокол № 11 від 11.01.2022 р.

© Петрова К.Г.,
Серебренніков С.В., 2022
© Центральноукраїнський
національний технічний університет,
2022

ЗМІСТ

Вступ. Вимоги до виконання та оформлення контрольної роботи	4
1. Мета та завдання роботи.....	5
2. Визначення геометричних показників будівлі.....	8
3. Визначення теплотехнічних показників будівлі.....	10
4. Визначення тепловтрат через огорожувальні конструкції будівлі.....	12
5. Визначення економії від впровадження енергозберігаючих заходів.....	15
Список використаної літератури.....	25
Додатки.....	26

ВСТУП. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Методичні вказівки призначені для виконання індивідуального домашнього завдання (для денної форми навчання) та контрольної роботи (для заочної форми навчання) на тему: «Розрахунок енергетичного та економічного ефекту від впровадження енергоефективних заходів в будівлях». за індивідуальними даними відповідно до заданого викладачем варіанту.

Вказівки містять індивідуальні завдання, приклад вирішення та необхідні додатки. Здобувачі після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати вміння проводити розрахунки тепловтрат будівлі та енергетичного і економічного ефекту від впровадження різних заходів з енергозбереження у будівлі.

Індивідуальне домашнє завдання (контрольна робота) повинна мати:

- титульний аркуш;
- зміст;
- вступ (короткі теоретичні відомості);
- основну частину (завдання та його результати його виконання);
- висновки;
- список літератури (перелік посилань);
- додатки (за необхідності).

У *вступі* доцільно навести короткі теоретичні відомості проблеми/питання, яке розглянуто у роботі.

Основна частина містить виконання завдання згідно варіанту з необхідними розрахунками, поясненнями, графіками та обґрунтуванням прийнятих рішень.

У *висновках* повинні бути відображені підсумки виконання роботи.

Вимоги до оформлення. Роботу друкують за допомогою ПК та принтера на одній сторінці аркуша білого паперу формату А4 (210х297мм). Обсяг роботи повинен становити до 25 сторінок.

Параметри друку звіту: міжрядковий інтервал - 1,0; шрифт – Times New Roman 13-14 пт; розмір абзацного відступу – 1,25-1,27 см; відступи: лівий – 25 мм, правий – 10 мм, верхній – 20 мм, нижній – 20 мм; кількість знаків у рядку – 70-80; рядків на сторінці – не більше 40.

1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Мета роботи: визначення енергетичного та економічного ефекту від впровадження ряду заходів з енергозбереження, тобто визначення потенціалу енергозбереження, а також визначення економії від комплексної термомодернізації будівлі.

Об'єкт дослідження: багатоповерхова будівля (кількість поверхів та функціональне призначення будівлі задані індивідуально для кожного варіанту (Додаток 1). План 1-го та типового поверхів будівлі представлено в Додатку 2.

Будівля має три основні входи з закритими тамбурами, торцеві стіни – глухі (без віконних і дверних прорізів).

Основний склад стін будівлі наведено у Додатку 1, ділянки між вікнами закладені цеглою, ширина цегляної кладки між вікнами становить 2 м. Тип цегли наведено у Додатку 1. Інші характеристики огорожувальних конструкцій та дані для розрахунків також представлено у Додатку 1 за варіантами.

У будівлі присутній неопалювальний підвал та неопалювальне горище шатрового типу.

Будівля споживає теплову енергію на потреби опалення.

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];
- утеплення горищного перекриття (зі сторони неопалювального горища);
- утеплення перекриття над підвалом (зі сторони неопалювального підвалу).

Завдання:

1. Визначити геометричні показники будівлі відповідно до орієнтації за сторонами світу (Пн, Пд, Зх, Сх):

- площу стін із основного матеріалу;
- площу стін із цегли;
- площу світлопрозорих конструкцій (вікон);
- площу зовнішніх дверей;
- площу перекриття над неопалювальним підвалом;
- площу горищного перекриття (перекриття між останнім житловим поверхом та неопалювальним приміщенням горища).

2. Визначити теплотехнічні показники (опір теплопередачі) 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);
- перекриття над неопалювальним підвалом;
- горищного перекриття.

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

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

5. Визначити річні витрати теплової енергії на опалення.

6. Визначити річні витрати теплової енергії на потреби ГВП.

7. Визначити економію від впровадження заходів з енергозбереження.

7.1. Визначити економію від утеплення стін з доведенням опору теплопередачі до сучасних вимог.

7.2. Визначити економію від заміни усіх вікон та балконних дверей на

сучасні, що відповідають сучасним вимогам.

7.3. Визначити економію від утеплення горищного перекриття (зі сторони неопалювального горища).

7.4. Визначити економію від утеплення перекриття над підвалом (зі сторони неопалювального підвалу).

2 ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БУДІВЛІ

Загальний план 1-го та типового поверхів будівлі з позначенням типів світлопрозорих конструкцій представлено на рисунках в Додатку 2. Типи вікон, балконних блоків та входних дверей представлені в Додатку 1.

Необхідно звернути увагу, що на відміну від 1-го поверху на типових поверхах в місцях розміщення входних дверей розташовані вікна типу Б.

Розрахунок площ зовнішніх огорожувальних конструкцій варто здійснювати у наступному порядку:

1) Визначення площі фасадів. Використовуючи план (Додаток 2) та враховуючи кількість поверхів, що задана за індивідуальними варіантами, потрібно визначити площу фасадів за зовнішніми обмірами відповідно до орієнтації за сторонами світу (Пн, Пд, Зх, Сх або Пн-Зх, Пд-Зх, Пн-Сх, Пд-Сх).

Площа довгого фасаду:

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

де

a – довжина основного фасаду за індивідуальним варіантом (Додаток 1), [м];

$H_{\text{пов}}$ – висота одного поверху будівлі за індивідуальним варіантом (Додаток 1), [м];

$n_{\text{пов}}$ – кількість поверхів за індивідуальним варіантом (Додаток 1);

$H_{\text{цок}}$ – висота цоколя будівлі за індивідуальним варіантом (Додаток 1), [м];

$H_{\text{гор}}$ – висота горищного поверху будівлі за індивідуальним варіантом (Додаток 1), [м];

Площа торцевого фасаду:

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

де

b – довжина торцевого фасаду за індивідуальним варіантом (Додаток 1), [м].

2) Визначення площі, $F_{\text{ск}}$, світлопрозорих конструкцій (СК) (вікна/балконні

блоки) за типами з орієнтацією по сторонам світу.

Наприклад, площа металопластикових вікон типу А на північному фасаді позначається – $F_{\text{ск.Пн.А.мп}}$; площа дерев'яних вікон типу А на північному фасаді позначається – $F_{\text{ск.Пн.А.д}}$; площа металопластикових вікон типу Д на південному фасаді позначається – $F_{\text{ск.Пд.Д.мп}}$ тощо.

3) Визначення площі, $F_{\text{дв}}$, входних дверей (Дв).

4) Визначення площі зовнішніх стін (ЗС) за орієнтацією по сторонам світу:

- основний фасад (ЗС_1);
- основний фасад, що межує з некондиціонованим об'ємом, тобто стіна, що межує з тамбуром (ЗС_2);
- цегляна частина зовнішньої стіни (ЗС_3).

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

$$F_{\text{Зз.ст.Пн}} = F_{\text{а}} - F_{\text{Зск.Пн}} - F_{\text{Здв.Пн}}, \quad (2.3)$$

де

$F_{\text{Зск.Пн}}$ – сумарна площа світлопрозорих конструкцій на північному фасаді, $[\text{м}^2]$;

$F_{\text{Здв.Пн}}$ – сумарна площа зовнішніх дверей на північному фасаді, $[\text{м}^2]$.

Площа зовнішніх стін за іншими орієнтаціями знаходиться аналогічним чином.

5) Визначення площі горищного перекриття, $F_{\text{г}}$, тобто перекриття між останнім житловим поверхом та приміщенням горища (Г).

6) Визначення площі перекриття над неопалювальним підвалом, $F_{\text{п}}$, тобто підлоги першого поверху (П).

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БУДІВЛІ

Розрахунок теплотехнічних показників зовнішніх огорожувальних конструкцій варто здійснювати у наступному порядку:

1) Визначити опір теплопередачі існуючих дерев'яних вікон/балконних блоків за Додатком 5.

2) Визначити опір теплопередачі вікон/балконних блоків, що були замінені на металопластикові за Додатком 6.

3) Визначити опір теплопередачі стін (основний фасад та цегляна кладка), горищного перекриття та перекриття над неопалювальним підвалом за формулою згідно з [4] для термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^k \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (3.1)$$

де

$\alpha_{\text{в}}$, $\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, [Вт/(м²·К)] (Додаток 8);

R_i – тепловий опір i -го шару конструкції, [(м²·К)/Вт];

δ_i – товщина i -го шару конструкції, [м], що задано для кожного типу огороження згідно з індивідуальним варіантом (Додаток 1);

λ_i – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації (параметри Б), [Вт/(м·К)] (Додаток 10);

k – кількість шарів огорожувальної конструкції.

4) Опір теплопередачі металевих входних дверей відповідно до Додатку 1 становить $R_{\text{дв}}=0,3 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Результати розрахунків опорів теплопередачі огорожень потрібно внести до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків опорів теплопередачі існуючих зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі

Найменування огороження	Позн.	Шар	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{(\text{м} \cdot \text{К})}$	$\frac{\alpha_{\text{вн}}, \text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	$\alpha_3, \frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$	$R, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Зовнішня стіна (основний фасад)	ЗС ₁ , ЗС ₂	штукатурка	0,03				
Зовнішня стіна (цегляна кладка)	ЗС ₃	штукатурка	0,03				
		кладка цегляна					
Світлопрозорі конструкції (дерев'яні)	СК _д	Дерево	-	-			
Світлопрозорі конструкції (металопластикові)	СК _{мп}	Металопластик	-	-	-	-	
Вхідні двері	Дв	Металеві	-	-	-	-	0,3
Горищне перекриття	Г						
		Розчин цементно-кремнезитовий					
Перекриття неопалювального підвалу	П	керамічна плитка	0,015				
		розчин складний	0,02				
		утеплювач					
		плита перекриття					

4 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ

Тепловтрати через зовнішні огородження визначаються за формулою [8]:

$$Q_o = \sum (K_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i) b_u (1 + \Sigma \beta) = \sum \left(\frac{1}{R_i} \cdot F_i \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}) \right) b_u (1 + \Sigma \beta), \quad (4.1)$$

де

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

$$K_i = \frac{1}{R_i}, \quad (4.2)$$

де

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

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

$t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, [°C] (Додаток 3);

$t_{\text{р.о}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, [°C] (Додаток 11);

b_u – поправочний коефіцієнт урахування зменшення розрахункової різниці температур між кондиціонованим та некондиціонованим об'ємом/зоною, який обирається за Додатком 9 [9]; для усіх інших огорожень $b_u = 1$;

$\Sigma \beta$ – сумарні додаткові втрати теплоти в частках від основних тепловтрат, які враховуються для зовнішніх вертикальних огороджувальних 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 4.1.

Таблиця 4.1 – Тепловтрати через зовнішні огороження будинку, Вт

Огородження	Орієнтація	R , м ² ·К/Вт	F , м ²	Δt , °C	b_u	$1+\Sigma\beta$	Q_o , Вт
ЗС ₁	Пн						
	Пд						
	З						
	Сх						
ЗС ₂							
ЗС ₃							
СК _д							
СК _{мп}							
Дв							
Г							
П							
Разом							

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

$$Q_{\text{інф}} = 0,337 \cdot n_{\text{об}} \cdot V \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}), \quad (4.3)$$

де

$n_{\text{об}}$ – кратність повітрообміну у житлових приміщеннях, приймаємо $n_{\text{об}} = 0,7 \text{ год}^{-1}$;
 V – кондиціонований (опалювальний) об'єм приміщень будівлі, [м³], який визначимо наступним чином:

$$V = (a - 2\delta_{\text{ст}})(b - 2\delta_{\text{ст}}) \cdot H_{\text{пов}} \cdot n_{\text{пов}}, \quad (4.4)$$

де

a – довжина основного фасаду, [м];

b – довжина торцевого фасаду, [м];

$\delta_{\text{ст}}$ – товщина зовнішньої стіни (з урахуванням внутрішньої штукатурки), [м], відповідно до вихідних даних за індивідуальним варіантом (Додаток 1, табл. Д.1.2);

$H_{\text{пов}}$ – висота поверху, [м], відповідно до вихідних даних за індивідуальним

варіантом по (Додаток 1, табл. Д.1.1);

$n_{\text{пов}}$ – кількість поверхів за індивідуальним варіантом (Додаток 1, табл. Д.1.1).

Сумарні теплові втрати будинку, [Вт]:

$$Q_{\Sigma} = Q_o + Q_{\text{інф}}. \quad (4.5)$$

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]:

$$Q_{\text{рік}}^{\text{існ}} = Q_{\Sigma} \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_o \cdot 24 \cdot \frac{10^{-6}}{1,163}, \quad (4.6)$$

де

$t_{\text{с.о.}}$ – середня температура за опалювальний період (Додаток 11);

n_o – кількість діб опалювального періоду (Додаток 11).

1 ккал/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-діб опалювального періоду [5].

5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

5.1 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ ВІД ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ФАСАДІВ

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

Ззовні потрібно нанести шар штукатурки: розчин складний (пісок, вапно, цемент) товщиною $\delta_2 = 0,02$ м із фінішним покриттям (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Технологія утеплення фасаду будівлі

Спочатку потрібно визначити, який тип огороження зовнішньої стіни (основний фасад або цегляна кладка) має менший коефіцієнт теплопередачі R , $[m^2K/Wt]$. 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, $[m]$:

$$\delta_{iz} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \cdot \lambda_{iz} \right] \quad (5.1)$$

де

δ_1 , λ_1 – відповідно товщина, $[m]$, та коефіцієнт теплопровідності, $[Wt/(m \cdot K)]$, внутрішньої штукатурки будівлі;

δ_2 , λ_2 – відповідно товщина, $[m]$, та коефіцієнт теплопровідності, $[Wt/(m \cdot K)]$, основного фасаду будівлі;

δ_{i3} , λ_{i3} – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності (Додаток 10), [Вт/(м·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, [Вт/(м·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 7 залежно від температурної зони розташування міста (Додаток 4).

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 [$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$] за формулою:

$$R_{\text{ут}} = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3} \right) = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_{i3}}{\lambda_{i3}} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} \right) + \frac{1}{\alpha_3} \right) \quad (5.2)$$

Підставляючи у формулу (5.2), визначимо опір теплопередачі [$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$] утепленого огородження для:

- основного фасаду $R_{\text{ут.3C1}}$;
- цегляної кладки $R_{\text{ут.3C3}}$.

Порівняльний аналіз опору теплопередачі стін після ізоляції з нормативним значенням (Додаток 7):

$$\begin{aligned} R_{\text{ут.3C1}} &\geq R_{q \min} \\ R_{\text{ут.3C3}} &\geq R_{q \min} \end{aligned}$$

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

- основного фасаду:

$$\Delta Q_{3C1} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{3C1}} - \frac{1}{R_{\text{ут.3C1}}} \right) \cdot F_{3C1} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \right) \cdot b_u (1 + \Sigma \beta); \quad (5.3)$$

– цегляної кладки:

$$\Delta Q_{3C3} = \sum \left(\left(\frac{1}{R_{3C3}} - \frac{1}{R_{ут.3C3}} \right) \cdot F_{3C3} \cdot (t_{вн} - t_{р.о.}) \right) \cdot b_u (1 + \Sigma \beta), \quad (5.4)$$

де

R_{3C1} , R_{3C3} – опір теплопередачі для зовнішньої стіни відповідно основного фасаду та цегляної кладки, розрахований раніше та занесений до таблиці 3.1.

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

$$\Delta Q_{рік}^{ут.3C} = (\Delta Q_{3C1} + \Delta Q_{3C3}) \frac{t_{вн} - t_{с.о.}}{t_{вн} - t_{р.о.}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}. \quad (5.5)$$

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

$$\Delta E = \Delta Q_{рік}^{ут.3C} \cdot T, \quad (5.6)$$

де

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

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

$$T_{ок} = \frac{I}{\Delta E} \quad (5.7)$$

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).

5.2 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ ВІД ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ГОРИЩНОГО ПЕРЕКРИТТЯ

Пропонується здійснити утеплення перекриття між приміщенням горища та останнім житловим поверхом будівлі. Утеплюється підлога горища, шляхом нанесення шару ізоляції - плити мінераловатні між дерев'яними лагами по основній плиті перекриття (тип матеріалу обирати за індивідуальними варіантами за Додатком 1, після табл. Д1.5) з покриттям із плит деревностружкових товщиною 1,5 см (рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Утеплення горищного перекриття

Опір теплопередачі після утеплення горищного перекриття повинен перевищувати мінімальні вимоги (Додаток 7):

$$R_{\text{ут.Г}} \geq R_{q \text{ min}}$$

1) Визначимо мінімально допустиме значення товщини ізоляції горищного перекриття, [м]:

$$\delta_{\text{із}} = \left[R_{q \text{ min}} - (R_{\text{Г}} + \frac{\delta_{\text{пок}}}{\lambda_{\text{пок}}}) \cdot \lambda_{\text{із}} \right] \quad (5.8)$$

де

$R_{\text{Г}}$ – опір теплопередачі існуючого горищного перекриття, [$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$], що визначено раніше та занесено до таблиці 3.1;

$\delta_{\text{із}}$, $\lambda_{\text{із}}$ – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності (Додаток 10), [$\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$], ізоляційного шару (плити мінераловатні, тип матеріалу обирати за індивідуальними варіантами за Додатком 1, після табл. Д1.5);

$\delta_{\text{пок}}, \lambda_{\text{пок}}$ – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності (Додаток 10), [Вт/(м·К)], шару покриття (плити деревноволокнисті та деревностружкові);
 $R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для перекриття техповерху відповідно до вимог [2], що обирається за Додатком 7 залежно від температурної зони розташування міста (Додаток 4).

Після підрахунку результат потрібно округлити до значень, що відповідають існуючим на ринку теплоізоляційних матеріалів: 50 мм, 80 мм, 100 мм, 120 мм, 150 мм, 170 мм, 200 мм, 250 мм.

2) Опір теплопередачі горищного перекриття після утеплення [$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$]:

$$R_{\text{ут.Г}} = R_{\Gamma} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_{\text{пок}}}{\lambda_{\text{пок}}}. \quad (5.9)$$

3) Зменшення тепловтрат за рахунок утеплення горищного перекриття, [Вт]:

$$\Delta Q_{\Gamma} = \left(\frac{1}{R_{\Gamma}} - \frac{1}{R_{\text{ут.Г}}} \right) \cdot F_{\Gamma} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot b_u; \quad (5.10)$$

де

F_{Γ} – площа горищного перекриття, [м^2], наведено у табл. 4.1.

4) Річна економія теплової енергії за рахунок утеплення перекриття техповерху, [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.Г}} = (\Delta Q_{\Gamma}) \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}, \quad (5.11)$$

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

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.Г}} \cdot T, \quad (5.12)$$

де

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

6) Простий термін окупності заходу з утеплення горищного перекриття, [років]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\Delta E} \quad (5.13)$$

5.3 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ ВІД ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПІДВАЛОМ

Пропонується здійснити утеплення перекриття над неопалювальним підвалом (утеплюється стеля у неопалювальному підвалі шляхом наклеювання плит ППС (плити пінополістирольні), тип матеріалу обирати за варіантами у Додатку 1 після табл. Д1.6); при цьому вважаємо умовно, що інженерні комунікації переносити не потрібно. Ззовні доцільно нанести шар штукатурки: розчин складний (пісок, вапно, цемент) товщиною $\delta_2 = 0,01$ м (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Утеплення перекриття підвалу

Опір теплопередачі після утеплення перекриття підвалу повинен перевищувати мінімальні вимоги (Додаток 7):

$$R_{\text{ут.П}} \geq R_{q \min}$$

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

$$\delta_{\text{із}} = \left[R_{q \min} - (R_{\text{П}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}}) \cdot \lambda_{\text{із}} \right] \quad (5.14)$$

де

$R_{\text{П}}$, – опір теплопередачі існуючого перекриття підвалу, [$\text{m}^2\text{K/Wt}$], що визначено раніше та занесено до таблиці 3.1;

$\delta_{\text{із}}$, $\lambda_{\text{із}}$ – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності (Додаток 10), [$\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$], ізоляційного шару (матріал утеплювача обирати за варіантами у Додатку 1 після табл. Д1.6);

$\delta_{шт}, \lambda_{шт}$ – відповідно товщина, [м], та коефіцієнт теплопровідності (Додаток 10), [Вт/(м·К)], шару штукатурки із складного розчину;

$R_{q\ min}$ – мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для перекриття над неопалювальним підвалом відповідно до вимог [2], що обирається за Додатком 7 залежно від температурної зони розташування міста (Додаток 4).

Після підрахунку результат потрібно округлити до значень, що відповідають існуючим на ринку теплоізоляційних матеріалів: 50 мм, 80 мм, 100 мм, 120 мм, 150 мм, 170 мм, 200 мм, 250 мм.

2) Визначимо опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом після утеплення [$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$] за формулою:

$$R_{\text{ут.п.}} = R_{\text{п}} + \frac{\delta_{\text{із}}}{\lambda_{\text{із}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}}. \quad (5.15)$$

3) Зменшення теплових втрат за рахунок утеплення перекриття підвалу [Вт]:

$$\Delta Q_{\text{п}} = \left(\frac{1}{R_{\text{п}}} - \frac{1}{R_{\text{ут.п}}} \right) \cdot F_{\text{п}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot b_u; \quad (5.16)$$

де

$F_{\text{п}}$ – площа перекриття підвалу, [м^2], що визначено раніше та наведено у табл. 4.1.

4) Річна економія теплової енергії за рахунок утеплення перекриття підвалу, [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.п}} = (\Delta Q_{\text{п}}) \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163}, \quad (5.17)$$

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

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{ут.п}} \cdot T, \quad (5.18)$$

де

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

7) Простий термін окупності заходу з утеплення перекриття підвалу, [років]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\Delta E} \quad (5.19)$$

5.4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЇ ВІД ЗАМІНИ ВІКОН ТА БАЛКОННИХ ДВЕРЕЙ

Пропонується здійснити заміну лише старих дерев'яних віконних та балконних блоків, а наявні металопластикові залишити.

Пропонується встановити нові металопластикові конструкції з двокамерним склопакетом, п'ятикамерним профілем та енергоефективним напиленням на склі (рисунок 5.4), що дозволить зменшити складову втрат теплоти шляхом теплопередачі та інфільтрацією повітря через нещільності. Опір теплопередачі нових конструкцій має бути не менше $R_{q\ min}$ [$\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$].



Рисунок 5.4 – Конструкція нових енергозберігаючих вікон,
що пропонуються до встановлення

Нові конструкції віконних та балконних блоків 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 $R_{i\text{сн}}$, [$\text{м}^2\text{К}/\text{Вт}$] визначено у розділі 3 та занесено до таблиці 3.1:

- існуючі дерев'яні вікна $R_{i\text{сн.д}}$;
- існуючі металопластикові вікна $R_{i\text{сн.мп}}$.

2) Опір теплопередачі нових світлопрозорих конструкцій (вікон/балконних

блоків) повинен перевищувати мінімальні вимоги (Додаток 7):

$$R_{ск} \geq R_{q \min}$$

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.

$$m_{скл} = \frac{F_{ск}}{F_{ск} + F_{зс} + F_{дв}} = \frac{F_{ск}}{(F_{ск.д} + F_{ск.мп}) + F_{зс} + F_{дв}} \quad (5.20)$$

де

$F_{ск}$ – загальна площа вікон та балконних блоків у будівлі, м²;

$F_{ск.д}$; $F_{ск.мп}$ – площа дерев'яних та металопластикових вікон відповідно, м².

Визначимо нормативний опір теплопередачі, [м²·К/Вт], для нових вікон/балконних блоків за діючими вимогами [2] для будівлі у відповідній температурній зоні за Додатком 7:

$$R_{нов} = R_{q \min}.$$

3) Втрати теплоти через вікна [Вт]:

– існуючої будівлі:

$$Q_{ск.існ} = K_{існ} \cdot F_{д} \cdot \Delta t = \frac{1}{R_{існ}} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{р.о.}); \quad (5.21)$$

– після заміни вікон:

$$Q_{ск.нов} = K_{нов} \cdot F_{д} \cdot \Delta t = \frac{1}{R_{нов}} \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{р.о.}), \quad (5.22)$$

де

$F_{д}$ – площа дерев'яних вікон, що підлягають заміні, [м²];

$R_{існ} = R_{ск.д}$ – опір теплопередачі існуючи дерев'яних світлопрозорих конструкцій, що підлягають заміні, [м²·К/Вт], обиралися за додатками залежно від типів вікон у індивідуальному варіанті та заносилися до таблиці 3.1.

4) Річна економія енергії за рахунок зменшення теплопередачі [Гкал/рік]:

$$\Delta Q_1 = \Delta Q \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о.}}} \cdot n_o \cdot 24 \frac{10^{-6}}{1,163} \quad (5.23)$$

(1 ккал/год=1,163 Вт)

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

$$\Delta Q_2 = \Delta n_{\text{об}} \cdot V \cdot \rho \cdot c_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) \cdot n_o \cdot 24 \cdot 10^{-6} / (3600 \cdot 1,163) \quad (5.24)$$

де

$\Delta n_{\text{об}}$ – зменшення кратності повітрообміну після заміни вікон:

– до заміни $n = 0,7$,

– після заміни $n = 0,6$ (за ДСТУ Б.ЕН 15251 [10]);

V – опалювальний об'єм приміщень, що визначався у підрозділі 4;

$\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ – густина повітря;

$C_{\text{пов}} = 1005 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ – теплоємність повітря.

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

$$\Delta Q_{\text{рік}}^{\text{в}} = \Delta Q_1 + \Delta Q_2 \quad (5.25)$$

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

$$\Delta E = \Delta Q_{\text{рік}}^{\text{в}} \cdot T, \quad (5.26)$$

де

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

8) Простий термін окупності заходу з утеплення перекриття підвалу, [років]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{I}{\Delta E} \quad (5.27)$$

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. Енергозбереження будівель та споруд: 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. В. В. Дубровська, В. І. Шкляр. Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи тепlopостачання - К.: НТУУ«КПІ», 2011.-116 с.
9. 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.
10. 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

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ДО ДКР

Таблиця Д1.1 – Загальна характеристика будівлі

Вар	Місто	Тип будинку	Поверховість		Орієнтація основного фасаду (А)	Фасади [м]	
			кіль- кість, шт	висота поверху $H_{п}$, м		a	b
1	Чернігів	Поліклініка	6	3,3	Північний захід	58	14
2	Херсон	Адміністративний	7	2,7	Південний схід	60	16
3	Черкаси	Лікарня	8	2,8	Південний захід	57	10
4	Одеса	Офіси	9	3	Північ	58	12
5	Полтава	Житловий	11	2,7	Північ	54	12
6	Миколаїв	Житловий	10	3,2	Південь	56	14
7	Запоріжжя	Дошкільний заклад	2	2,8	Південь	58	10
8	Житомир	Громадський	3	3	Захід	60	12
9	Львів	Школа	4	3,1	Схід	54	10
10	Луганськ	Готель	5	3,2	Північний схід	56	12

Висоту цокольного поверху $H_{цок}$ прийняти:

- непарні варіанти: 2,5 м
- парні варіанти: 3

Висоту горищного поверху $H_{гор.}$ прийняти:

- непарні варіанти: 2,7 м
- парні варіанти: 2,8

Таблиця Д1.2 – Характеристика зовнішніх стін

Вар	Основний фасад	Цегла, ширина кладки біля вікон 2 м	Товщина стіни, м
1	Бетон ніздрюватий теплоізоляційний густиною 350 кг/м ³	Цегляна кладка з порожнистої цегли: керамічної порожнистої густиною 1000 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,45
2	Вермикулітобетон густиною 600 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині	0,4
3	Блоки кремнезитоцементні густиною 400 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-перлітовому розчині	0,4
4	Перлітобетон густиною густиною 1200 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли трепельної на цементно- піщаному розчині	0,45
5	Шлакопемзобетон густиною 1400 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли шлакової на цементно- піщаному розчині	0,5
6	Бетон ніздрюватий теплоізоляційний густиною 300 кг/м ³	Цегляна кладка з порожнистої цегли: керамічної порожнистої густиною 1400 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,4
7	Вермикулітобетон густиною 400 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-піщаному розчині	0,5
8	Блоки кремнезитоцементні густиною 300 кг/м ³	Цегляна кладка з порожнистої цегли: керамічної порожнистої густиною 1300 кг/м ³ (брутто) на цементно-піщаному розчині	0,35
9	Газо- та пінозобетон густиною 1200 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли силікатної на цементно- піщаному розчині	0,5
10	Керамзитобетон на керамзитовому піску густиною 1200 кг/м ³	Кладка цегляна з повнотілої цегли керамічної звичайної на цементно-шлаковому розчині	0,55

Зі сторони приміщень нанесено штукатурку: розчин складний (пісок, вапно, цемент), $\delta_2=0,03\text{м}$

Таблиця Д1.3 – Характеристика вікон/балконних блоків

Вар	Існуюче застклення	Металопластикові, що замінені		Тип і кількість вікон, що замінено	
		тип	заповнення	Тип	Кільк.
1	Подвійне застклення в дерев'яних сполучених плетіннях	4М ₁ -8-4К	повітря	А В	4 всі
2	Подвійне застклення в дерев'яних сполучених плетіннях	4М ₁ -8-4М ₁ -8-4М ₁	Повітря	Б В	8 2
3	Подвійне застклення в дерев'яних відокремлених плетіннях	4М ₁ -10-4К	повітря	Б В	4 4
4	Подвійне застклення в дерев'яних сполучених плетіннях	4М ₁ -10-4К	аргон	Б В	5 2
5	Подвійне застклення в металевих сполучених плетіннях	4М ₁ -12-4К	повітря	Г В	8 всі
6	Подвійне застклення в металевих відокремлених плетіннях	4М ₁ -16-4К	повітря	Д В	6 всі
7	Подвійне застклення в дерев'яних відокремлених плетіннях	4М ₁ -8-4К	аргон	А В	8 всі
8	Подвійне застклення в дерев'яних відокремлених плетіннях	4М ₁ -12-4і	аргон	Г В	6 4
9	Подвійне застклення в металевих відокремлених плетіннях	4М ₁ -16-4і	аргон	Д В	6 4
10	Подвійне застклення в дерев'яних сполучених плетіннях	4М ₁ -6-4М ₁ -6-4М ₁	Повітря	А В	8 всі

Таблиця Д1.4 – Геометричні розміри вікон/балконних блоків, [м]

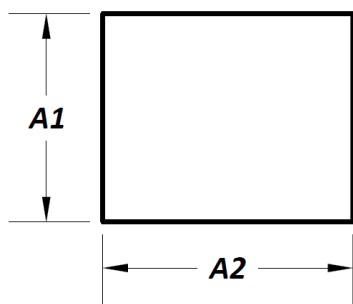
Вар	Тип А		Тип Б (вікна в парадних)	
	А1	А2	Б1	Б2
1	1,3	1,3	1,9	1,1
2	1,3	1,3	2	1
3	1,2	1,2	1,8	0,9
4	1,2	1,2	2,1	1,2
5	1,1	1,1	2,2	1,1
6	1	1	1,9	0,9
7	1,3	1,3	1,8	0,8
8	1,2	1,2	2	0,85
9	1,1	1,1	2,1	1
10	1	1	2,2	1,2

Продовження таблиці Д.1.4

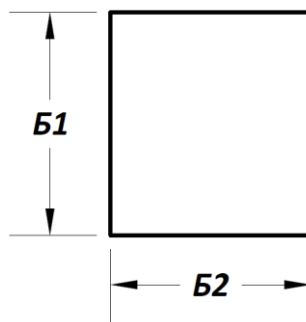
Вар	Тип В		Тип Г		Тип Д			
	В1	В2	Г1	Г2	Д1	Д2	Д3	Д4
1	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	2,1	1,1	0,8
2	1,6	1,7	1,6	1,4	1,6	2	1,2	0,7
3	1,4	1,5	1,4	1,2	1,4	1,9	1	0,6
4	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	2,2	1,1	0,8
5	1,6	1,7	1,6	1,4	1,6	2,1	1,2	0,7
6	1,4	1,5	1,4	1,2	1,4	2	1,2	0,63
7	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	1,9	1	0,8
8	1,6	1,7	1,6	1,4	1,6	2,2	1,1	0,7
9	1,4	1,5	1,4	1,2	1,4	2,1	1,2	0,6
10	1,5	1,6	1,5	1,3	1,5	2	1,2	0,65

Розміри вхідних дверей у парадні для всіх варіантів: Ш:Н=1:2 м.

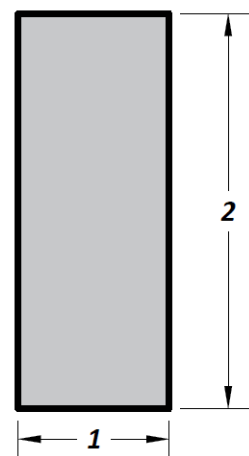
Опір теплопередачі металевих вхідних дверей $R_{\text{дв}}=0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.



Тип А

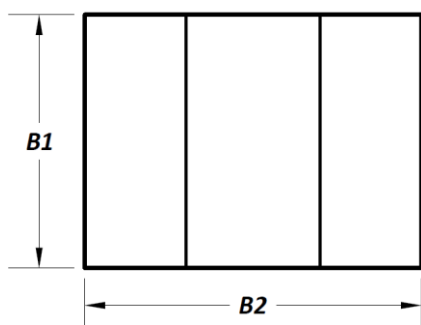


Тип Б

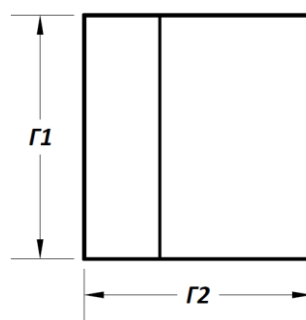


Вхідні двері

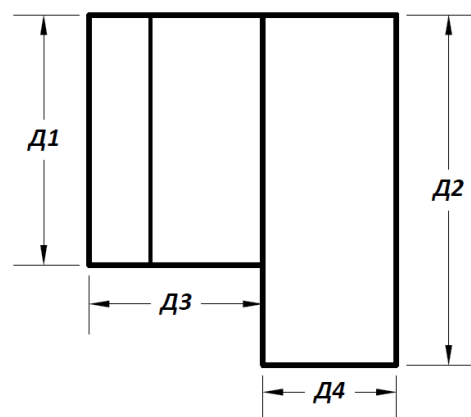
а)



Тип В



Тип Г



Тип Д

б)

Рисунок Д1.1 – Типи вікон, балконних блоків та входних дверей по фасадам:
вікна та двері на фасаді А (а); вікна та двері на фасаді Б (б)

Таблиця Д1.5 – Характеристики горищного перекриття

Вар	Горищне перекриття: Шар 1 – плита перекриття Шар 2 – насипний утеплювач Шар 3 – розчин цементно-кремнезитовий				
	Шар 1		Шар 2		Шар 3
	Назва	δ_1 , м	Назва	δ_2 , м	Товщина, δ_3 , м
1	Залізобетон	0,3	Гравій керамзитовий густиною 200 кг/м ³	0,1	0,02
2	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	0,3	Гравій керамзитовий густиною 300 кг/м ³	0,08	0,03
3	Блоки кремнезитоцементні густиною 700 кг/м ³	0,2	Гравій керамзитовий густиною 400 кг/м ³	0,11	0,04
4	Блоки кремнезитоцементні густиною 800 кг/м ³	0,2	Гравій керамзитовий густиною 500 кг/м ³	0,13	0,05
5	Залізобетон	0,35	Гравій керамзитовий густиною 600 кг/м ³	0,1	0,03
6	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	0,32	Гравій керамзитовий густиною 800 кг/м ³	0,08	0,04
7	Блоки кремнезитоцементні густиною 1000 кг/м ³	0,2	Вермикулітова засипка густиною 100 кг/м ³	0,12	0,05
8	Блоки кремнезитоцементні густиною 1200 кг/м ³	0,2	Вермикулітова засипка густиною 250 кг/м ³	0,1	0,03
9	Залізобетон	0,33	Вермикулітова засипка густиною 200 кг/м ³	0,08	0,04
10	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	0,34	Гравій керамзитовий густиною 200 кг/м ³	0,12	0,05

Матеріал, що пропонується для утеплення:

- парні варіанти за табл. Д1.5: вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі базальтового волокна
- непарні варіанти за табл. Д1.5: вироби теплоізоляційні з мінеральної вати на основі скляного штапельного волокна

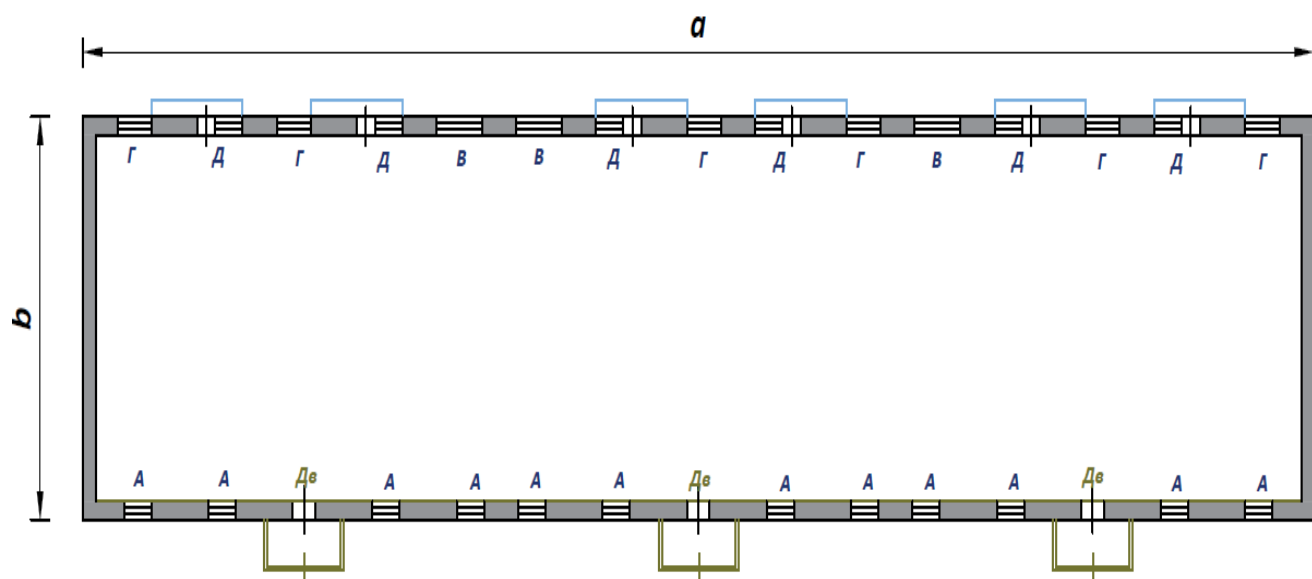
Таблиця Д1.6 – Характеристики перекриття над неопалювальним підвалом

Вар	Перекриття над неопалювальним підвалом: Шар 1 – керамічна плитка (плити керамічні для підлоги), $\delta_1=0,015\text{м}$ Шар 2 – розчин складний (пісок, вапно, цемент), $\delta_2=0,02\text{м}$ Шар 3 – утеплювач Шар 4 – плита перекриття			
	Шар3		Шар 4	
	Назва	$\delta_3, \text{м}$	Назва	$\delta_4, \text{м}$
1	Вироби зі спіненого пінополіетилену густиною 30 кг/м ³	0,08	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	0,3
2	Вироби зі спіненого пінополіетилену густиною 50 кг/м ³	0,05	Блоки кремнезитоцементні густиною 700 кг/м ³	0,2
3	Вироби зі спіненого хімічно зшитого пінополіетилену	0,05	Блоки кремнезитоцементні густиною 800 кг/м ³	0,2
4	Плити пінополістирольні екструзійні густиною 30 кг/м ³	0,08	Залізобетон	0,35
5	Плити пінополістирольні екструзійні густиною 35 кг/м ³	0,08	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	0,32
6	Вироби пінополістирольні густиною 15 кг/м ³	0,08	Блоки кремнезитоцементні густиною 1000 кг/м ³	0,2
7	Вироби пінополістирольні густиною 25 кг/м ³	0,05	Блоки кремнезитоцементні густиною 1200 кг/м ³	0,2
8	Вироби пінополістирольні густиною 35 кг/м ³	0,05	Залізобетон	0,33
9	Вироби пінополістирольні густиною 50 кг/м ³	0,08	Бетон на гравії або щебені з природного каменю	0,34
10	Плити з резольно-формальдегідного пінопласту густиною 40 кг/м ³	0,1	Залізобетон	0,32

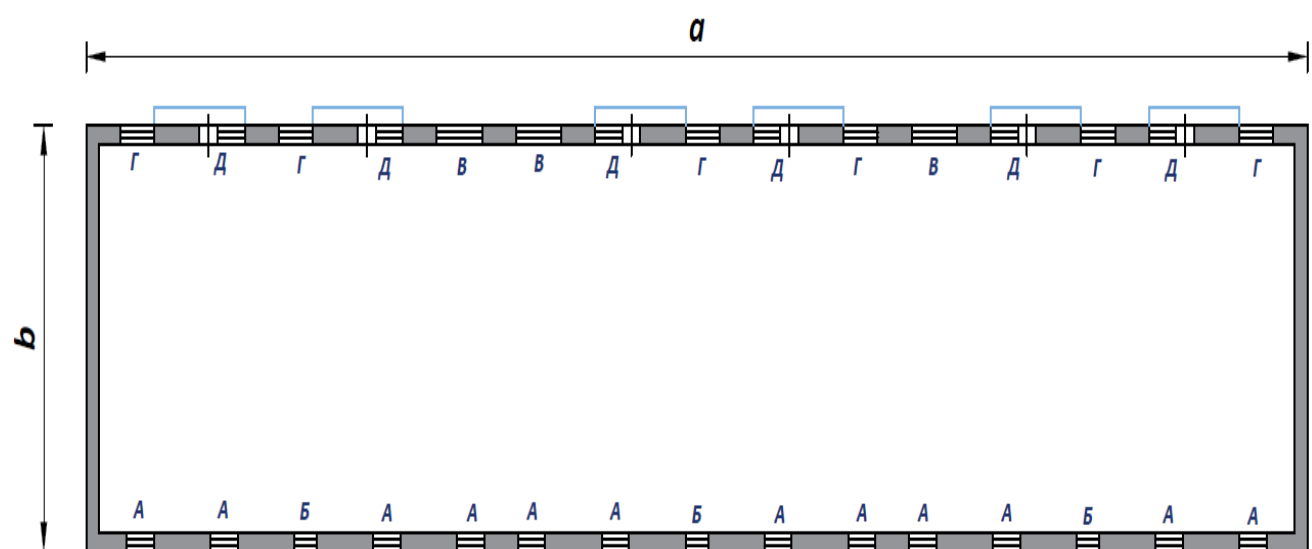
Матеріал, що пропонується для утеплення:

- парні варіанти за табл. Д1.6: вироби пінополістирольні
- непарні варіанти за табл. Д1.6: вироби пінополістирольні екструзійні

Плани 1-го (а) та типового (б) поверхів будівлі



а)



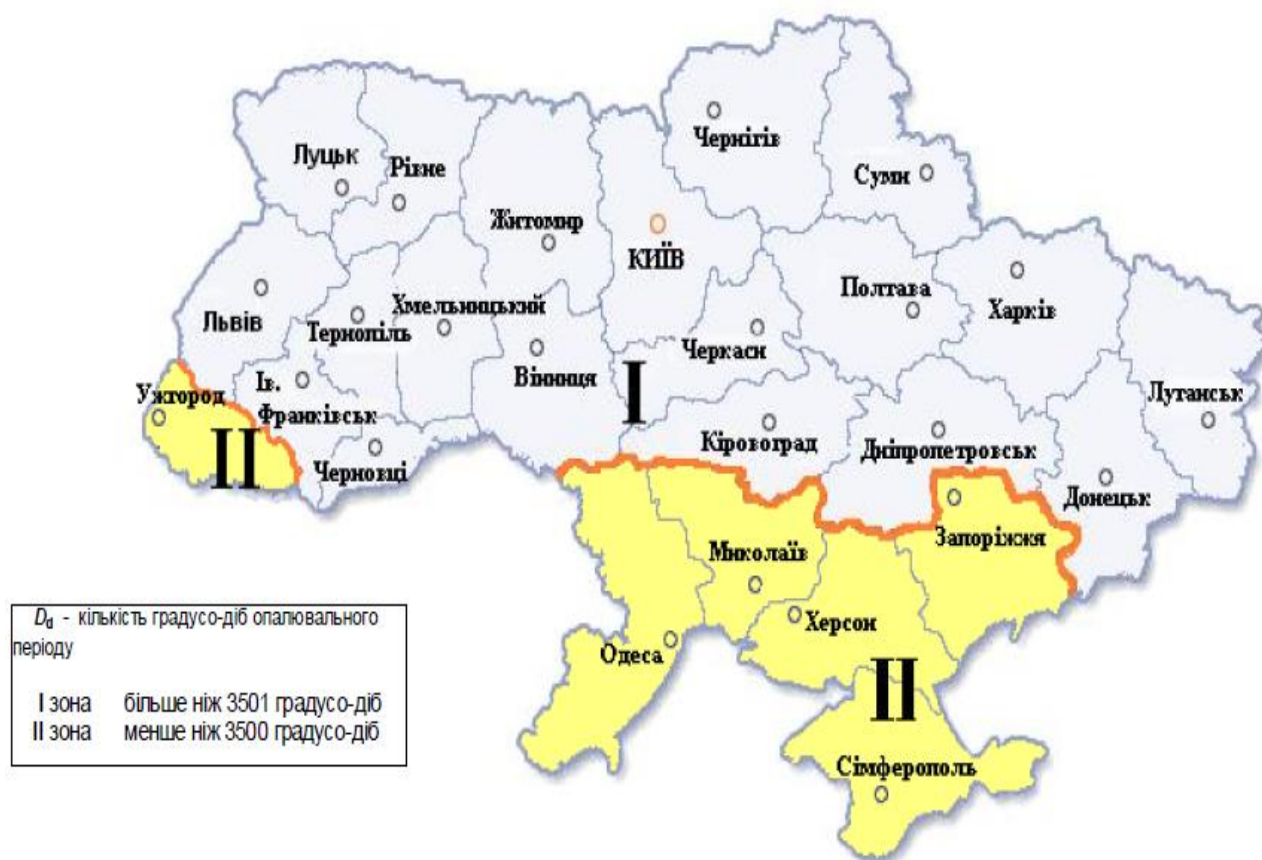
б)

**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, °C	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 проєктуванні 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 , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$
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 середовища камер склопакетів, %			$R_0, (m^2K)/Вт$
		Повітря	Криптон	Аргон	
1	4М ₁ -8-4М ₁	100			0,28
1	4М ₁ -10-4М ₁	100			0,29
1	4М ₁ -12-4М ₁	100			0,3
1	4М ₁ -16-4М ₁ ¹	100			0,32
1	4М ₁ -8-4М ₁			100	0,3
1	4М ₁ -10-4М ₁			100	0,31
1	4М ₁ -12-4М ₁			100	0,32
1	4М ₁ -16-4М ₁			100	0,34
1	4М ₁ -16-4М ₁		100		0,38
1	4М ₁ -8-4К	100			0,47
1	4М ₁ -10-4К	100			0,49
1	4М ₁ -12-4К	100			0,51
1	4М ₁ -16-4К	100			0,53
1	4М ₁ -8-4К			100	0,53
1	4М ₁ -10-4К			100	0,55
1	4М ₁ -12-4i			100	0,42
1	4М ₁ -16-4i			100	0,45
1	4М ₁ -16-4i		100		0,47
1	4М ₁ -16-4i		75	25	0,49
1	4М ₁ -16-4i		50	50	0,52
1	4М ₁ -16-4i		25	75	0,44
2	4М ₁ -6-4М ₁ -6-4М ₁	100			0,47
2	4М ₁ -8-4М ₁ -8-4М ₁	100			0,51
2	4М ₁ -10-4М ₁ -10-4М ₁	100			0,49

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

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції		Значення R_{qmin} , $m^2 \cdot K/Вт$, 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 ДКР 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 входні, 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 багатопверхових будівель	0,9	0
Холодне горище односімейних будівель	1,0	0
Неопалювана сходова 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.		

РОЗРАХУНКОВІ ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

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

Таблиця А.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 ρ ₀ , кг/м ³	питома теплоємність c ₀ , кДж/(кг·К)	теплопро-відність λ ₀ Вт/(м·К)			теплопровідність λ _p , Вт/(м·К)		коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м ² ·К)		коефіцієнт паропро-никності μ, мг/(м·год·Па)
					А	Б	А	Б	А	Б	А, Б
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ											
1.1 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

Продовження таблиці А.1

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

Продовження таблиці А.1

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

Продовження таблиці А.1

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
		1000	0,84	0,23	15	22	0,44	0,5	6,86	8,01	0,098
39	Газо- та пінозобетон	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

Продовження таблиці А.1

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 багатошаровий	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/м³ (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/м³ (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/м³ (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 керамзитошлакобетонних на цементно-піщаному розчині густиною 800 кг/м³ (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/м³ (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

Продовження таблиці А. 1

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	- мрамур	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

Кінець таблиці А.1

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 багатошаровий 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
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
Примітка. 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	-	-