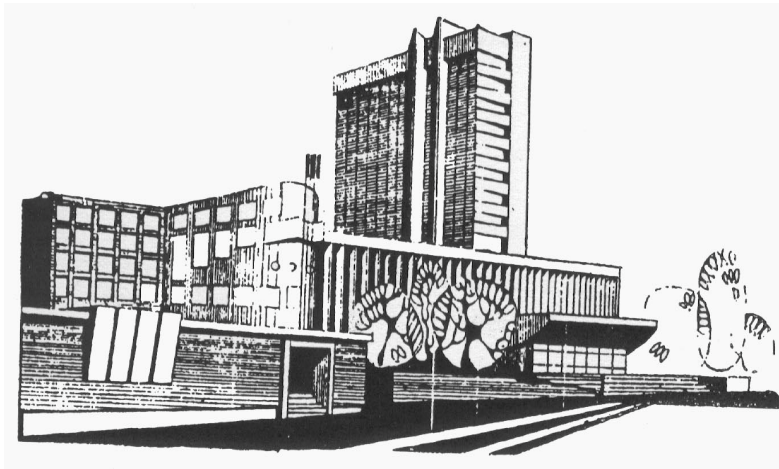


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ»
КАФЕДРА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І КАМ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ З ДИСЦИПЛІНИ
«ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
БУДІВЕЛЬ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СТУПЕНЯ МАГІСТРА
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 192 «БУДІВНИЦТВО ТА ЦИВІЛЬНА
ІНЖЕНЕРІЯ»
ДЕННОЇ, ЗАОЧНОЇ ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ
ФОРМ НАВЧАННЯ

Дніпро
2021

Методичні вказівки до виконання, оформлення та захисту кваліфікаційної роботи для студентів ступеня магістра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-наукової програми «Енергоаудит та енергоефективність в будівництві» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» денної, заочної та дистанційної форм навчання / Укладачі:

Юрченко Є.Л., Коваль О.О., Бордун М.В., Бондаренко А.В. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2021. – 48 с.

Методичні вказівки містять рекомендації щодо підготовки, виконання та захисту кваліфікаційної роботи здобувачами вищої освіти на здобуття кваліфікаційного рівня «магістр з будівництва та цивільної інженерії».

Наведені принципи виконання кваліфікаційної роботи відповідно до специфіки функцій кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій та спеціалізації «Енергоаудит та енергоефективність в будівництві».

Укладачі: Юрченко Є.Л., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Коваль О.О., кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Бордун М.В., асистент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Бондаренко А.В. студент групи ЕМ-19 м н.

Відповідальний за випуск: Коваль О.О., кандидат технічних наук, професор кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Рецензент: Конопляник О.Ю., кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій ДВНЗ ПДАБА.

Затверджено на засіданні
кафедри залізобетонних і
кам'яних конструкцій ДВНЗ
ПДАБА

Протокол №9 від 23.03.2021
В.о завідувача кафедри
Конопляник О.Ю.

Затверджено на засіданні
Президії методичної ради
ДВНЗ ПДАБА

Протокол № 4 (146) від
06.04.2021 р.

Зміст

Мета та завдання методичних вказівок до виконання кваліфікаційної роботи	4
Вихідні дані до прикладу розрахунку	4
1. Геометричні параметри теплозахисної оболонки будівлі	5
2. Розрахунок теплотехнічних параметрів будівлі	8
3. Характеристика теплопередачі трансмісією (для опалення)	16
4. Теплопередача вентиляцією (для опалення)	22
5. Внутрішні теплонадходження	24
6. Сонячні теплонадходження	25
7. Постійні параметри та безрозмірні коефіцієнти	31
8. Енергопотреби на охолодження	34
9. Енергопотреби гарячого водопостачання	37
10. Показник енергоефективності будівлі EP	37
11. Висновки	38
Додатки	39
Література	48

Мета та завдання методичних вказівок до виконання кваліфікаційної роботи

- продемонструвати послідовність розрахунку енергоефективності будівлі;
- продемонструвати як скласти таблиці енергопотреб на опалення та охолодження в Excel;
- показати як визначити клас енергоефективності будівлі.

Завдання на розрахункову роботу

Загальні вихідні данні

Загальні характеристики житлового будинку (табл. 1)

Таблиця 1

Загальні вихідні данні 1-го житлового будинку

Найменування параметру	Значення параметру
Зовнішні стіни будівлі	Силікатна цегла 380 мм
Довжина будівлі L, м	9,4м
Ширина будівлі B, м	6,4м
Висота стінової частини неоалювального горища, м	0,5м
Висота цокольної частини будівлі, м	0,5м
Кількість поверхів $n_{\text{п}}$	1
Висота поверху $H_{\text{п}}$, м	2,6м
Розміри вікон типу	1*1,5
Район будівництва	Дніпро
Орієнтація будівлі - тип	Схід
Відмітка підосви фундаменту	-1,1

У будинку проживає 4 людини: два дорослих та 2 дитини. Пиріг стіни складається з:

- Штукатурка глиняна 20 мм
- Доска 200х40 мм
- Цегла силікатна 380 мм
- Утеплювач з пінопласту 100 мм
- Шпаклівка по сітці 3 мм

Цоколь не утеплений виконано з глиняної цегли 380 мм. (Додаток 1) :

Фундамент стрічковий товщиною 400 мм зі збірних з/б блоків з боковим утепленням пінопластом 50 мм, глибина закладання відносно ґрунту 1100 мм. Підлога по ґрунту на лагах із досок 150х40 мм.

Чердачне покриття глина 200 мм з мінераловатним утепленням товщиною 100мм (див. Додаток 1) :

1. ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТЕПЛОЗАХИСНОЇ ОБОЛОНКИ БУДІВЛІ

1.1. Визначаємо загальну площу світлопрозорої частини – це площа всіх зовнішніх світлопррозорих огорожувальних конструкцій: вікон, світлопррозорих дверей тощо (рис. 3, 4, 5, 6).

$$F_{\text{пр}} = (b_{\text{дв}} * h_{\text{дв}}) + (b_{\text{вік1}} * h_{\text{вік1}}) + (b_{\text{вік2}} * h_{\text{вік2}}) , \text{ м}^2 \quad (1)$$

$$F_{\text{пр}} = (0,8 * 2,1) + (1,0 * 1,5) * 7 = 12,18 \text{ м}^2$$

$b_{\text{дв}}$ - ширина дверей, м;

$h_{\text{дв}}$ - висота дверей, м;

$b_{\text{вік1}}$ - ширина вікна, м;

$h_{\text{вік1}}$ - висота вікна, м;

$F_{\text{пр}}$ - загальна площа світлопрозорої частини.

1.2 Визначаємо загальну площу непрозорої частини – площа поверхні зовнішніх стін за винятком площі світлопррозорих огорожувальних конструкцій (див. рис.1).

$$F_{\text{непр}} = L * H - F_{\text{пр}}, \text{ м}^2 \quad (2)$$

$$F_{\text{непр}} = (11,4 * 2,26 * 2 + 6,4 * 2,6 * 2) - 12,81 = 79,77 \text{ м}^2$$

$F_{\text{непр}}$ - загальна площа непрозорої частини;

L - довжина блоку, м;

H – висота поверху, м;

1.3 Визначаємо кондиціоновану площу будівлі:

$$A_f = (b * l) * N_{\text{пов}}, \text{ м}^2 \quad (3)$$

$$A_f = (6,4 * 11,4) * 1 = 72,96 \text{ м}^2$$

де, A_f - кондиціонована площа будівлі;
 $N_{\text{пов}}$ – кількість поверхів;
 l – довжина будівлі, b – ширина будівлі.

1.5 Визначаємо кондиціонований об'єм будівлі:

$$V = (b * l) * H, \text{ м}^3 \quad (4)$$

$$V = 72,96 * 2,6 = 189,7 \text{ м}^3$$

H - сумарна висота всіх поверхів з відмітки чистої підлоги, включаючи перекриття, до відмітки стелі останнього поверху, l – довжина будівлі, b – ширина будівлі (див. рис. 2)

1.4 Розраховуємо площі зовнішніх огорожень за орієнтацією фасадів:
 Відкриваємо програму Excel:
 Пуск $\Rightarrow$ Програми $\Rightarrow$ Microsoft office $\Rightarrow$ Excel
 Створюємо шаблон таблиці (див. табл.2):

Таблиця 2

Шаблон таблиці площі зовнішніх огорожень

	A	B	C	D	E	F	G
1		Орієнтація фасадів, м2					
2		Північ	Схід	Південь	Захід	Всього:	
3	Фасади						
4	Незаск. вікна						
5	та балкони						
6	Двері						
7	Засклені						
8	балкони						
9	Зовн. Стіни						
10	без віконних						
11	та дверних						
12	отворів						
13							
14							
15							

Розраховуємо площі чотирьох фасадів:

На північ: $F_{\text{пів}} = B * H = 6,4 * 2,6 = 16,64 \text{ м}^2$

На схід: $F_{\text{зах}} = L * H = 11,4 * 2,6 = 29,64 \text{ м}^2$

На південь: $F_{\text{пів}} = B * H = 6,4 * 2,6 = 16,64 \text{ м}^2$

На захід: $F_{\text{зах}} = L * H = 11,4 * 2,6 = 29,64 \text{ м}^2$

Розрахунок загальної площі вікон та зовнішніх дверей за орієнтацією (див. рис. 3, 4, 5, 6).

На схід орієнтовано 3 вікна $1 \times 1,5 \text{ м}$ $4,5 \text{ м}^2$;

На південь: 3 вікна $1 \times 1,5 \text{ м}$ $4,5 \text{ м}^2$;

На північ: вікно $1 \times 1,5 \text{ м}$ $1,5 \text{ м}^2$;

Розраховуємо площу зовнішніх стін без віконних та дверних отворів: віднімаємо від площі орієнтованого фасаду площу всіх так само орієнтованих отворів. (табл. 3).

Таблиця 3

Орієнтація фасадів

C9		:	=C3-C4-C6			
	A	B	C	D	E	F
1		Орієнтація фасадів, м2				
2		Північ	Схід	Південь	Захід	Всього
3	Фасади	16,64	29,64	16,64	29,64	
4	Незаск. вікна					
5	та балкони	1,5	4,5	4,5		
6	Двері		1,68			
7	Засклені					
8	балкони					
9	Зовн. Стіни	15,14	23,46	12,14	29,64	
10	без віконних					
11	та дверних					
12	отворів					
13						

Підсумовуємо площі усіх поверхонь (табл. 4)

Таблиця 4

Площі зовнішніх огорожень

F9	:				=F3-F4-F6-F7	
	A	B	C	D	E	F
1		Орієнтація фасадів, м2				
2		Північ	Схід	Південь	Захід	Всього
3	Фасади	16,64	29,64	16,64	29,64	92,56
4	Незаск. вікна					
5	та балкони	1,5	4,5	4,5		10,5
6	Двері		1,68			1,68
7	Засклені					
8	балкони					
9	Зовн. Стіни					
10	без віконних					
11	та дверних					
12	отворів	15,14	23,46	12,14	29,64	80,38
13						

2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЛІ

2.1 Згідно з [1.] Додаток Б визначаємо температурну зону для м. Дніпро.
(рис.1) – I температурна зона.



Рис. 1. Карта-схема температурних зон України

2.2 Згідно з [2] Додаток А визначаємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції $R_{q \min}$ (табл. 5)

Таблиця 5

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків ($R_{q \min}$)

№ поз.	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_{q \min}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	5,35	4,9
3	Горищні покриття та перекриття неопалювальних горищ	4,95	4,5
4	Перекриття над проїздами та неопалювальними підвалами	3,75	3,3
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,75	0,6
6	Вхідні двері в багатоквартирні житлові будинки та в громадські будинки	0,5	0,45
7	Вхідні двері в малоповерхові будинки та в квартири, що розташовані на перших поверхах багатоповерхових будинків	0,65	0,6

2.3 Визначаємо склад зовнішньої огорожувальної конструкції за проектом (без утеплення),

де δ_i – товщина i -го шару зовнішніх стін, м. (рис.2)

δ_1 – глиняна штукатурка 20 мм,

δ_2 – доска 40 мм,

δ_3 –утеплення пінопластом 100 мм,

δ_3 –утеплення пінопластом 380 мм,

δ_3 –шпаклевка по сітці 3 мм.

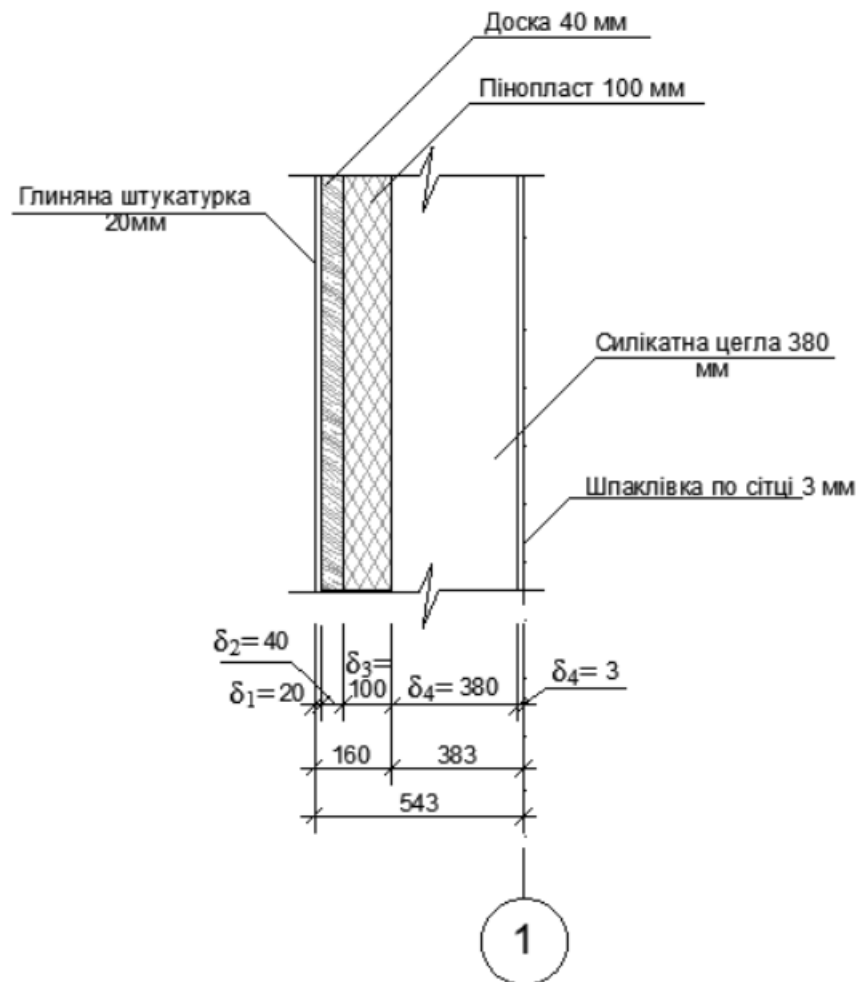


Рис.2 Переріз по стіні

2.4 Згідно [3.] Додаток А визначаємо товщини теплоізоляційного матеріалу для утеплення зовнішніх стін будівлі та визначаємо розрахункову теплопровідність λ_r , Вт/(м·К) (9-ий стовбчик, для умов експлуатації «Б».) для кожного i -го шару δ зовнішніх стін в розрахункових умовах(Додаток 2.)

2.5 Визначаємо опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою 2 [3.] (без утеплювача):

$$R_{\Sigma \text{прив}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_i^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (5)$$

$$R_{\Sigma \text{прив}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,04}{0,026} + \frac{0,1}{0,064} + \frac{0,38}{0,87} + \frac{0,03}{0,87} + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,0263 +$$

$$0,222 + 1,56 + 1,538 + 0,034 + 0,043 = 3,538, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$R_{\Sigma \text{прив}}$ - опір теплопередачі зовнішніх стін;
 δ_i – товщина і-го шару зовнішніх стін;
 λp - розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К);
 α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції;

2.6 Згідно з [3.] Додаток Б α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, приймаємо $\alpha_B = 8,7$ Вт/(м²·К), $\alpha_3 = 23$ Вт/(м²·К).

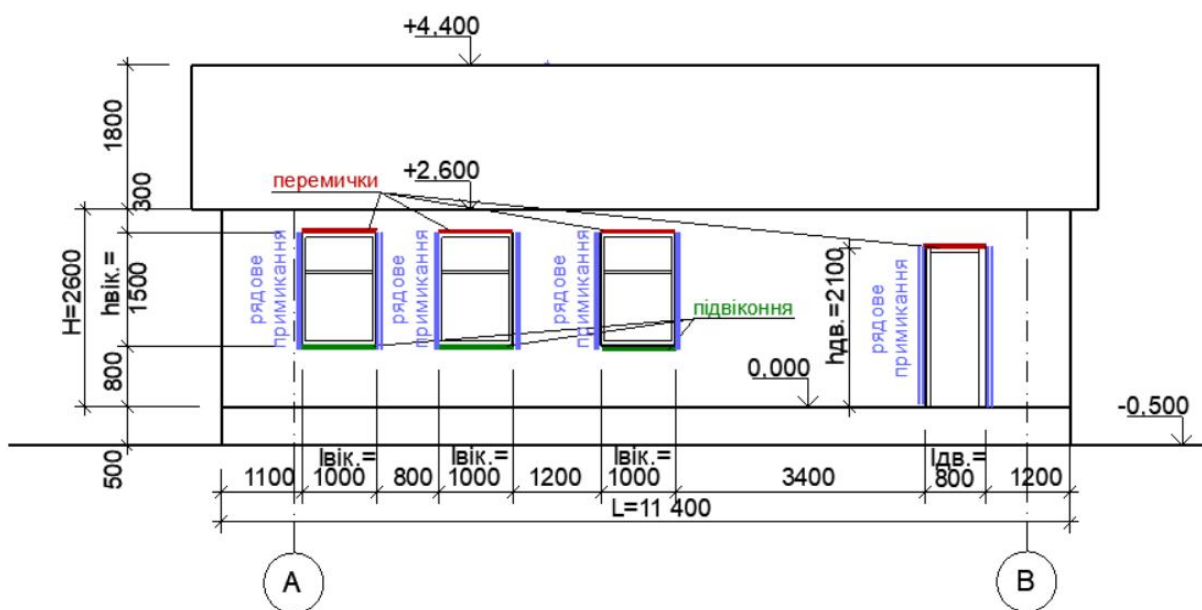
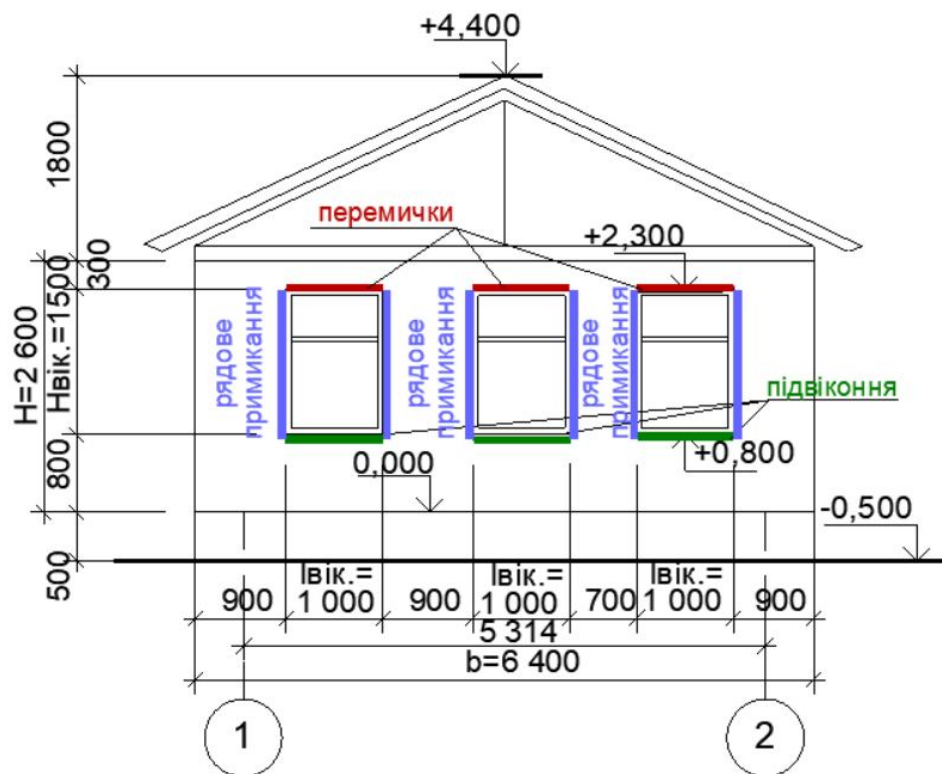
$$R_{\Sigma \text{пр}} > R_{q \text{ min}}, 3,538 > 3,3 - \text{ умова виконується}$$

2.7 Згідно з [3.] Додаток Г лінійні коефіцієнти теплопередачі та точкові коефіцієнти теплопередачі Додаток Д визначаємо кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі (див. додаток 4) приймаючи товщину – 150мм.

2.8 Визначаємо протяжність теплопровідних включень (рис.3)

Кількість дюбелів розраховуємо як загальна площа непрозорої частини*8

$$F_{\text{непр}} * 8 = 80,38 * 8 = 644 \text{ шт} \quad (6)$$



Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К
Віконний відкіс в зоні рядового примикання	1,5 2,1	14 2	0,064	-
дюбелі для кріплення мінераловатних плит	-	644 шт	-	0,0015

2.9 За [3.] Додаток А визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішніх стін:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1} \frac{F_1}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^j K_j L_j + \sum_{K=1}^K \varphi_1 N_K}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (8)$$

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{80,38}{\frac{80,38}{3,53} + 7,8 * 0,081 + 2,7 * 0,071 + 24,2 * 0,064 + 644 * 0,0015}$$

$$= \frac{80,38}{22,77 + 0,63 + 0,19 + 1,55 + 0,966} = \frac{80,38}{26,1} = 3,08 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R_{\Sigma \text{ пр}} > R_{q \text{ min}} \quad 3,08 > 3,3 \text{ - умова виконується}$$

$R_{\Sigma \text{ пр}}$ – приведений опір теплопередачі зовнішніх стін, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

F_{Σ} – загальна площа, м^2 ;

$R_{\Sigma i}$ - опір теплопередачі зовнішніх стін;

$\sum_{j=1}^j K_j L_j$ - сума протяжності теплопровідного включення помножена на лінійний коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м·К).

$\sum_{K=1}^K \varphi_1 N_K$ - сума протяжності теплопровідного включення помножена на лінійний коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м·К) для дюбелів.

2.10 Визначаємо склад перекриття холодного горища будівлі за проектом

де δ_i – товщина i -го шару перекриття, м.

δ_1 - глиняна плита 200 мм

δ_2 – мінераловатний утеплювач 100 мм

δ_3 - бетонна стяжка товщиною 10 мм.

2.10.1 Згідно з [3.] Додаток А розраховуємо значення опору теплопередачі холодного горища:

$$R_{\Sigma \text{прив}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (9)$$

$$R_{\Sigma \text{прив}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,057} + \frac{0,2}{0,76} + \frac{0,08}{0,81} + \frac{1}{12} = 0,115 + 1,754 + 0,26 + 0,1 + 0,083 = 2,312, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

δ_i – товщина і-го шару зовнішніх стін, м;

λ_p - розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К);

α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К).

$R_{\Sigma \text{прив}}$ - значення опору теплопередачі холодного горища, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

2.10.2 Згідно з [3.] Додаток А визначаємо розрахункову теплопровідність λ_p , Вт/(м·К) (9-ий стовбчик, для умов експлуатації «Б».) для кожного і-го шару δ перекриття(див. рис.4) Згідно з [3.] $\alpha_B = 8,7$ Вт/(м²·К), $\alpha_3 = 12$ Вт/(м²·К).

2.14 Згідно з [2.] Додаток А $R_{q \min}$ для горищних покриттів та перекриттів неопалювальних горищ становить 4,5 м²·К/Вт тому визначаємо мінімальну товщину утеплювача за формулою:

$$\delta = \left(R_{q \min} - \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{\lambda_{ip}} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right) * \alpha_{\text{утр}}, \text{ м} \quad (10)$$

$$\delta = (4,95 - 2,312) * 0,045 = 0,12 \text{ м}$$

$R_{q \min}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі, м²·К/Вт;

$\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{\lambda_{ip}} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_n}$ - значення опору теплопередачі, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

$\alpha_{\text{утр}}$ - теплопровідність мінераловатного утеплювача, Вт/мК.

Для перекриття холодного горища мінімально необхідна сумарна товщина теплоізоляційного шару з мінераловатних плит 120 мм.

2.11 Визначаємо склад перекриття холодного підвалу, де δ_i – товщина i -го шару перекриття, м.

δ_1 - глиняна плита товщиною 200 мм

δ_2 - пінопласт 50 мм

δ_3 - бетонна стяжка товщиною 5 мм.

2.11.1 Згідно з [3.] Додаток А розраховуємо значення опору теплопередачі холодного підвалу:

$$R_{\Sigma \text{прив}} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_i^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (11)$$

$$R_{\Sigma \text{прив}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,81} + \frac{0,05}{0,064} + \frac{0,2}{0,76} + \frac{1}{6} = 0,115 + 0,006 + 0,78 + 0,263 + 0,166 = 1,33 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

δ_i – товщина i -го шару зовнішніх стін, м;

λ_p - розрахункова теплопровідність, Вт/(м·К);

α_B, α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м²·К).

$R_{\Sigma \text{прив}}$ - значення опору теплопередачі холодного горища, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

Згідно з [3.] Додаток Б $\alpha_B = 8,7$ Вт/(м²·К), $\alpha_3 = 6$ Вт/(м²·К).

2.18 Згідно з [2.] Додаток А $R_{q \min}$ для перекриттів над проїздами та неопалювальними підвалами становить 3,3 м²·К/Вт тому визначаємо мінімальну товщину утеплювача за формулою:

$$\delta = \left(K_{q \min} - \sum_{i=1}^n \frac{S_1}{L_{ip}} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right) * \alpha_{\text{утр}}, \text{ м} \quad (12)$$

$$\delta = (3,75 - 1,33) * 0,045 = 0,109 \text{ м}$$

$R_{q \min}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі, м²·К/Вт;

$\sum_{i=1}^n \frac{S_1}{L_{ip}} - \frac{1}{\alpha_3} - \frac{1}{\alpha_n}$ - значення опору теплопередачі, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$;

$\alpha_{\text{утр}}$ - теплопровідність мінераловатного утеплювача, Вт/мК.

Для перекриття підвалу мінімально необхідна сумарна товщина теплоізоляційного шару з мінераловатних плит 110 мм.

3. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ТРАНСМІСІЄЮ (для опалення)

3.1 Створюємо новий  лист та креслимо шаблон таблиці (табл.7):

Таблиця 7

Шаблон таблиці теплопередачі трансмісією

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№	Вид огорожувальної конструкції	Ai, м2	RΣ м2*К/Вт	U Вт/(м2*К)	b tr, x, H	b tr, x, C	Hx,H Вт/К	Hx,C Вт/К	
2										
3	1	Зовнішні стіни								
4	2	Перекриття холодного								
5		горища								
6	3	Підлога по ґрунту								
7	4	Незасклені світлопро								
8		зорі конструкції								
9	5	Засклені світлопро								
10		зорі конструкції								
11	6	Вхідні двері								
12										
13										
14		Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією при опаленні							Htr,adjH	Вт/К
15		Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією охолодження						Htr,adjC=		Вт/К

3.2 Користуючись попередньою таблицею (див. рис. 11), заповнюємо стовбчик A_i – площа огорожувальної конструкції, м²;

площа перекриття холодного підвалу дорівнює: $L*B=6,4*11,4=72,96$ м²;

з попередніх розрахунків теплотехнічних параметрів будівлі беремо значення опору теплопередачі для всіх огорожувальних конструкцій R_{Σ} , $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ (для вхідних дверей та світлопрозорих конструкцій приймаємо $0,3 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}$).

3.3 Розраховуємо приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі для кожної огорожувальної конструкції :

$$U_i = 1/R_{\Sigma pri}, \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)} \quad (12)$$

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²*К);

$R_{\Sigma pri}$ - приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м²·К/Вт, що для непрозорих елементів визначають згідно з [3] Додаток А. (табл. 8.)

Таблиця 8.

Приведений коефіцієнт теплопередачі

E3		✕ ✓ f_x		=1/D3	
	A	B	C	D	E
1	№	Вид огорожувальної конструкції	A_i , м ²	R_{Σ} , м ² *К/Вт	U , Вт/(м ² *К)
2					
3	1	Зовнішні стіни	80,38	3,538	0,28
4	2	Перекриття холодного	72,96	2,312	0,43
5		горища			
6	3	Підлога по ґрунту	72,96	1,33	0,75
7	4	Незасклені світлопро	10,5	0,3	3,33

3.4 Згідно з [4.] Додаток А визначимо b_{tr} – поправочний коефіцієнт(Додаток 3.)

3.5 Розраховуємо значення коефіцієнту трансмісії N_x , Вт/К для кожного виду огорожувальних конструкцій:

$$N = b_{tr} \sum_i A_i U_i, \text{ Вт/К} \quad (13)$$

A_i – площа елемента оболонки будівлі;

U_i – приведений коефіцієнт теплопередачі елемента оболонки будівлі;

b_{tr} – поправочний коефіцієнт, беремо з [4.];

Коригування узагальненого коефіцієнта теплопередачі враховують поправочним коефіцієнтом $b_{tr \times} = b_u$.

3.6 Виконуємо розрахунок для усіх видів огорожувальних конструкцій (табл. 9.)

Таблиця 9

Розрахунок значення коефіцієнтів трансмісії для кожного виду огорожувальних конструкцій

H6		=C6*E6*F6						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	№	Вид огорожувальної конструкції	Ai, м2	RΣ м2*К/Вт	U Вт/(м2*К)	b tr, x, H	b tr, x, C	Hx, H Вт/К
2								
3	1	Зовнішні стіни	80,38	3,538	0,28	1,00	1,00	22,72
4	2	Перекрыття холодного горища	72,96	2,312	0,43	0,9	0	28,40
5								
6	3	Підлога по ґрунту	72,96	1,33	0,75	0,3	0,3	16,46
7	4	Незасклені світлопро зорі конструкції	10,5	0,3	3,33	1,00	1,00	35
8								
9	5	Засклені світлопро						

3.7 Розраховуємо значення загального коефіцієнту трансмісії (табл. 10.) :

3.8

$$H_{tr,adj} = H_d + H_g + H_u + H_a, \text{ Вт/К} \quad (14)$$

$H_{tr,adj}$ - загальний коефіцієнт трансмісії, Вт/К ;

H_d – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією для зовнішнього середовища;

H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту;

H_u - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми;

H_a - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель.

Таблица 10

Розрахунок значення загального коефіцієнту трансмісії

H14		:				=SUMMM(H3:H11)				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№	Вид огороджувальної конструкції	Ai, м2	RΣ м2*K/Вт	U Вт/(м2*K)	b tr, x, H	b tr, x, C	Hx,H Вт/К	Hx,C Вт/К	
2										
3	1	Зовнішні стіни	80,38	3,538	0,28	1,00	1,00	22,72	22,72	
4	2	Переkritтя холодного горища	72,96	2,312	0,43	0,9	0	28,40	0	
5										
6	3	Підлога по ґрунту	72,96	1,33	0,75	0,3	0,3	16,46	16,46	
7	4	Незасклені світлопро зорі конструкції	10,5	0,3	3,33	1,00	1,00	35	35	
8										
9	5	Засклені світлопро зорі конструкції								
10										
11	6	Вхідні двері	1,68	0,3	3,33	1,00	1,00	5,60	5,60	
12										
13										
14		Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією при опаленні						108,18	Htr,adjH	Вт/К
15		Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією охолодження						Htr,adjC=	79,78	Вт/К
16										
17							Htr,adjH	129,81	Вт/К	
18								Htr,adjC=	95,73	Вт/К

3.8 Створюємо новий енергопотреб на опалення

$$\text{Кількість годин} = \text{кількість днів місяця} * 24$$

Таблица 11

Шаблон таблиці енергопотреб на опалення

[illegible]

3.9 Згідно з [5.] табл. 2 визначаємо θ_c – середню місячну температуру повітря, °C (Додаток 6) для м. Дніпро, де перше значення – для місяця січня:

3.10 Згідно з [6.] Додаток В - внутрішня температура для житлових будинків $\theta_{int\ set\ H}=20^{\circ}\text{C}$ (див. Додаток 4.):

3.11 Визначаємо сумарну тепловіддачу трансмісією для кожного місяця:

$$QH_{tr} = N_{tr,adj\ H} (\theta_{int\ set\ H} - \theta_c)t, \text{ кВт*год} \quad (15)$$

$N_{tr,adj}$ - загальний коефіцієнт трансмісії, Вт/К ;

$\theta_{int\ set\ H}$ – задана температура зони будівлі = 20 °C (для житлових будинків)

θ_c – середньомісячна температура

t – тривалість місяця, год.

$N_{tr,adj\ H}$ - значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією при опаленні, дорівнює 108,18 Вт/К. (табл. 12.):

Таблиця 12

Розрахунок сумарної тепловіддачі трансмісією для опалення

G3				X ✓ fx		=(\$F\$3-E3)*D3*Лист2!\$H\$14/1000	
	C	D	E	F	G		
1	ергопотреби на опалення						
2	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	QH tr кВт*г	QH	
3	31	744	-2,5	20	1810,89264	673	
4	29	696	-1,6		1626,29843	605	
5	31	744	2,8		1384,32682	51	
6	30	720	10,1		771,089771	28	
7	31	744	16,1		313,888058	116	
8	30	720	20		0		
9	31	744	22,4		-193,161882	-718	
10	31	744	21,6		-128,774588	-479	
11	30	720	16,5		272,607495	101	
12	31	744	10,1		796,792763	29	
13	30	720	4,3		1222,83033	455	

4. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ВЕНТИЛЯЦІЄЮ (для опалення)

4.1 Визначаємо значення загального коефіцієнту вентиляції згідно з [7.]:

$$H_{ve} = pc(\sum b_{ve} * q_{ve}), \text{ Вт/К} \quad (16)$$

де, H_{ve} – загальний коефіцієнт вентиляції, Вт/К.

pc – теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює 0,33 Вт год/(м К);

q_{ve} – усереднена за часом витрата повітря від k -го елемента, м /год.

$\sum b_{ve}$ – температурний поправочний коефіцієнт для k -ю елемента повітряного потоку =1.

$$H_{ve} = 0,33(1 * 119,81) = 39,53 \text{ Вт/К}$$

4.2 Визначаємо значення усередненої за часом витрату повітря k -го елемента повітряного потоку згідно з [7.]:

$$q_{ve} = V_{ve}^i * n_i \quad (17)$$

де, n_i – кратність повітреобміну;

V_{ve}^i – кондиціонований об'єм будівлі;

4.2 Розраховуємо сумарну площу усіх кухонь будівлі за завданням:

З розрахованої кондиціонованої площі $A_f = 72,96 \text{ м}^2$ необхідно відняти площу усіх кухонь будівлі $F_{кух}$: $F_{житл} = 72,96 - 9,6 = 63,36 \text{ м}^2$

$$F_{кух} = 9,6 \text{ м}^2$$

$$A_f = 72,96 \text{ м}^2 - 100\%$$

$$F_{кух} = 9,6 \text{ м}^2 - 13,16\%$$

$$F_{житл} = 1271,6 \text{ м}^2 - 86,84\%$$

$$\text{Кондиціонований об'єм будівлі } V_{ve} = 189,7 \text{ м}^3 - 100\%$$

$$V_{ve \text{ кух}} - 13,16\% = 24,96 \text{ м}^3$$

$$V_{ve \text{ житл}} - 86,84\% = 164,74 \text{ м}^3$$

$$q_{ve} = 24,96 * 1,5 + 164,74 * 0,5 = 37,44 + 82,37 = 119,81 \text{ Вт/К}$$

4.3 Визначаємо сумарну тепловіддачу вентиляцією для кожного місяця (табл. 13.):

$$Q_{veH} = H_{veH} (\theta_{int} - \theta_c) t / 1000, \text{ кВт*год} \quad (18)$$

де, θ_{int} – задана температура зони будівлі,
 θ_c – середньомісячна температура, t – тривалість місяця, год.
 $N_{ve\ H}$ – загальний коефіцієнт вентиляції, Вт/К

Таблиця 13

Розрахунок сумарної тепловіддачі вентиляцією для опалення

H3 : X ✓ fx =SC\$26*(SF\$3-E3)*D3/1000									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Розрахунок енергопотреб на опалення							
2		Місяць року	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	QH tr кВт*г	QH ve кВт*г	QH ht кВт*
3		Січень	31	744	-2,5	20	1810,89264	661,7322	2472,62484
4		Лютий	29	696	-1,6		1626,29843	594,278208	2220,57663
5		Березень	31	744	2,8		1384,32682	505,857504	1890,18432
6		Квітень	30	720	10,1		771,089771	281,76984	1052,85961
7		Травень	31	744	16,1		313,888058	114,700248	428,588306
8		Червень	30	720	20		0	0	
9		Липень	31	744	22,4		-193,161882	-70,584768	-263,746649
10		Серпень	31	744	21,6		-128,774588	-47,056512	-175,831

4.4 Розраховуємо сумарне значення тепловіддачі трансмісією та вентиляцією (табл. 14.)

$$Q_{H_{ht}} = Q_{tr} + Q_{ve}, \text{ кВт*год.} \quad (19)$$

де, $Q_{H_{ht}}$ - сумарне значення тепловіддачі трансмісією та вентиляцією, кВт*год;

Q_{tr} - тепловіддачу трансмісією, кВт*год;

Q_{ve} - тепловіддачу вентиляцією, кВт*год;

Таблиця 14

Розрахунок сумарної тепловіддачі трансмісією та вентиляцією для опалення

I3 : X ✓ fx =H3+G3									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Розрахунок енергопотреб на опалення							
2		Місяць року	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	QH tr кВт*г	QH ve кВт*г	QH ht кВт*г
3		Січень	31	744	-2,5		1810,89264	661,7322	2472,62484
4		Лютий	29	696	-1,6		1626,29843	594,278208	2220,57663
5		Березень	31	744	2,8		1384,32682	505,857504	1890,18432

5. ВНУТРІШНІ ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ

5.1 Згідно з [7.] Додаток Б приймаємо сумарну величину усередненого теплового потоку Φ_{int} , Вт/м².

5.2 Розраховуємо тепловіддачу від внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця (табл. 15.), щоб перевести у кВт*год необхідно розділити $Q_{ve}/1000$:

$$Q_{int} = (\sum \Phi_{int} \cdot A_f) t, \text{ кВт*год} \quad (20)$$

де, Q_{int} - тепловіддача від внутрішніх теплонадходжень;

$\sum \Phi_{int}$ – сумарна величина усередненого теплового потоку, складається з метаболічної теплоти $\Phi_{int,o}$ с Вт/м, теплоти освітлення $\Phi_{int,L}$, Вт/м², та теплоти обладнання $\Phi_{int,A}$. Вт/м² згідно з [7.] таблиця 6., (Додаток 5.):

$$\sum \Phi_{int} = \Phi_{int,o} + \Phi_{int,L} + \Phi_{int,A} = 1,2 + 2,0 + 2,0 = 5,2 \text{ Вт/м}^2 \quad (21)$$

A_f – кондиціонована площа будівлі;

t – кількість годин місяця;

Таблиця 15

Розрахунок тепловіддачі від внутрішніх теплонадходжень

J3	=5,2*72,96*D3/1000									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Розрахунок енергопотреб на опалення								Пара
2		Місяць року	Кількість днів	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	Q_{Htr} кВт*год	Q_{Hve} кВт*год	Q_{Hht} кВт*год	Q_{Hint} кВт*год
3		Січень	31	744	-2,5	20	1810,892643	661,7322	2472,624843	282,2676
4		Лютий	29	696	-1,6		1626,298425	594,278208	2220,576633	264,0568
5		Березень	31	744	2,8		1384,326821	505,857504	1890,184325	282,2676
6		Квітень	30	720	10,1		771,0897706	281,76984	1052,859611	273,1622
7		Травень	31	744	16,1		313,8880582	114,700248	428,5883062	282,2676
8		Червень	30	720	20		0	0	0	273,1622
9		Липень	31	744	22,4		-193,161882	-70,584768	-263,7466499	282,2676
10		Серпень	31	744	21,6		-128,774588	-47,056512	-175,8311	282,2676

6. СОНЯЧНІ ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ

6.1 За [7.] визначаємо середньомісячну сонячну радіацію для м. Дніпро, визначаємо параметри для світлопрозорих елементів:

- коефіцієнт затінення $F_{sh} = 1$;
- коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії за таблицею 12 [7.] для подвійного скління $g_{gl} = 0,67$;
- поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймаємо за п.11.3.3.2 [7.] $F_f = 0.3$;
- загальна площа проекції заскленого елемента $A_{wp} = 1 \text{ м}^2$

6.2 Розраховуємо еквівалентну площу інсоляції засклених елементів за [7.]

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_f) A_{wp} \quad (21)$$

$A_{sol} = 1 * 0,67 (1 - 0,3) * 1 = 0,469 \text{ м}^2$ – для засклених елементів

за [7.] визначаємо параметри для облицювальних елементів (Плитка облицювальна керамічна за завданням):

- Понижувальний коефіцієнт затінення $F_{sh,ob}$ приймаємо за 1, тому що об'єкт знаходиться на місцевості, що не затіняється іншими об'єктами.
- Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною: $\alpha_{s,c} = 0,8$
- Тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини приймаємо $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, згідно п. 11.3.4 [7.]
- вентильований повітряний прошарок $U_c = 0,28$
- Коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом для даху (покрівлі) $F_{sh} = 1$ згідно п. 11.3.2 [7.]

6.3 Розраховуємо еквівалентну площу інсоляції зовнішніх стін за винятком отворів за формулою (40)

$$A_{sol} = \alpha_{Sc} * R_{se} * U_c * A_c, \quad (22)$$

$A_{sol} = 0,8 * 0,043 * 0,28 * 1 = 0,0096 \text{ м}^2$ – для зовнішніх стін без отворів

6.4 Розраховуємо сонячні теплонадходження від засклених поверхонь:

$$\Phi_{sol} = F_{sh} * A_{sol} * SOL * S_k, \text{ к Вт} \quad (23)$$

SOL – значення сонячної радіації Вт/м^2 в n-ний місяць, орієнтований на Північ, ПнСх, Сх, ПдСх, Пд, ПдЗ, З чи ПнЗ за [7.] (Додаток 6).

Sk – площа огороджуючих елементів за орієнтацією (табл. 16.)

Таблиця 16

Площі зовнішніх огорожень

F9						=F3-F4-F6-F7
	A	B	C	D	E	F
1		Орієнтація фасадів, м2				
2		Північ	Схід	Південь	Захід	Всього
3	Фасади	16,64	29,64	16,64	29,64	92,56
4	Незаск. вікна					
5	та балкони	1,5	4,5	4,5		10,5
6	Двері		1,68			1,68
7	Засклені					
8	балкони					
9	Зовн. Стіни					
10	без віконних					
11	та дверних					
12	отворів	15,14	23,46	12,14	29,64	80,38
13						

За розрахунками Sk ми бачимо що засклені елементи орієнтовані тільки на схід та на захід, тому розрахунок Φ_{sol} виконуємо тільки для сходу та заходу. Напр. для січня місяця орієнтовані на схід засклені елементи будуть мати:

$$\Phi_{sol}=1*0,469*22*4,5=46,431 \text{ k Вт}$$

6.5 Створюємо новий розрахунок Φ_{sol} k Вт



лист та креслимо шаблон таблиці (табл.17.):

Таблиця 17

Шаблон таблиці розрахунку Φ_{sol} k Вт

			Сонячна радіація, Вт/м²									Фsol, k Вт заскленні							Фsol, k Вт незаскленні							Сонячні теплонакопдження кВт*год												
Місяць	Р	Кількіс	Кількіс	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	СУММА		
Січень	31	744		13	14	22	40	53	43	24	14																											
Лютий	29	696		22	24	36	57	72	60	38	24																											
Березень	31	744		31	38	57	80	91	81	62	38																											
Квітень	30	720		41	58	83	98	98	96	79	57																											
Травень	31	744		56	83	111	116	101	114	105	80																											
Червень	30	720		67	95	120	114	96	114	112	92																											
Липень	31	744		62	90	121	118	102	114	117	90																											
Серпень	31	744		45	74	108	124	116	124	103	73																											
Вересень	30	720		30	48	84	114	123	113	80	47																											
Жовтень	31	744		21	27	53	89	108	88	52	26																											
Листопад	30	720		12	14	22	39	51	41	22	14																											
Грудень	31	744		10	10	16	32	41	32	17	10																											
Всього за	366	8784																																				
																			</																			

поверхонь елементів (табл. 18.):

Розрахунок Φ_{sol} для зашкелених елементів

N19	=1*0,469*F19*Лист1!\$C\$4															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
16		XII	10	10	16	32	41	32	17	10	30					
17				Сонячна радіація, Вт/м²											Ф	
18	Місяць ро	Кількість дб	Кількість годин	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	
19	Січень	31	744	13	14	22	40	53	43	24	14	9,1455	0	46,431	28,000	
20	Лютий	29	696	22	24	36	57	72	60	38	24	15,477	0	75,978	40,000	
21	Березень	31	744	31	38	57	80	91	81	62	38	21,8085	0	120,2985	56,000	
22	Квітень	30	720	41	58	83	98	98	96	79	57	28,8435	0	175,1715	68,000	
23	Травень	31	744	56	83	111	116	101	114	105	80	39,396	0	234,2655	81,000	
24	Червень	30	720	67	95	120	114	96	114	112	92	47,1345	0	253,26	80,000	
25	Липень	31	744	62	90	121	118	102	114	117	90	43,617	0	255,3705	83,000	
26	Серпень	31	744	45	74	108	124	116	124	103	73	31,6575	0	227,934	87,000	
27	Вересень	30	720	30	48	84	114	123	113	80	47	21,105	0	177,282	80,000	

Розраховуємо Φ_{sol} для незаскдених елементів (табл. 19.)

Розрахунок Φ_{sol} для незаскдених елементів

[illegible]

6.6 Підсумковуємо сонячні теплонадходження від зашкленних та незашкленних поверхонь (табл. 21):

$$\sum \Phi_{sol} = (\Phi_{sol \text{ заскл}} + \Phi_{sol \text{ незаскл}}) * \text{кільк. год.} / 1000, \text{ кВт*год} \quad (24)$$

$$\sum \Phi_{sol} = (5,018 + 46,431) * 744 / 1000 = 38,27 \text{ кВт*год}$$

Таблиця 20

Таблиця сонячних теплонадходжень

AD19	=(V19+N19)*\$C19/1000																
	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
17	Φsol, k Вт						Φsol, k Вт									Сонячні т	
18	Cx	ПдCx	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнCx	Cx	ПдCx	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнCx	Cx
19	46,431	28,14	37,2855	30,2505	0	9,849	1,91368	0	5,01824	0	6,25598	0	6,91656	0	8,22803	0	38,2782
20	75,978	40,0995	50,652	42,21	0	16,884	3,23854	0	8,21166	28,21	8,49869	29,6947	10,9512	11,8779	13,026	0	58,596
21	120,299	56,28	64,0185	56,9835	0	26,733	4,5634	0	13,0018	39,593	10,7414	40,0879	17,8678	18,8067	19,6207	0	99,1754
22	175,172	68,943	68,943	67,536	0	40,0995	6,03546	0	18,9324	48,5014	11,5677	47,5116	22,767	28,21	25,1129	0	139,755
23	234,266	81,606	71,0535	80,199	0	56,28	8,24355	0	25,3193	57,4098	11,9218	56,42	30,2599	39,593	35,4438	0	193,131
24	253,26	80,199	67,536	80,199	0	64,722	9,86282	0	27,3722	56,42	11,3316	56,42	32,2773	45,5319	41,0381	0	202,055
25	255,371	83,013	71,757	80,199	0	63,315	9,12679	0	27,6003	58,3996	12,0398	56,42	33,7182	44,5421	39,2414	0	210,53
26	227,934	87,234	81,606	87,234	0	51,3555	6,62428	0	24,635	61,3691	13,6923	61,3691	29,6836	36,1286	28,4816	0	187,911
27	177,282	80,199	86,5305	79,4955	0	33,0645	4,41619	0	19,1605	56,42	14,5186	55,9251	23,0552	23,2609	18,3753	0	141,439
28	111,857	62,6115	75,978	61,908	0	18,291	3,09133	0	12,0894	44,0472	12,748	43,5523	14,9859	12,8677	13,2914	0	92,2157
29	46,431	27,4365	35,8785	28,8435	0	9,849	1,76648	0	5,01824	19,3016	6,0199	20,2914	6,34018	6,92877	7,3501	0	37,0435

Таблиця 21

Сонячні теплонадходження для опалювального сезону

AD31	=CYMM(AD19:AD30)														
	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
17	k Вт				Φsol, k Вт								Сонячні ге		
18	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх
19	37,2855	30,2505	0	9,849	1,913682	0	5,018239	0	6,255977	0	6,916559	0	8,228032	0	38,27823
20	50,652	42,21	0	16,884	3,238539	0	8,211663	28,21	8,498686	29,69474	10,95122	11,87789	13,02602	0	58,59601
21	64,0185	56,9835	0	26,733	4,563396	0	13,0018	39,59298	10,7414	40,08789	17,86778	18,80667	19,62069	0	99,17542
22	68,943	67,536	0	40,0995	6,03546	0	18,93245	48,5014	11,56766	47,51158	22,76701	28,21	25,11285	0	139,7548
23	71,0535	80,199	0	56,28	8,243555	0	25,31929	57,40982	11,92177	56,42	30,25994	39,59298	35,44383	0	193,1311
24	67,536	80,199	0	64,722	9,862824	0	27,37221	56,42	11,33158	56,42	32,27727	45,53193	41,03807	0	202,0552
25	71,757	80,199	0	63,315	9,126793	0	27,60031	58,39965	12,03981	56,42	33,71822	44,5421	39,24138	0	210,5303
26	81,606	87,234	0	51,3555	6,624285	0	24,63499	61,36912	13,69233	61,36912	29,68356	36,12859	28,48165	0	187,9113
27	86,5305	79,4955	0	33,0645	4,41619	0	19,16055	56,42	14,51859	55,92508	23,0552	23,26088	18,37526	0	141,4386
28	75,978	61,908	0	18,291	3,091333	0	12,08939	44,04719	12,74803	43,55228	14,98588	12,86772	13,29144	0	92,21574
29	35,8785	28,8435	0	9,849	1,766476	0	5,018239	19,30158	6,019903	20,2914	6,340179	6,928772	7,350103	0	37,04345
30	28,8435	22,512	0	7,035	1,472063	0	3,649628	15,83719	4,83953	15,83719	4,899229	4,949123	6,329255	0	27,83872
31	Σ												255,5386	0	1427,969

Опалювальний сезон для м. Дніпро триває з жовтня по квітень, розраховуємо сонячні теплонадходження для опалювального сезону (табл. 22.)

Таблиця 22.

Розрахунок сонячних теплонадходжень на опалювальний сезон

AD32	=AD19+AD20+AD21+AD30+AD29+AD28																		
	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
17	Φsol, k Вт							Φsol, k Вт							Сонячні те				
18	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнСх	Сх	
19	0	46,431	28,14	37,2855	30,2505	0	9,849	1,91368	0	5,01824	0	6,25598	0	6,91656	0	8,22803	0	38,2782	
20	0	75,978	40,0995	50,652	42,21	0	16,884	3,23854	0	8,21166	28,21	8,49869	29,6947	10,9512	11,8779	13,026	0	58,596	
21	0	120,299	56,28	64,0185	56,9835	0	26,733	4,5634	0	13,0018	39,593	10,7414	40,0879	17,8678	18,8067	19,6207	0	99,1754	
22	0	175,172	68,943	68,943	67,536	0	40,0995	6,03546	0	18,9324	48,5014	11,5677	47,5116	22,767	28,21	25,1129	0	139,755	
23	0	234,266	81,606	71,0535	80,199	0	56,28	8,24355	0	25,3193	57,4098	11,9218	56,42	30,2599	39,593	35,4438	0	193,131	
24	0	253,26	80,199	67,536	80,199	0	64,722	9,86282	0	27,3722	56,42	11,3316	56,42	32,2773	45,5319	41,0381	0	202,055	
25	0	255,371	83,013	71,757	80,199	0	63,315	9,12679	0	27,6003	58,3996	12,0398	56,42	33,7182	44,5421	39,2414	0	210,53	
26	0	227,934	87,234	81,606	87,234	0	51,3555	6,62428	0	24,635	61,3691	13,6923	61,3691	29,6836	36,1286	28,4816	0	187,911	
27	0	177,282	80,199	86,5305	79,4955	0	33,0645	4,41619	0	19,1605	56,42	14,5186	55,9251	23,0552	23,2609	18,3753	0	141,439	
28	0	111,857	62,6115	75,978	61,908	0	18,291	3,09133	0	12,0894	44,0472	12,748	43,5523	14,9859	12,8677	13,2914	0	92,2157	
29	0	46,431	27,4365	35,8785	28,8435	0	9,849	1,76648	0	5,01824	19,3016	6,0199	20,2914	6,34018	6,92877	7,3501	0	37,0435	
30	0	33,768	22,512	28,8435	22,512	0	7,035	1,47206	0	3,64963	15,8372	4,83953	15,8372	4,89923	4,94912	6,32926	0	27,8387	
31																Σ	255,539	0	1427,97
32	F sh,ob,k							1	Опалювальний сезон							67,8455	0	353,148	

6.7 Розраховуємо сонячні теплонадходження для сезону охолодження, від загального значення сонячних теплонадходжень віднімаємо сонячні теплонадходження на опалювальний сезон та підсумовуємо отримані данні (табл. 23.):

Таблиця 23

Розрахунок сонячних теплонадходжень на сезон охолодження

=AD27+AD26+AD25+AD24+AD23+AD22																	
	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
	Φsol, k Вт						Φsol, k Вт								Сонячні т		
с	Cx	ПдCx	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнCx	Cx	ПдCx	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнCx	Cx
0	46,431	28,14	37,2855	30,2505	0	9,849	1,91368	0	5,01824	0	6,25598	0	6,91656	0	8,22803	0	38,2782
0	75,978	40,0995	50,652	42,21	0	16,884	3,23854	0	8,21166	28,21	8,49869	29,6947	10,9512	11,8779	13,026	0	58,596
0	120,299	56,28	64,0185	56,9835	0	26,733	4,5634	0	13,0018	39,593	10,7414	40,0879	17,8678	18,8067	19,6207	0	99,1754
0	175,172	68,943	68,943	67,536	0	40,0995	6,03546	0	18,9324	48,5014	11,5677	47,5116	22,767	28,21	25,1129	0	139,755
0	234,266	81,606	71,0535	80,199	0	56,28	8,24355	0	25,3193	57,4098	11,9218	56,42	30,2599	39,593	35,4438	0	193,131
0	253,26	80,199	67,536	80,199	0	64,722	9,86282	0	27,3722	56,42	11,3316	56,42	32,2773	45,5319	41,0381	0	202,055
0	255,371	83,013	71,757	80,199	0	63,315	9,12679	0	27,6003	58,3996	12,0398	56,42	33,7182	44,5421	39,2414	0	210,53
0	227,934	87,234	81,606	87,234	0	51,3555	6,62428	0	24,635	61,3691	13,6923	61,3691	29,6836	36,1286	28,4816	0	187,911
0	177,282	80,199	86,5305	79,4955	0	33,0645	4,41619	0	19,1605	56,42	14,5186	55,9251	23,0552	23,2609	18,3753	0	141,439
0	111,857	62,6115	75,978	61,908	0	18,291	3,09133	0	12,0894	44,0472	12,748	43,5523	14,9859	12,8677	13,2914	0	92,2157
0	46,431	27,4365	35,8785	28,8435	0	9,849	1,76648	0	5,01824	19,3016	6,0199	20,2914	6,34018	6,92877	7,3501	0	37,0435
0	33,768	22,512	28,8435	22,512	0	7,035	1,47206	0	3,64963	15,8372	4,83953	15,8372	4,89923	4,94912	6,32926	0	27,8387
														Σ	255,539	0	1427,97
							F sh,ob,k	1						Опалювальний сезон	67,8455	0	353,148
1			Плитка облицовальна керамічна				αSc	0,8						Сезон охолодження	204,149	0	1074,82

Таблиця 24

Значення сум усіх сонячних теплонадходжень - $Q_{H_{sol}}$

=СУММ(AB29:AI29)															
U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
Φsol, кВт						Сонячні теплонадходження кВт*год									
iCх	Cх	ПдCх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Пн	ПнCх	Cх	ПдCх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	СУММА
0	5,01824	0	6,25598	0	6,91656	0	8,22803	0	38,2782	20,9362	32,3949	22,5064	5,14592	7,32766	134,81723
0	8,21166	28,21	8,49869	29,6947	10,9512	11,8779	13,026	0	58,596	19,8457	41,1689	20,8902	7,62205	8,3561	169,50502
0	13,0018	39,593	10,7414	40,0879	17,8678	18,8067	19,6207	0	99,1754	27,8537	55,6214	28,2018	13,2936	13,2305	256,99708
0	18,9324	48,5014	11,5677	47,5116	22,767	28,21	25,1129	0	139,755	34,1207	57,9677	33,4244	16,3922	19,8457	326,61847
0	25,3193	57,4098	11,9218	56,42	30,2599	39,593	35,4438	0	193,131	40,3878	61,7336	39,6915	22,5134	27,8537	420,75485
0	27,3722	56,42	11,3316	56,42	32,2773	45,5319	41,0381	0	202,055	39,6915	56,7847	39,6915	23,2396	32,0317	434,53221
0	27,6003	58,3996	12,0398	56,42	33,7182	44,5421	39,2414	0	210,53	41,0842	62,3448	39,6915	25,0864	31,3354	449,31383
0	24,635	61,3691	13,6923	61,3691	29,6836	36,1286	28,4816	0	187,911	43,1732	70,902	43,1732	22,0846	25,4165	421,14232
0	19,1605	56,42	14,5186	55,9251	23,0552	23,2609	18,3753	0	141,439	39,6915	72,7553	39,3433	16,5997	16,364	344,56777
0	12,0894	44,0472	12,748	43,5523	14,9859	12,8677	13,2914	0	92,2157	30,9872	66,0122	30,639	11,1495	9,05244	253,3475
0	5,01824	19,3016	6,0199	20,2914	6,34018	6,92877	7,3501	0	37,0435	13,5787	30,1668	14,275	4,56493	4,87439	111,85339
0	3,64963	15,8372	4,83953	15,8372	4,89923	4,94912	6,32926	0	27,8387	11,1415	25,0602	11,1415	3,64503	3,48171	88,637808
Σ							255,539	0	1427,97	362,492	632,912	362,669	171,337	199,17	3412,0875
1	Опалювальний сезон						67,8455	0	353,148	124,343	250,424	127,654	45,421	46,3228	1015,158
0,8	Сезон охолодження						204,149	0	1074,82	238,149	382,488	235,015	125,916	152,847	2413,3855
0,043															

Таблиця 2.

Таблиця енергопотреб на опалення, значення - $Q_{H_{sol}}$

КЗ	=Лист4!AJ19									
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	рогпопребии на опалення								Параметр	
2	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	$Q_{H\ tr}\ кВт*год$	$Q_{H\ ve}\ кВт*год$	$Q_{H\ ht}\ кВт*год$	$Q_{H\ int}\ кВт$	$Q_{H\ sol}\ кВт$	
3	31	744	-2,5	20	1810,89264	661,7322	2472,624843	282,268	134,817	
4	29	696	-1,6		1626,29843	594,278208	2220,576633	264,057	169,505	
5	31	744	2,8		1384,32682	505,857504	1890,184325	282,268	256,997	
6	30	720	10,1		771,089771	281,76984	1052,859611	273,162	326,618	
7	31	744	16,1		313,888058	114,700248	428,5883062	282,268	420,755	
8	30	720	20		0	0	0	273,162	434,532	
9	31	744	22,4		-193,161882	-70,584768	-263,74665	282,268	449,314	
10	31	744	21,6		-128,774588	-47,056512	-175,8311	282,268	421,142	
11	30	720	16,5		272,607495	99,6156	372,2230947	273,162	344,568	
12	31	744	10,1		796,792763	291,162168	1087,954931	282,268	253,348	
13	30	720	4,3		1222,83933	446,84712	1669,686453	273,162	111,853	
14	31	744	-0,2		1625,77917	594,088464	2219,867637	282,268	88,6378	
15	366	8784								
16										

6.8 Розраховуємо $Q_{H_{gn}}$, кВт*год - сумарну тепловіддачу трансмісією, вентиляцією та сонячні теплонадходження (табл. 26.):

$$Q_{H_{gn}} = Q_{H_{int}} + Q_{H_{sol}} \quad (25)$$

$Q_{H_{gn}}$ – сумарна тепловіддача, кВт*год;
 $Q_{H_{int}}$ - тепловіддача трансмісією та вентиляцією, кВт*год;
 $Q_{H_{sol}}$ - сонячні теплонадходження, кВт*год.

Таблиця 26

Сумарна тепловіддача $Q_{H_{gn}}$

=K3+J3									
	E	F	G	H	I	J	K	L	
	Параметр								
дин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	$Q_{H_{tr}}$ кВт*год	$Q_{H_{ve}}$ кВт*год	$Q_{H_{ht}}$ кВт*год	$Q_{H_{int}}$ кВт	$Q_{H_{sol}}$ кВт	$Q_{H_{gn}}$ кВт	γ_H
	-2,5		1810,89264	661,7322	2472,624843	282,268	134,817	417,085	0
	-1,6		1626,29843	594,278208	2220,576633	264,057	169,505	433,562	0
	2,8		1384,32682	505,857504	1890,184325	282,268	256,997	539,265	

7. ПОСТІЙНІ ПАРАМЕТРИ ТА БЕЗРОЗМІРНІ КОЕФІЦІЄНТИ

7.1 Розраховуємо внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі C_m , Вт год/К:

$$C_m = C \cdot A_f \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К} \quad (26)$$

За [7.] таблиця 15 C - внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, $C=80$ Вт • год/(м² • К) для важкого класу будівлі,

A_f – кондиціонована площа будівлі, м²

$$C_m = 80 \cdot 72,96 = 5836,8 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}$$

7.2 Розраховуємо безрозмірний параметр γ_H (див. Таблиця 27.): $\gamma_H > 0$ та $\gamma_H \neq 1$

$$\gamma_H = Q_{H_{gn}} / Q_{H_{ht}} \quad (27)$$

γ_H – безрозмірний параметр;

$Q_{H_{gn}}$ – сумарна тепловіддача, кВт*год;

$Q_{H_{ht}}$ - - сумарне значення тепловіддачі трансмісією та вентиляцією, кВт*год;

Таблиця 27

Безрозмірний параметр γ_H

✓	f_x	=L3/I3							
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
опалення			Параметр						
Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	$Q_{H\ tr\ кВт*год}$	$Q_{H\ ve\ кВт*год}$	$Q_{H\ ht\ кВт*год}$	$Q_{H\ int\ кВт}$	$Q_{H\ sol\ кВт}$	$Q_{H\ gn\ кВт}$	γ_H
744	-2,5		1810,89264	661,7322	2472,624843	282,268	134,817	417,085	0,16868
696	-1,6		1626,29843	594,278208	2220,576633	264,057	169,505	433,562	0,19525
744	2,8		1384,32682	505,857504	1890,184325	282,268	256,997	539,265	0,2853
720	10,1		771,089771	281,76984	1052,859611	273,162	326,618	599,781	0,56967
744	16,1		313,888058	114,700748	428,5883062	282,268	420,755	703,022	1,64032

7.3 Розраховуємо часову константу будівлі (опалення):

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adjH} + H_{ve,adj}} = \frac{5836,8}{39,53+108,18} = \frac{5836,8}{147,71} = 39,51 \text{ год}; \quad (28)$$

7.4 Розраховуємо безрозмірний параметр a_h :

$$a_h = a_{h0} + \tau / T_{h0} = 1 + 39,51/15 = 2,7 \text{ год}$$

a_{h0} - довідковий безрозмірний параметр = 1

T_{h0} - довідкова часова константа = 15

7.5 Розраховуємо використання надходжень для опалення η_{hgn}

$$\eta_{hgn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_h}}{1 - \gamma_H^{a_h+1}} \quad \eta_{hgn} = 1 / \gamma_H \quad (29)$$

$$\eta_{hgn} = \frac{1 - 0,168^{2,7}}{1 - 0,168^{2,7+1}} = \frac{1 - 0,008}{1 - 0,001} = \frac{0,992}{0,999} =$$

0,992 для січня місяця

7.6 Розраховуємо η_{hgn} для кожного місяця (табл. 28.)

Таблиця 28.

Використання надходжень для опалення η_{hgn}

N3	:				=(1-СТЕПЕНЬ(М3;SR\$25))/(1-СТЕПЕНЬ(М3;SR\$25+1))									
	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N			
1	палення													
				Параметр										
2	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	$Q_{H\ tr\ кВт*год}$	$Q_{H\ ve\ кВт*год}$	$Q_{H\ ht\ кВт*год}$	$Q_{H\ int\ кВт}$	$Q_{H\ sol\ кВт}$	$Q_{H\ gn\ кВт}$	γ_H	$\eta_{H\ gn}$			
3	744	-2,5		1810,89264	661,7322	2472,624843	282,268	134,817	417,085	0,16868	0,99219			
4	696	-1,6		1626,29843	594,278208	2220,576633	264,057	169,505	433,562	0,19525	0,9902			
5	744	2,8		1384,32682	505,857504	1890,184325	282,268	256,997	539,265	0,2853	0,97559			
6	720	10,1		771,089771	281,76984	1052,859611	273,162	326,618	599,781	0,56967	0,8924			
7	744	16,1		313,888058	114,700748	428,5883062	282,268	420,755	703,022	1,64032	0,53515			

7.7 Підсумовуємо всі теплонадходження $Q_{H_{nd}}$ кВт*год (табл. 29.), тільки для місяців опалювального сезону(січень, лютий, березень, квітень, жовтень, листопад, грудень):

$$Q_{H_{nd}} = Q_{H_{ht}} + Q_{H_{gn}} + \eta_{H_{gn}} \quad (30)$$

$Q_{H_{nd}}$ - всі теплонадходження, кВт*год;

$Q_{H_{gn}}$ – сумарна тепловіддача, кВт*год;

$Q_{H_{ht}}$ - - сумарне значення тепловіддачі трансмісією та вентиляцією, кВт*год;

$\eta_{H_{gn}}$ - використання надходжень для опалення.

Таблиця 29.

Всі теплонадходження $Q_{H_{nd}}$

=I3-L3*N3									
F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Параметр									
$\theta_{int.set,n}$	$Q_{H_{tr}}$ кВт*год	$Q_{H_{ve}}$ кВт*год	$Q_{H_{ht}}$ кВт*год	$Q_{H_{int}}$ кВт	$Q_{H_{sol}}$ кВт	$Q_{H_{gn}}$ кВт	$\gamma_{H_{gn}}$	$\eta_{H_{gn}}$	$Q_{H_{nd}}$ кВт*год
20	1810,89264	661,7322	2472,624843	282,268	134,817	417,085	0,169	0,99319	2058,38
	1626,29843	594,278208	2220,576633	264,057	169,505	433,562	0,19525	0,9902	1791,26
	1384,32682	505,857504	1890,184325	282,268	256,997	539,265	0,2853	0,97559	1364,09
	771,089771	281,76984	1052,859611	273,162	326,618	599,781	0,56967	0,8924	517,616
	313,888058	114,700248	428,5883062	282,268	420,755	703,022	1,64032	0,53515	0
	0	0	0	273,162	434,532	707,694	#ДЕЛ/0!	#ДЕЛ/0!	0
	-193,161882	-70,584768	-263,74665	282,268	449,314	731,581	-2,7738	-0,36052	0
	-128,774588	-47,056512	-175,8311	282,268	421,142	703,41	-4,00049	-0,24997	0
	272,607495	99,6156	372,2230947	273,162	344,568	617,73	1,65957	0,53052	0
	796,792763	291,162168	1087,954931	282,268	253,348	535,615	0,49231	0,9192	595,617
	1222,83933	446,84712	1669,686453	273,162	111,853	385,016	0,23059	0,98529	1290,34
	1625,77917	594,088464	2219,867637	282,268	88,6378	370,905	0,16708	0,99335	1851,43
									9468,73 сума

8. ЕНЕРГОПОТРЕБИ НА ОХОЛОДЖЕННЯ

Таблиця 30

Таблиця енергопотреб на охолодження

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
30														
31														
32	Розрахунок енергопотреб на охолодження					Параметр								
33	Місяць року	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	QC_{tr} кВт*год	QC_{ve} кВт*год	QC_{ht} кВт*год	QC_{int} кВт*год	QC_{sol} кВт*год	QC_{gn} кВт*год	γ_c	$\eta_c gn$	QC_{nd} кВт*год
34	Січень	31	744	-2,5	26									
35	Лютий	29	696	-1,6										
36	Березень	31	744	2,8										
37	Квітень	30	720	10,1										
38	Травень	31	744	16,1										
39	Червень	30	720	20										
40	Липень	31	744	22,4										
41	Серпень	31	744	21,6										
42	Вересень	30	720	16,5										
43	Жовтень	31	744	10,1										
44	Листопад	30	720	4,3										
45	Грудень	31	744	-0,2										
46	Всього за рік	366	8784											

Для охолодження приймаємо $\theta_{int.set H} = 26^\circ C$

8.1 Визначаємо сумарну тепловіддачу трансмісією для кожного місяця:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj H} (\theta_{int.set H} - \theta_c) t, \text{ кВт*год} \quad (31)$$

$H_{tr,adj H}$ - значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією при охолодженні дорівнює 79,78 Вт/К, щоб перевести у кВт*год необхідно розділити $Q_{tr}/1000$ (табл. 31.)

Таблиця 31

Розрахунок сумарної тепловіддачі трансмісією для охолодження

G34							
31							
32		Розрахунок енергопотреб на охолодження					
33		Місяць року	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	QC_{tr} кВт*год
34		Січень	31	744	-2,5		1691,5744
35		Лютий	29	696	-1,6		1532,46876
36		Березень	31	744	2,8		1377,00092
37		Квітень	30	720	10,1		913,277859
38		Травень	31	744	16,1		1097,500528

8.2 Визначаємо значення загального коефіцієнту вентиляції для охолодження:

$$H_{veC} = H_{veH} * 1,2 = 39,53 * 1,2 = 47,43 \text{ Вт/К}$$

8.3 Визначаємо сумарну тепловіддачу вентиляцією для кожного місяця (табл. 32.):

$$Q_{veH} = H_{veH} (\theta_{int} - \theta_c) t, \text{ кВт*год} \quad (32)$$

θ_{int} – задана температура зони будівлі;

θ_c – середньомісячна температура, t – тривалість місяця, год.

Щоб перевести у кВт*год необхідно розділити $Q_{ve}/1000$

Таблиця 32

Розрахунок сумарної тепловіддачі вентиляцією

Н34									
31									
32		Розрахунок енергопотреб на о охолодження							
33		Місяць року	Кількість днів	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	QC tr кВт*год	QC ve кВт*год	
34		Січень	31	744	-2,5	26	2293,79735	1005,70572	3
35		Лютий	29	696	-1,6		2078,04799	911,2265856	2
36		Березень	31	744	2,8		1867,23153	818,7833088	2
37		Квітень	30	720	10,1		1238,4169	543,047328	1
38		Травень	31	744	16,1		796,792763	349,3946016	1
39		Червень	30	720	20		467,327134	204,92352	6
40		Липень	31	744	22,4		289,742823	127,0525824	4

8.4 Визначаємо $Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$, кВт*год – сумарне значення тепловіддачі трансмісією та вентиляцією.

8.5 Тепловіддача від внутрішніх теплонадходжень Q_{int} , кВт*год однакова для охолодження та для опалення.

8.6 Значення сум усіх сонячних теплонадходжень - $Q_{H_{sol}}$ кВт*год також однакова для охолодження та для опалення.

8.7 Розраховуємо $Q_{H_{gn}}$ кВт*год - сумарну тепловіддачу трансмісією, вентиляцією та сонячні теплонадходження:

$$Q_{H_{gn}} = Q_{H_{int}} + Q_{H_{sol}} \quad (33)$$

8.8 Розраховуємо безрозмірний параметр γ_C : $\gamma_H > 0$ та $\gamma_H \neq 1$

$$\gamma_H = Q_{H_{gn}} / Q_{H_{ht}} \quad (34)$$

8.9 Розраховуємо часову константу будівлі (охладження):

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adjC} + H_{ve,adjC}} = \frac{5836,8}{79,78 + 47,43} = \frac{5836,8}{127,21} = 45,88 \text{ год}; \quad (35)$$

8.10 Розраховуємо безрозмірний параметр a_h :

$$a_h = a_{h0} + \tau / T_{h0} = 1 + 45,88 / 15 = 3,12 \text{ год}$$

a_{h0} - довідковий безрозмірний параметр = 1

T_{h0} - довідкова часова константа = 15

8.11 Розраховуємо використання надходжень для опалення $\eta_{h_{gn}}$

$$\eta_{h_{gn}} = \frac{1 - \gamma_H^{a_h}}{1 - \gamma_H^{a_h - 1}} \quad \eta_{h_{gn}} = 1 / \gamma_H \quad (36)$$

8.12 Розраховуємо $\eta_{h_{gn}}$ для кожного місяця (табл. 33.)

Таблиця 33

Використання надходжень для охолодження $\eta_{h_{gn}}$

N34	=(1-СТЕПЕНЬ(М34;-3,12))/(1-СТЕПЕНЬ(М34;-3,12-1))												
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
32	рогпотребы на о холодження				Параметр								
33	Кількість діб	Кількість годин	θ_c	$\theta_{int.set,n}$	$Q_{C_{tr}}$ кВт*год	$Q_{C_{ve}}$ кВт*год	$Q_{C_{ht}}$ кВт*год	$Q_{C_{int}}$ кВт*год	$Q_{C_{sol}}$ кВт*год	$Q_{C_{gn}}$ кВт*год	γ_C	$\eta_{C_{gn}}$	
34	31	744	-2,5		1691,5744	1005,70572	2697,28012	210,072	134,817	344,89	0,12787	0,12768	
35	29	696	-1,6		1532,46876	911,2265856	2443,695346	196,519	169,505	366,024	0,14978	0,14944	
36	31	744	2,8		1377,00092	818,7833088	2195,784224	210,072	256,997	467,069	0,21271	0,21137	
37	30	720	10,1		913,277859	543,047328	1456,325187	203,296	326,618	529,914	0,36387	0,35384	

8.13 Підсумовуємо всі теплонадходження $Q_{H_{nd}}$ кВт*год, тільки для місяців (травень, червень, липень, серпень, вересень):

$$Q_{H_{nd}} = Q_{H_{ht}} + Q_{H_{gn}} + \eta_{H_{gn}} \quad (37)$$

де $Q_{H_{nd}}$ - енергопотреба для постійного опалення(охладження) будівлі, Вт год, повинна бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача в режимі опалення(охолодження), Вт год;
 $Q_{H,gn}$ - сумарні теплонадходження в режимі опалення (охолодження), Вт год, 3;
 $\eta_{H,gn}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

9. ЕНЕРГОПОТРЕБИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

9.1 Згідно з таблицею 34 [7.] питомі річні енергопотребы ГВП становлять $Q_i = 15$ кВт·год/м². (Додаток 7)

9.2 Розраховуємо загальні енергопотребы ГВП розраховуються за формулою:

$$Q_{DHW,need} = Q_i * A_f, \text{ кВт·год.} \quad (38)$$

$$Q_{DHW,need} = 15 * 72.96 = 1094,4 \text{ кВт·год.}$$

10. ПОКАЗНИК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ І ЕР

10.1 Розраховуємо розрахункову (або фактичну) річну питому енергопотребу:

$$EP = (Q_{H,nd} + Q_{c,nd} + Q_{DHW,nd}) / A_f, \text{ кВт·год/ м}^3 \quad (39)$$

де, EP - річна питома енергопотреба;

$Q_{H,nd}$ - енергопотреба для постійного опалення(охолодження) будівлі, Вт год, повинна бути більше чи дорівнювати 0;

$$EP = (9468,73 + 926,46 + 1094,4) / 72,96 = 157,47 \text{ кВт·год/ м}^3$$

EP_{max} - максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будинку.

$$EP \leq EP_{max},$$

10.3 Визначаємо клас енергоефективності будівлі (див. Таблиця 34) згідно з класифікацією будинків за енергетичною ефективністю, як різницю у % розрахункового або фактичного значення питомої енергопотреби, EP, від максимально допустимого значення, EP_{max} за [6.] :

$$[(EP - EP_{max}) / EP_{max}] * 100\% \quad (40)$$

$$(157,47-120)/120*100\%=0,31$$

Таблиця 34

Клас енергоефективності будівлі згідно з класифікацією будинків за енергетичною ефективністю

Клас	$[(EP-EP_{max})/EP_{max}]*100\%$
A	-50 та менш
B	Від – 49 до – 10
C	Від -9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 50
F	Від 51 до 75
G	76 та більш

За таблиця 36 визначаємо що клас енергоефективності даної будівлі – **D**.

11. ВИСНОВКИ

Будівля класу Д, має недостатній рівень енергоефективності. Необхідно провести ряд заходів для утеплення:

- Заміна вікон на енергоефективні;
- Встановлення системи рекуператора 60%

Утеплення фасаду не є доцільним, тому що фасад вже має утеплення пінопластом 100 мм, та будь яке додаткове утеплення буде трудовитратним та не рентабельним рішенням.

Робочі креслення

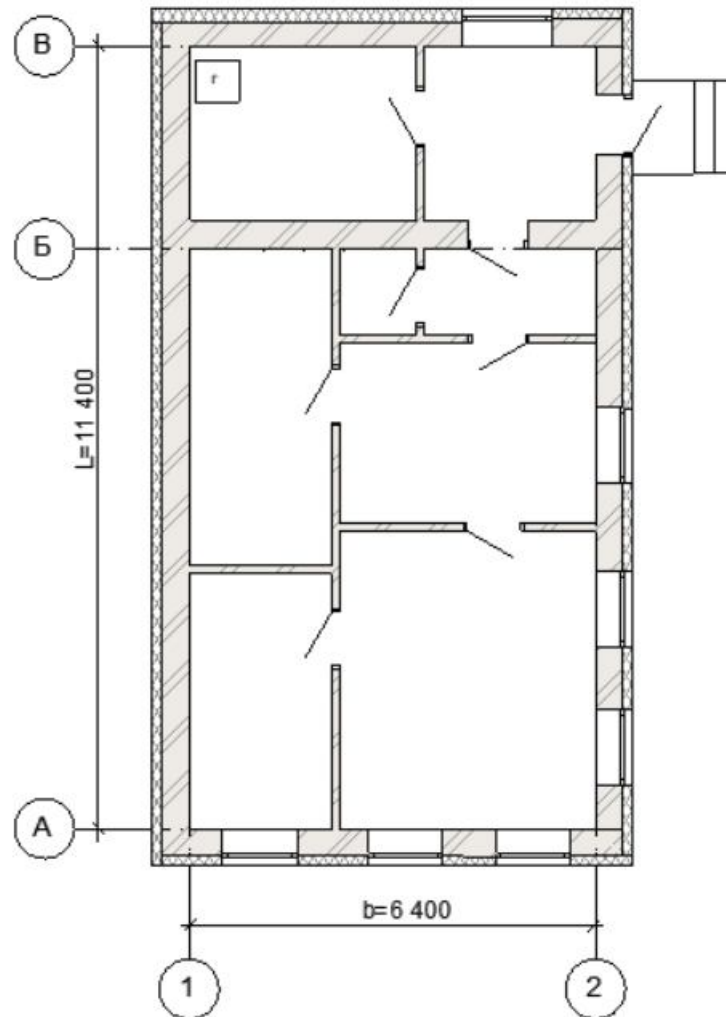


Рис.1 План першого поверху житлового будинку

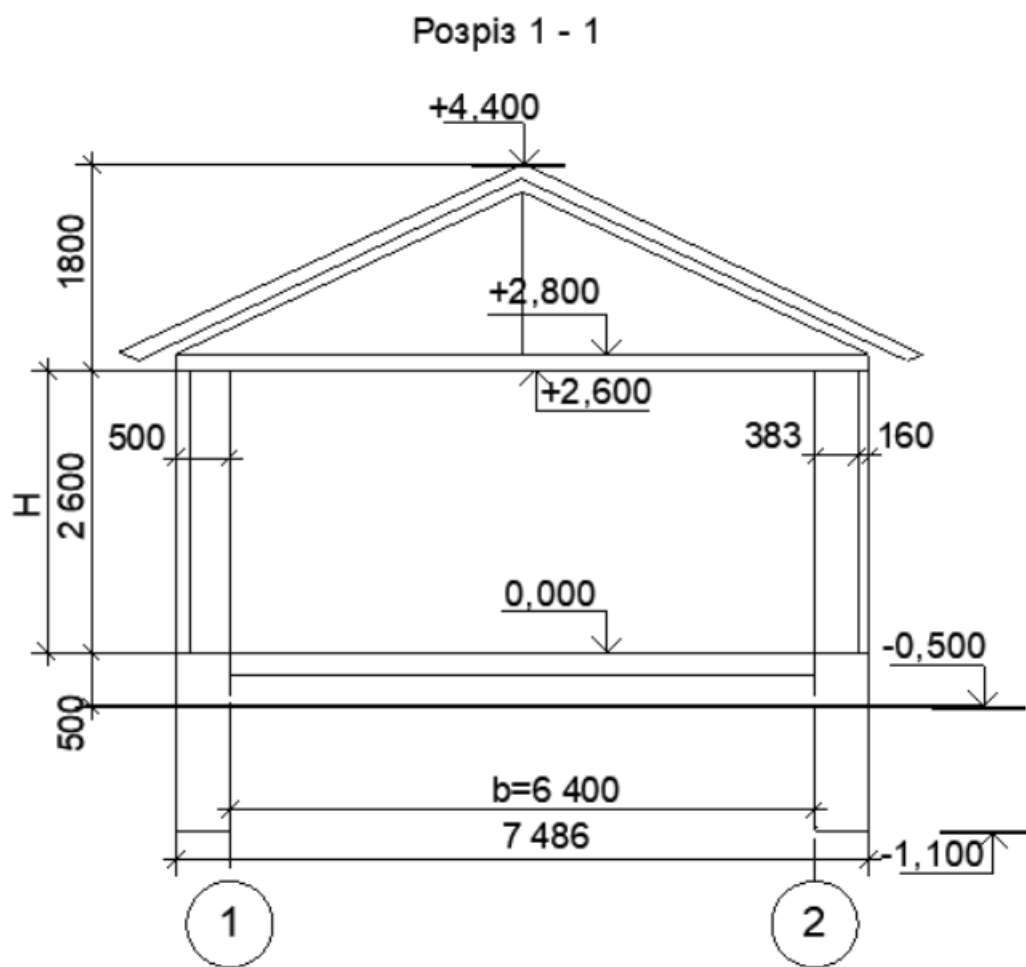


Рис.2 Переріз житлового будинку

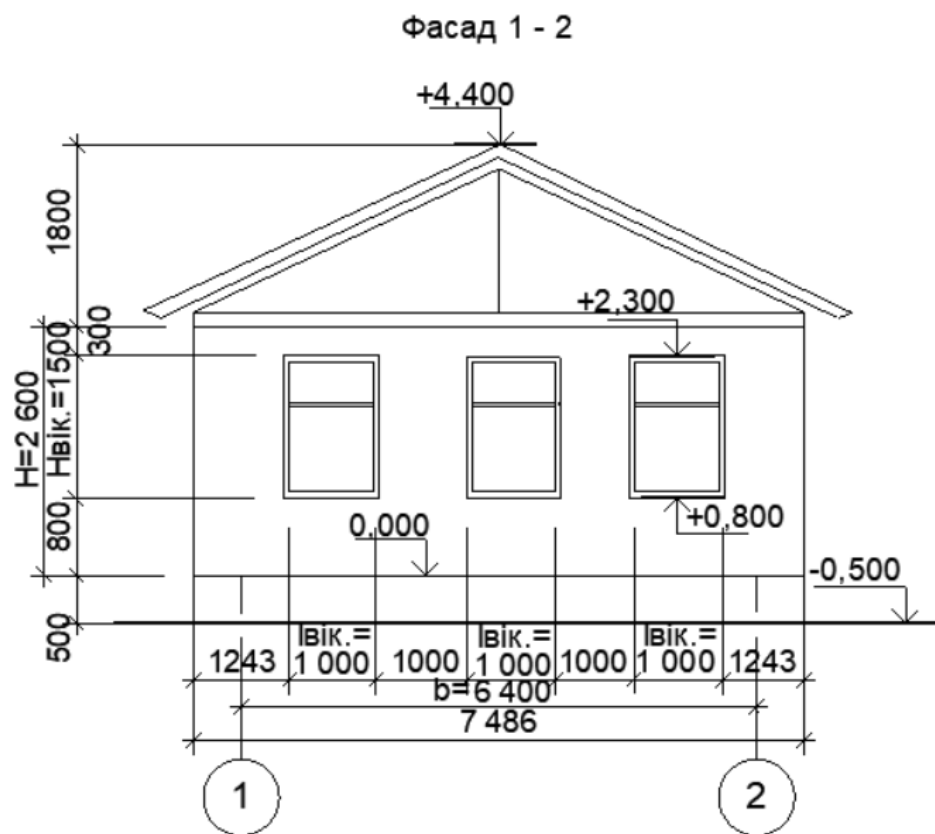


Рис.3 Фасад 1-2

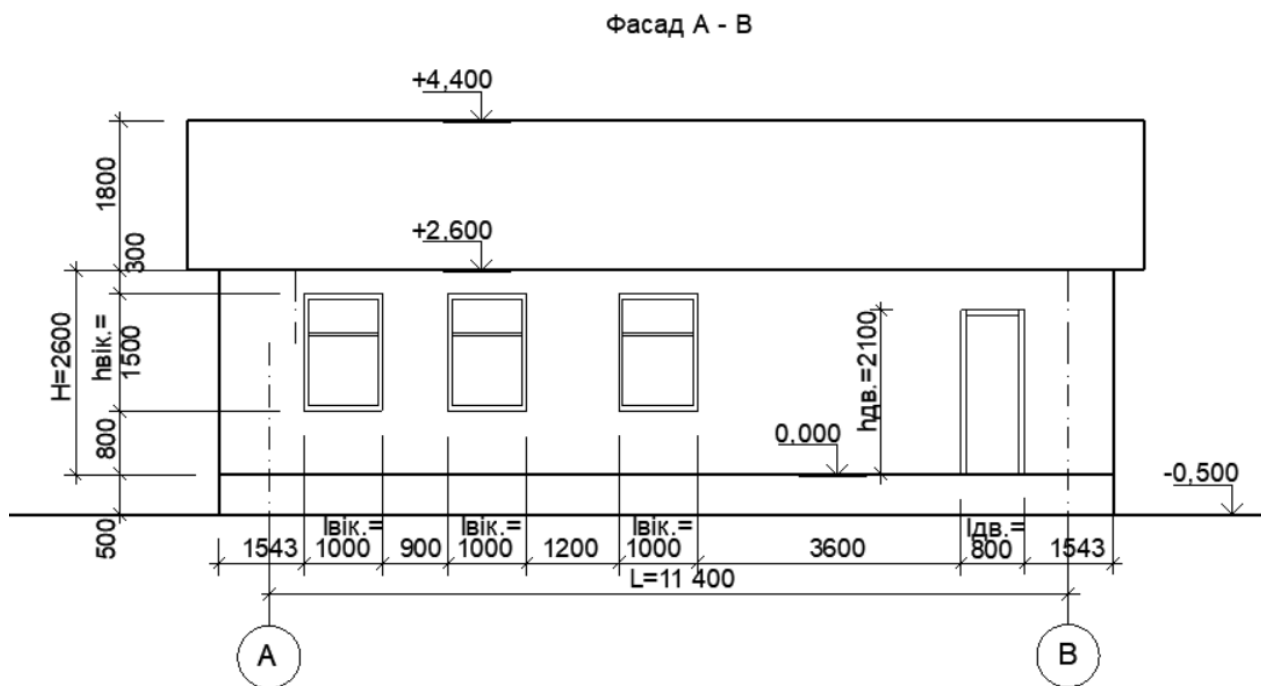


Рис.4 Фасад А-В

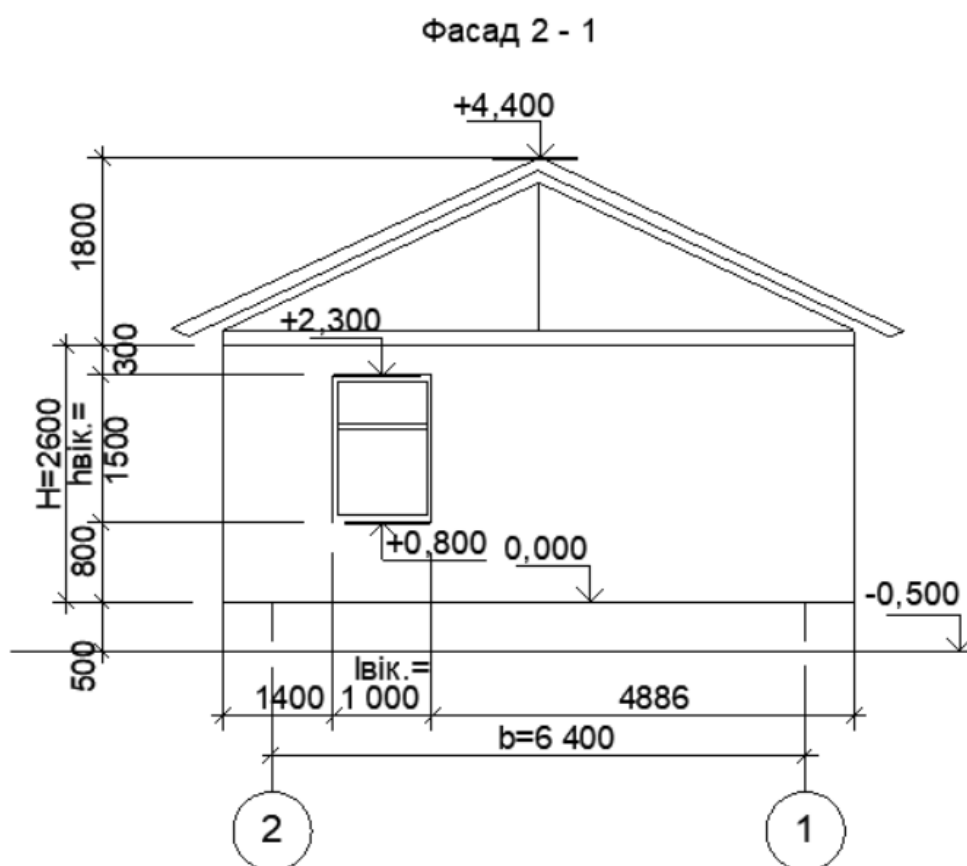


Рис.5 Фасад 2-1

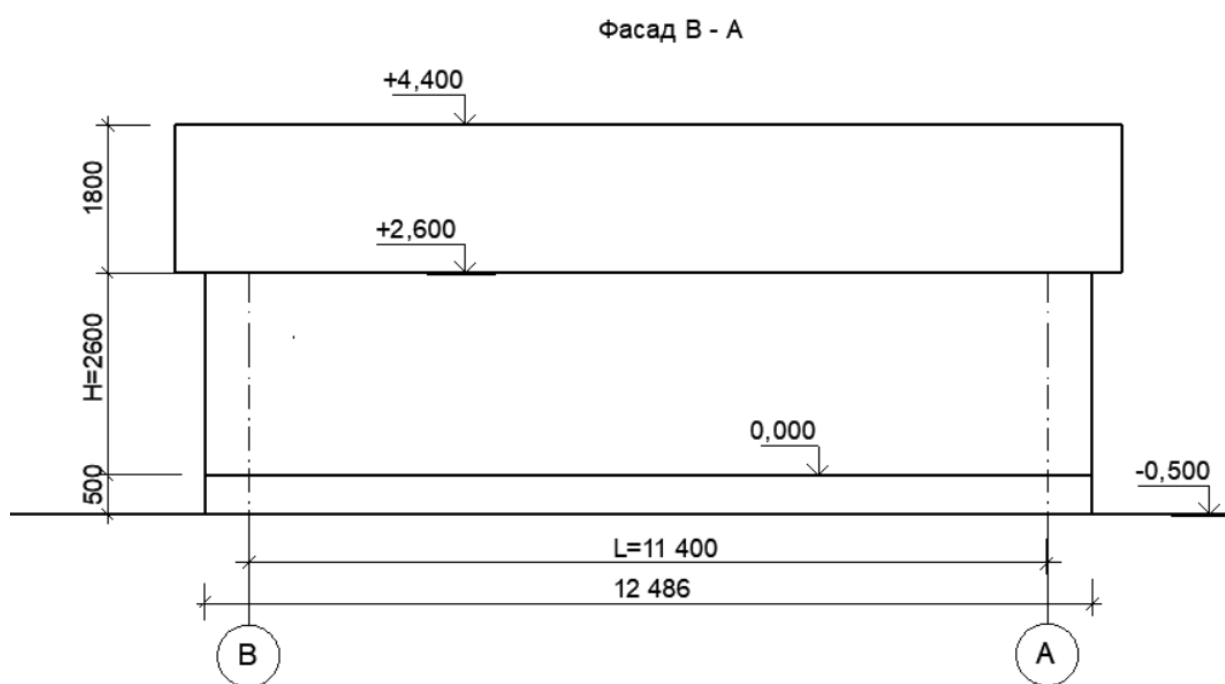


Рис.6 Фасад В-А

Лінійні коефіцієнти теплопередачі

ДСТУ Б В.2.6-189:2013

ДОДАТОК Г

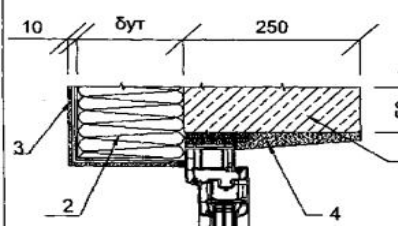
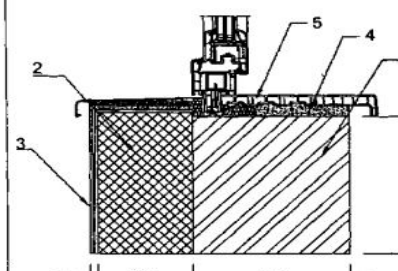
(ДОВІДКОВИЙ)

ЛІНІЙНІ КОЕФІЦІЄНТИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Таблиця Г.1 - Значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі лінійних теплопровідних включень

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Лінійний коефіцієнт теплопередачі k , Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
		розрахункова теплопровідність λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції δ_{yt}		
1	2	3	4	5	6
1	Вузол примикання зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою до міжповерхового перекриття		120 мм	150 мм	180 мм

Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6
14	Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні перемички		120 мм	150 мм	180 мм
	 1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.	0,045±0,005	0,081	0,081	0,08
15	Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін із цегли з опорядженням штукатуркою в зоні підвіконня		120 мм	150 мм	180 мм
	 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 5 – ПВХ підвіконня.	0,045±0,005	0,059	0,064	0,068

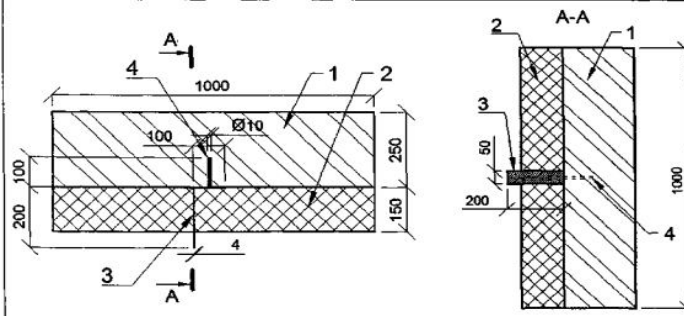
Точкові коефіцієнти теплопередачі

ДОДАТОК Д

(довідковий)

ТОЧКОВІ КОЕФІЦІЄНТИ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ

Таблиця Д.1 - Значення точкових коефіцієнтів теплопередачі точкових теплопровідних включень

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Точковий коефіцієнт теплопередачі ψ , Вт/К, залежно від параметрів теплоізоляційного шару	
		розрахункова теплопровідність λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції δ
1	2	3	4
1	Вузол улаштування несучого кронштейна фасадної системи з вентиляльованим повітряним прошарком		150 мм
	 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – шар теплоізоляції; 3 – кронштейн з оцинкованої сталі, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$; 4 – металевий анкер, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$.	0,045	0,015

Додаток 3

Таблиця 3 – Значення поправочного коефіцієнта b_U

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 сходові клітка всередині будівлі	0,4	0
Неопалюване приміщення з трьома зовнішніми стінами (наприклад, зовнішні сходи)	0,8	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами та дверима (наприклад, тамбур, хол, гараж)	0,6	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами без дверей	0,5	0
Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною	0,4	0
Засклений балкон/лоджія існуючих будівель	0,7	1,0*
Засклений балкон/лоджія для нового проектування	0,85	1,0*
* При відкритих стулках.		

Додаток 4

Температура зовнішнього повітря

Кінець таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Херсонська об- ласть												
Асканія-Нова	-2,5	-1,7	2,6	9,6	15,6	20,0	22,5	21,8	16,5	9,9	4,2	0,0
Генічеськ	-1,8	-1,3	2,4	9,5	16,1	20,6	23,1	22,4	17,5	11,0	6,2	0,7
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
	6,3	6,2	7,9	10,6	11,6	11,8	11,9	12,5	11,7	9,9	6,6	5,7

Додаток 5

Теплонадходження від людей, освітлення та обладнання

Таблиця 6 – Теплонадходження від людей, освітлення та обладнання, значення за замовчуванням

Призначення будівлі	Графік використання, год/тиждень	Метаболічна теплота $\Phi_{int, Oc}$, Вт/м ²	Освітлення $\Phi_{int, L}$, Вт/м ²	Обладнання $\Phi_{int, A}$, Вт/м ²
Одноквартирні будинки	112	1,2	2,0	2,0
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2,0	2,0
Громадські будівлі адміністративного	50	1,0	2,0	6,0

Додаток 6

Середньомісячна сумарна сонячна радіація

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м ²								
		поверхня								
		вертикальна								горизонтальна
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
Дніпро	I	13	14	22	40	53	43	24	14	38
	II	22	24	36	57	72	60	38	24	67
	III	31	38	57	80	91	81	62	38	112
	IV	41	58	83	98	98	96	79	57	167
	V	56	83	111	116	101	114	105	80	231
	VI	67	95	120	114	96	114	112	92	252
	VII	62	90	121	118	102	114	117	90	248
	VIII	45	74	108	124	116	124	103	73	220
	IX	30	48	84	114	123	113	80	47	163
	X	21	27	53	89	108	88	52	26	100
	XI	12	14	22	39	51	41	22	14	42
	XII	10	10	16	32	41	32	17	10	30

Додаток 7

Таблиця 34 ДСТУ Б А.2.2-12:2015
Питомі річні енергопотреби ГВП

Тип будівлі	Q _i , кВт·год/м ²
Одноквартирні будинки	15
Багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки	20
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	10
Будівлі учбових закладів	10
Будівлі дитячих дошкільних закладів	15
Будівлі закладів охорони здоров'я	30
Готелі* (на 10 % більше для кожної зірочки)	25
Ресторани	60
Спортивні заклади	80
Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	10
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	10
Інші види будівель, товарні склади	1,5

ЛІТЕРАТУРА

1. [ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010]



2. [ДБН В.2.6-31]



3. [ДСТУ Б В. 2.6-189:2013]



4. [ДСТУ Б А.2.2-12:2015]



5. [ДСТУ–Н Б В.1.1-27:2010]



6. [ДБН В.2.6-31.2016]



7. [ДСТУ Б А.2.2-12:2015]

