



**Приватне підприємство
«ТЕРРА ІНЖИНІРИНГ»**

65091, Одеська обл., місто Одеса, вулиця Комітетська, будинок 10А
поштова адреса: 65091, м. Одеса, ВПЗ №91, а\с №78
тел. 094-997-40-52 e-mail terraeng2009@gmail.com,
<https://www.terra.od.ua>

Державні ліцензії та сертифікати:

- Проектні роботи – серія АР №009377 від 25.12.2013 р.*
– серія АР №014565 від 10.07.2018 р.
– серія АР №014627 від 09.08.2018 р.

***Замовник: Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Київській
області***

***«Капітальний ремонт ДПТНЗ «Бородянський професійний
аграрний ліцеї» по пл. Київській, 3 в смт. Бородянка
Бучанського району Київської області (гуртожиток та
навчальний корпус)»***

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

Том 12

ГУРТОЖИТОК

Енергоефективність

19/23-РП.Г/ЕЕ



**Приватне підприємство
«ТЕРРА ІНЖИНИРИНГ»**

65091, Одеська обл., місто Одеса, вулиця Комітетська, будинок 10А
поштова адреса: 65091, м. Одеса, ВПЗ №91, а\с №78
тел. 094-997-40-52 e-mail tterraeng2009@gmail.com,
<https://www.terra.od.ua>

Державні ліцензії та сертифікати:

- Проектні роботи – серія АР №009377 від 25.12.2013 р.
– серія АР №014565 від 10.07.2018 р.
– серія АР №014627 від 09.08.2018 р.

Замовник: Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Київській області

«Капітальний ремонт ДПТНЗ «Бородянський професійний аграрний ліцей» по пл. Київській, 3 в смт. Бородянка Бучанського району Київської області (гуртожиток та навчальний корпус)»

РОБОЧИЙ ПРОЕКТ

Том 12

ГУРТОЖИТОК

Енергоефективність

Директор

Головний інженер проекту



В.В. Євдокименко

В.В. Євдокименко

2023

Зміст

Позначення	Найменування	Аркуш
1	2	3
19/23-РП -З	Зміст	Стор. 2
19/23-РП -СП	Склад проекту	Стор. 3
19/23-РП -ПД	Підтвердження ГІП	Стор. 4
19/23-РП -ВУ	Відомість про учасників проектування	Стор. 5
19/23-РП -ПЗ	Загальні дані	Стор. 7
	Визначення теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонкибудівлі	Стор. 9
	Визначення енергетичних характеристик будівлі	Стор. 24
	Визначення показника енергоефективності	Стор. 37
	Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів	Стор.38
	Зведені характеристики будівлі	Стор.39

Погоджено

Зам. №. №

Підпис і дата

№. № ориг.

19/23-РП -З

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
						РП	1	
ГІП		Євдокименко			10.2023	ПП "ТЕРРА ІНЖИНІРИНГ"		
Розробив		Сичук С.О.			10.2023			

Зміст

СКЛАД ПРОЕКТУ

Номер тому	Позначення	Найменування	Примітка
1	19/23-РП/ПЗ	Загальна записка	брошюра
	19/23-РП/Вих	Вихідні дані	брошюра
2	19/23-РП/ГП	Генеральний план	брошюра
3	19/23-РП.НК/АБ.ПЗО.ТХ	Архітектурно- будівельні рішення; Паспорт зовнішнього опорядження Технологічні рішення кухні	брошюра
4	19/23-РП.НК/ОВ.ВК.ЕТР	Опалення. Вентиляція; Водопровід та каналізація; Електротехнічні рішення;	брошюра
5	19/23-РП.НК/БЗ	Блискавкозахист	брошюра
6	19/23-РП.НК/СПС.ВДК	Система пожежної сигналізації; Вогнезахисна обробка деревини	брошюра
7	19/23-РП.НК/ЕЕ	Енергоефективність	брошюра
8	19/23-РП.Г/АБ.ПЗО	Архітектурно- будівельні рішення; Паспорт зовнішнього опорядження	брошюра
9	19/23-РП.Г/ОВ.ВК.ЕТР	Опалення. Вентиляція; Водопровід та каналізація; Електротехнічні рішення	брошюра
10	19/23-РП.Г/БЗ	Блискавкозахист	брошюра
11	19/23-РП.Г/СПС.ВДК	Система пожежної сигналізації; Вогнезахисна обробка деревини	брошюра
12	19/23-РП.Г/ЕЕ	Енергоефективність	брошюра
13	19/23-РП/ПОБ	Організація будівництва	брошюра
14	19/23-РП/ІТЗ ЦЗ	Інженерно-технічні заходи цивільного захисту	брошюра
15	19/23-РП/К	Кошторисна документація	брошюра

Погоджено		

Зам. №

Підпис і дата

№, № ориг.

						19/23-РП - СП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Склад проекту	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГП		Євдокименко			10.2023		РП	1	
Розробив		Сичук С.О.			10.2023		ПП "ТЕРРА ІНЖИНІРИНГ"		

Відомість про учасників проектування

Розділ проекту	Посада	Прізвище	Підпис
ЕЕФ	Інженер	Нечипас Н.В.	
	Інженер	Сичук С.О.	

Погоджено

Зам. №. №

Підпис і дата

№. № ориг.

19/23-РП -ВУ

Зм.	Кільк.	Арк.	Дата	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГІП	Євдокименко		10.2023			РП	1	
Розробив	Сичук С.О.		10.2023			ПП "ТЕРРА ІНЖИНІРИНГ"		

Відомість про учасників
проектування

1	Загальні дані.....	7
1.1	Характеристика об'єкта.....	7
1.2	Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри.....	8
2	Визначення теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівлі.....	9
2.1	Розрахунок приведеного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	9
2.1.1	Зовнішні стіни.....	10
2.1.2	Світлопрозорі огорожувальні конструкції.....	12
2.1.2.1	Віконні блокі.....	12
2.1.3	Зовнішні двері.....	12
2.1.4	Горищне перекриття.....	13
2.2	Визначення теплопередачі до ґрунту (технічний підґрунтя).....	13
2.3	Оцінка тепловологісного стану огорожувальних конструкцій.....	16
2.3.1	Зовнішні стіни.....	16
2.4	Оцінка теплоістійкості огорожувальних конструкцій.....	20
2.4.1	Оцінка теплоістійкості огорожувальних конструкцій в літній період.....	20
2.4.2	Оцінка теплоістійкості приміщень в зимовий період.....	20
2.5	Оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій (зовнішні стіни).....	22
3	Визначення енергетичних характеристик будівлі.....	24
3.1	Характеристики теплопередачі трансмісією.....	24
3.2	Характеристики теплопередачі вентиляцією.....	25
3.3	Характеристика внутрішніх теплонадходжень.....	27
3.4	Характеристика сонячних теплонадходжень.....	27
3.5	Динамічні параметри.....	30
3.6	Внутрішні умови.....	31
3.7	Енергопотреби для опалення та охолодження.....	31
3.8	Річне енергоспоживання при опаленні.....	32
3.9	Загальне енергоспоживання при охолодженні.....	34
3.10	Енергопотреби та енергоспоживання ГВП.....	35
3.11	Енергоспоживання при освітленні.....	37
4	Визначення показника енергоефективності.....	37
5	Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів.....	38
6	Зведені характеристики будівлі.....	39

Погоджено		
	Зам. №	№
	Підпис і дата	
№	№ ориг.	

						19/23-РП -ПЗ			
						Поянювальна записка	Стаді	Аркцш	Аркцшів
Зм.	Кільк.	Арк.	Дата	Підпис	Дата		РП	6	
ГП		Євдокименко			10.2023				
Розробив		Сичук С.О.			10.2023		ПП "ТЕРРА ІНЖІНІРИНГ"		

1 Загальні дані

1.1 Характеристика об'єкта

Розділ енергоефективності розроблено на об'єкт «Капітальний ремонт ДПТНЗ «Бородянський професійний аграрний ліцей» по пл. Київській, 3 в смт. Бородянка Бучанського району Київської області (гуртожиток та навчальний корпус)». Ділянка будівництва розташована в І-ї дорожньо-кліматичній зоні.

Схема розташування будинку та орієнтація за сторонами світу наведені на Рис. 1.1.1



Рис. 1.1.1 Схема розташування будинку за сторонами світу

Будівля має розміри в осях 1-6 та А-Б відповідно 41.62 x 12.42м. Поверховість будівлі — 5-ть поверхів. Внутрішні стіни та зовнішні стіни виконані з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 380.

Покрівля будівлі вальмова. Покриття покрівлі з азбестоцементних листів, що влаштовані по несучим дерев'яним кроквам. Горищне перекриття виконане з круглопустотних плит перекриття, що з внутрішньої сторони приміщення опоряджені вапняно-піщаним розчином. По перекриттю влаштовано цементно-піщану стяжку 30мм та утеплювач згравію шлаковий 50мм.

Міжповерхове перекриття виконане із збірних залізобетонних круглопустотних плит. Перекриття над техпідпіллям — круглопустотна плита. Опорядження підлоги 1-го поверху виконано з керамічної плитки по цементно-піщаній стяжці 50мм з засипним утеплювачем згравію керамзитовий 30мм та з суцільного дощатого настилу по дерев'яним лагам з засипним утеплювачем 30мм. Стіни техпідпілля з/б фундаментні блоку товщиною 400мм. Підлога техпідпілля виконано з цементно-піщаної стяжки.

Віконні прорізи в зовнішніх стінах заповненні металопластиковими віконними блоками з ПВХ-профілю монтажною глибиною 70мм з двокамерним склопакетом 4і-10-4-10-4і та низькоемультсійним покриттям.

Зовнішні входні двері — металопластикові. Металопластикові зовнішні двері виконані з ПВХ-профілю монтажною глибиною 70мм. Непрозора частина металопластикових дверей заповнюється ПВХ сендвіч -панеллю товщиною 24мм.

№. № ориг.	Підпис і дата	Зам. №.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Проектом передбачено утеплення зовнішніх стін мінераловатними плитами по типу IZOVAT 135 товщиною 150мм з щільністю $\rho=135\text{кг/м}^3$. Згідно з протоколом №17Б - 041802 (виконавець протоколу Випробувальний Центр ДП "Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів "НДІБМВ") коефіцієнт теплопровідності мінераловатних плит "IZOVAT 135" становить $0,037\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Зовнішнє опорядження виконується з фасадних панелей.

Цоколь утеплюється екструдованими пінополістерольними плитами товщиною 50мм з опорядженням декоративною штукатуркою.

Горище перекриття виконане з круглопустотних плит перекриття, що утеплюються мінераловатними плитами по типу IZOVAT 145 товщиною 200мм з щільністю $\rho=145\text{кг/м}^3$. Згідно з протоколом №17Б - 041802 (виконавець протоколу Випробувальний Центр ДП "Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів "НДІБМВ") коефіцієнт теплопровідності мінераловатних плит "IZOVAT 145" становить $0,037\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Між існуючим покриттям та мінераловатними плитами влаштовується пароізоляційна плівка. Також для запобігання виведення тепла з поверхні теплоізоляційного шару влаштовано вузькодіфузійну вітрозахисну мембрану.

Джерело теплопостачання — міська централізована тепломережа, що працює від твердопаливної котельні. Система опалення одноконтурна з верхньою подачею теплоносія та вертикальними стояками. Теплоносієм — вода з температурним графіком $95-70^\circ\text{C}$. Трубопроводи системи опалення сталеві прокладені відкрито не ізолювані. Система тепловіддачі — чавунні теплорадіатори.

Загальна система охолодження в будівлі відсутня. Локальними спліт-системами охолодження — відсутні. Централізована витяжна система вентиляції в будівлі відсутня. Вентиляція приміщень будівлі відбувається в природний спосіб за рахунок перепаду тиску в середині та зовні будівлі та повітропроникності озгороджувальних конструкцій (через нещільності в віконних конструкціях і відкриті елементи віконних, дверних конструкцій). Циркуляція повітря відбувається за рахунок потрапляння свіжого повітря у приміщення шляхом провітрювання при відкриванні вікон та дверей. Відпрацьоване повітря виводиться через систему вентиляційних каналів, а також шляхом провітрювання приміщень.

Централізоване гарячоводопостачання відсутнє. Гаряче водопостачання будівлі здійснюється за допомогою локальних електричних водонагрівачів (електричних бойлерів). Температура гарячої води на виході — 60°C . Система автоматизації в будівлі відсутня. Система розподілу виконана з пропіленових та сталевих трубопроводів, трубопроводи знаходяться в опалюваних приміщеннях, теплоізоляція відсутня. Рециркуляція відсутня. Облік спожитої гарячої води безпосередньо для будівлі не ведеться.

1.2 Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з додатком Б ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» розрахункова температурна зона для смт. **Бородянка** — І-ша. Кількість градусо-днів опалювального періоду для І-ї температурної зони — $D_a = 3501^\circ\text{C}\cdot\text{доба}$

Згідно з додатком Б табл.Б.2 і табл.Б.4 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» відповідно розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$ розрахункова температура зовнішнього повітря $\theta_{e,роз} = -22^\circ\text{C}$. Згідно з додатком В табл.В.2 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» розрахункове значення відносної вологості приміщень $\phi_{int} = 50\%$, мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні

Зам. №		Підпис і дата		№ аркуша							Арк.
											8
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	19/23-РП-ПЗ					

$\theta_{si,min} = 9.3^{\circ}\text{C}$ згідно зі ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» тривалість опалювального періоду для смт. Бородянка – складає $z_{оп} = 176$ доба.

Згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» визначаємо середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря (див. Таблиця 1.2.1).

Таблиця 1.2.1 Середньомісячні значення температури та відносної вологості зовнішнього повітря

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-4.70	-3.60	1.00	9.00	15.20	18.30	19.80	19.00	13.90	8.10	1.90	-2.50
Відносна вологість, %	83	79	74	66	62	68	69	68	74	77	84	85

Згідно з табл.1 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» нормативне значення приведенного опору теплопередачі $R_{q,min}$, $(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$, становить:

- для зовнішніх стін – $4.0(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – $0.9(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для зовнішніх дверей – $0.7(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для перекриття неопалювальних горищ – $6.0(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для перекриття над неопалювальним підвалом – $5.0(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій для громадських будівель $\Delta\theta_{int-si,max}$ згідно з табл. 3 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» становить:

для зовнішніх стін – 4.0°C ; для покриттів – 3.0°C .

2 Визначення теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівлі

2.1 Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожуючих конструкцій

Відповідно до п. 5.1 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» для зовнішніх огорожуючих конструкцій будівлі обов'язкове виконання наступних умов: $R_{\Sigma,пр} \geq R_{q,min}$, $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si,max}$, $\theta_{tb,si,min} \geq \theta_{si,min}$.

Розрахунок товщини утеплювача виконуємо відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ 9191:2022 для умов експлуатації Б (вологий).

Опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$$

де $h_{si} = 23$ – коефіцієнт теплоіддачі зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, по дод. Б ДСТУ 9191:2022;

$h_{se} = 8.7$ – коефіцієнт теплоіддачі внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$, приймається по дод. Б ДСТУ 9191:2022;

R_i – тепловий опір i -го шару конструкції, $(\text{м}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;

d_i – товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} – теплопровідність i -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$, приймається згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022;

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни розраховуємо за формулою:

Зам. №		$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1} R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1} \frac{a_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}$					
Зам. №		де $h_{si} = 23$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожжуваних конструкцій, Вт/(м² · К), по дод. Б ДСТУ 9191:2022;					
Підпис і дата		$h_{se} = 8.7$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожжуваних конструкцій, Вт/(м² · К), приймається по дод. Б ДСТУ 9191:2022;					
Підпис і дата		R_i – тепловий опір і-го шару конструкції, (м² · К)/Вт;					
Підпис і дата		a_i – товщина і-го шару конструкції, м;					
Підпис і дата		λ_{ip} – теплопровідність і-го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К), приймається згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022;					
Підпис і дата		Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни розраховуємо за формулою:					
№, № ориг.		19/23-РП -ПЗ					
№, № ориг.		Арк.					
№, № ориг.		9					
№, № ориг.		Зм. Кільк. Арк. № док. Підпис Дата					

$$R_{\Sigma \text{ np}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma_i}) + \sum_m (l_m \cdot \psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}$$

де A_{Σ} – загальна площа зовнішніх стін, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів, м^2 ;

A_i – площа i -ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів та площ ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними вклученнями, м^2 ;

R_{Si} – опір теплопередачі і-ої термічно однорідної частини конструкції, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m -го лінійного теплопровідного включення, Вт/(м·К) визначається згідно дод. Г ДСТУ 9191:2022;

l_m – лінійний розмір (проекція) m -го лінійного теплопровідного включення, м;

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j -го точкового теплопровідного включення, Вт/К визначається згідно дод. Д ДСТУ 9191:2022;

N_j – загальна кількість j – их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі озгороджувальних конструкцій без врахування площ внутрішніх цкосів, шт.

2.1.1 Зовнішні стіни

Таблиця 2.1.1.1 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції зовнішньої стіни тип 1

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/мК}$	Товщина шару $\delta_i, \text{м}$	Опір теплопередачі $R_i = \delta_i / \lambda_i$
1	Вапняно-піщана штукатурка	0.81	0.02	0.0247
2	Цегляна кладка з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині	0.81	0.38	0.4691
3	Клеюва суміш	0.93	0.01	0.0108
4	Утеплювач-мінераловатні плити по типу Izovat 135	0.038	0.15	3.9474
5	Вузькодифузійна вітрозахисна мембрана	0.3	0.002	0.0067
Всього			0.562	4.46

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8.7} + 4.46 + \frac{1}{23} = 4.62(\text{M}^2 \cdot \text{K})/\text{BT}$$

Таблиця 2.1.1.2 Теплопровідні вclusions та їх кількісне вираження для зовнішньої стіни

Зам. №. №		Найменування теплопровідного включення						Протя- жність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі $l_m, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Точковий коефіцієнт теплопередачі $N_j, \text{Вт}/\text{К}$	
Підпис і дата		Віконний та дверний відкос в зоні перемички						217.2	-	0.0810	-	
		Віконний відкос в зоні підвіконня						211.6	-	0.0640	-	
		Віконний та дверний відкос в зоні рядового примикання						458.9	-	0.0710	-	
		Дюбелі для кріплення утеплювача						-	9257	-	0.005	
№. № ориг.												
		Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	19/23-РП -ПЗ				Арк. 10

[illegible]

Таблиця 2.2.1 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції перекриття над техпідпіллям тип 1

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/м} \cdot \text{К}$	Товщина шару $\delta_i, \text{м}$	Опір $R_i = \delta_i/\lambda_i$
1.	Гомогенний лінолеум з вологовідвідною прокладкою	0.33	0.005	0.02
2.	Цементно-піщана стяжка	0.93	0.055	0.06
3.	Утеплювач – пінополістерол	0.037	0.03	1.35
4.	Круглопустотна плита перекриття	2.04	0.22	0.11
Всього			0.33	1.53

Опір теплопередачі термічно неоднорідної конструкції перекриття над неопалювальним підвалом

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5.9} + 1.53 + \frac{1}{17} = 1.76(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Таблиця 2.2.2 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції перекриття над техпідпіллям тип 2

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/м} \cdot \text{К}$	Товщина шару $\delta_i, \text{м}$	Опір $R_i = \delta_i/\lambda_i$
1.	Керамогранітна плитка на клею	1.1	0.02	0.02
2.	Цементно-піщана стяжка	0.93	0.04	0.04
3.	Утеплювач – пінополістерол	0.037	0.05	1.35
4.	Круглопустотна плита перекриття	2.04	0.22	0.11
Всього			0.33	1.52

Опір теплопередачі термічно неоднорідної конструкції перекриття над неопалювальним підвалом

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{5.9} + 1.52 + \frac{1}{17} = 1.75(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної конструкції перекриття над неопалювальним підвалом становить: $R_{\Sigma \text{пр}} = 1.76(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$, коефіцієнт теплопередачі перекриття над техпідпіллям визначаємо за формулою Б.20 ДСТУ 9190:2022: $U_f = \frac{1}{R_{\Sigma \text{пр}}} + P \cdot \psi_{\text{пер}} = 63.5 \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

де P – периметр підлоги техпідпілля, м;

$R_{\Sigma \text{пр}}$ – приведений опір теплопередачі перекриття над техпідпіллям, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

$\psi_{\text{пер}}$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення стін з перекриттям над техпідпіллям, згідно з ДСТУ ISO 14683:2007 – $\psi_{\text{пер}} = 0.6$;

Таблиця 2.2.3 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції підлоги техпідпілля

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт/м} \cdot \text{К}$	Товщина шару $\delta_i, \text{м}$	Опір $R_i = \delta_i/\lambda_i$
1.	Цементно-піщана стяжка	0.93	0.07	0.0753
2.	Бетона стяжка	2.04	0.15	0.0735
3.	Піщана підготовка	0.58	0.15	0.2586
Всього			0.37	0.41

Визначаємо характерні розміри підлоги техпідпілля: $B' = \frac{A}{0.5 \cdot P} = 9.04 \text{м}$

Визначаємо еквівалентну товщину підлоги за формулою:

Зам. №	Підпис і дата	№ аркуша							Арк.
			19/23-РП-ПЗ						14
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

$$d_g = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_g + R_{se}) = 1.6\text{M}$$

де A – площа підлоги техпідпілля, м^2 ;

P – периметр підлоги техпідпілля, м;

R_g – термічний опір підлоги, включаючи всі шари, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$;

w – загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, м;

$\lambda = 2.0 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ – теплопровідність ґрунту, згідно з додатком Б табл. Б.1 ДСТУ 9190:2022;

$R_{si} = 0.1 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – тепловий внутрішній поверхневий опір, згідно з додатком Б п. 6.2 ДСТУ 9190:2022 становить;

$R_{se} = 0.043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір, згідно з додатком Б табл. Б.2 ДСТУ 9190:2022.

Оскільки, $z = 0.5$, то коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту визначаємо за формулою (Б.22) ДСТУ 9190:2022: $U_g = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_g} \cdot \ln\left(\frac{\pi B'}{d_g} + 1\right) = 0.39 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

де U_{bf} – коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту, що визначається згідно з п. Б.1.2.2 ДСТУ 9190:2022;

z – висота стіни, що контактує із ґрунтом (стіни, що розміщені нижче планувальної відмітки землі) – $z = 0.5\text{м}$;

Таблиця 2.2.4 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції стіни неопалювального підвалу (тип 1), що контактують з повітрям

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності λ_i , Вт/м · К	Товщина шару δ_i , м	Опір $R_i = \delta_i/\lambda_i$
1.	Вапняно-піщаний розчин	0.81	0.01	0.01
2.	Фундаментні блоки	2.04	0.4	0.20
3.	Гідроізоляція	0.17	0.01	0.06
4.	Клейова суміш	0.93	0.01	0.01
5.	Пінополістерольні плити	0.036	0.05	1.39
6.	Гідроізоляційна штукатурка з двома шарами армосітки	0.93	0.01	0.01
7.	Декоративна "камінцева штукатурка"	0.93	0.005	0.01
Всього			0.50	1.68

Опір теплопередачі стін (тип1), що контактують з повітрям: $R_{\Sigma \text{пр}} = 1.81(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

Коефіцієнт теплопередачі стін неопалювального підвалу над рівнем землі: $U_w = 1/R_{\Sigma \text{np}} = 0.55 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем визначаємо за формулою (Б.23) ДСТУ 9190:2022:

$$U_x = 2 \cdot \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'} = 0.12 \text{ BT}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

де h – висота відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям, м;

U_w – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м² · К) ;

 ε – площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору, $\text{м}^2/\text{м}$;

v – середня швидкість вітру, м/с визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27, як середня швидкість вітру за переважним напрямом в січні;

f_w – ступінь вітотрибути, визначається згідно з таблицею Б.3 ДСТУ 9190:2022.

Коефіцієнт теплопередачі системи озгороджувальних конструкцій технічного підпілля визначаємо за формулою:

Зам. №. №	зовнішнім середовищем визначаємо за формулою (Б.23) ДСТУ 9190:2022.: $U_x = 2 \cdot \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'} = 0.12 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ де h – висота відмітки ґрунту до верхньої відмітки перекриття над технічним підпіллям, м; U_w – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м² · К) ; ε – площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору, м²/м; v – середня швидкість вітру, м/с визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27, як середня швидкість вітру за переважним напрямом в січні; f_w – ступінь вітотзахисту, визначається згідно з таблицею Б.3 ДСТУ 9190:2022. Коефіцієнт теплопередачі системи озгороджувальних конструкцій технічного підпілля визначаємо за формулою:						Арк.
	19/23-РП -ПЗ						
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

$$U = 1 / \left(\frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} \right) = 0.51 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Відповідно приведеній опір теплопередачі перекриття над неопалювальним підвалом буде рівний: $R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{U} = 1.96 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

У відповідності формулою (4) ДБН В.2.6-31:2021: $R_{\Sigma \text{пр}} = 1.96 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} < R_{q \text{ min}} = 5.0 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ – умова не виконується.

Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту $H_g, \text{Вт}/\text{К}$, розраховуємо за формулою: $H_g = A \cdot U + P \cdot \psi_g = 350.8 \text{ Вт}/\text{К}$

де $\psi_g = 1.04$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту із зовнішньою стіною, згідно з дод. Г ДСТУ 9191:2022.

2.3 Оцінка тепловологісного стану озорозжувальних конструкцій

Тепловологісний стан зовнішніх озорозжувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-192:2013. Оцінка тепловологісного стану при проектуванні зовнішніх озорозжувальних конструкцій виконується для забезпечення заходів щодо:

- запобігання можливості зволоження матеріалів озорозжувальної конструкції;
- уникнення можливості конденсації водяної пари на внутрішній поверхні озорозжувальної конструкції;
- запобігання можливості конденсації водяної пари в товщі озорозжувальної конструкції;
- забезпечення умови від'ємного або нульового річного балансу волози в товщі озорозжувальних конструкцій (умови виведення за період вологовіддачі всієї волози, що сконденсувалася за період вологонакопичення).

2.3.1 Зовнішні стіни

Розрахункові параметри шарів конструкції зовнішньої стіни наведено у таблиці (див. Таблиця 2.3.1.1) дані прийнято згідно ДСТУ 9191:2022, опір теплопередачі прийнято згідно розрахунку та опір паропроникності визначаємо за формулою:

$$R_{e\Sigma} = \sum_{j=1}^n \frac{\delta_j}{\mu_j}$$

Таблиця 2.3.1.1 Розрахункові характеристики матеріалів у складі зовнішньої стіни

Шар конструкції	Товщина шару	Густина	Теплопр-відність	Тепловий опір	Коефіцієнт паропр-никності	Опір паропр-никненню
	$\delta, \text{м}$	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$R, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$\mu, \text{мг}/(\text{м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па})$	$R_{e\Sigma}, (\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па})/\text{мг}$
Вапняно-піщана штукатурка	0.020	1600	0.810	0.025	0.120	0.17
Цегляна кладка з керамічної	0.380	1800	0.810	0.469	0.110	3.45
Клейова сцміш	0.010	1800	0.930	0.011	0.090	0.11
Утеплювач-мінераловатні плити по типу Izovat 135	0.150	130	0.038	3.947	0.430	0.35
Вузькодифузійна вітрозахисна мембрана	0.002	1600	0.300	0.007	0.000	181.82

Виконуємо розрахунок розподілу температури по товщині конструкції зовнішньої стіни за формулою: $t(x) = t_B - \frac{t_B - t_{\text{зов}}}{R_{\Sigma}} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_X \right)$

Зам. №	№	Підпис і дата	№	ориг.	19/23-РП -ПЗ						Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата						16

$t_{\text{зов}}$ – температура зовнішнього повітря, °С, приймається для кожного розрахункового місяця;

x – відстань між внутрішньою поверхнею озоролжувальної конструкції та розрахункового шару, м.

Відповідно до дод. Б ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаємо парціальний тиск насичення водяної пари на внутрішній E_B та зовнішній E_3 поверхнях озоролжувальної конструкції та розподіл парціального тиску насиченої водяної пари по товщині конструкції зовнішньої стіни E_x за розподілом температури $t(x)$ в товщі конструкції зовнішньої стіни.

Відповідно ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 визначаємо парціальні тиски водяної пари, на внутрішній e_B та зовнішній поверхнях конструкції зовнішньої стіни за формулами: $e_B = 0,01 \cdot \phi_B \cdot E_B$, $e_3 = 0,01 \cdot \phi_3 \cdot E_3$

Для розрахунку парціальний тиск насичення водяної пари на внутрішній поверхні конструкції зовнішньої стіни приймаємо $E_B = 2340 \text{ Па}$ та парціальний тиск водяної пари $e_B = 0,01 \cdot 50 \cdot 2340 = 1170 \text{ Па}$.

Результати розрахунку розподілу температури, парціального тиску насичення водяної пари та парціального тиску водяної пари відповідно до температури зовнішнього повітря зводимо у таблицю (див. Таблиця 2.3.1.2)

Таблиця 2.3.1.2 Розподіл температури, парціального тиску насичення водяної пари та парціального тиску водяної пари відповідно до температури зовнішнього повітря по місяцям

x, м	Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0.000	$t(x)$	20.34	20.37	20.48	20.69	20.85	20.93	20.97	20.95	20.82	20.67	20.51	20.39
	E_x	2389	2394	2411	2442	2465	2476	2482	2479	2460	2438	2414	2398
0.020	$t(x)$	20.20	20.23	20.37	20.62	20.82	20.92	20.96	20.94	20.78	20.60	20.40	20.26
	E_x	2368	2373	2395	2431	2460	2474	2481	2477	2454	2427	2398	2379
0.400	$t(x)$	17.49	17.64	18.27	19.36	20.21	20.63	20.84	20.73	20.03	19.24	18.39	17.79
	E_x	2000	2019	2101	2248	2370	2432	2463	2446	2344	2232	2118	2038
0.410	$t(x)$	17.43	17.58	18.22	19.33	20.19	20.62	20.83	20.72	20.01	19.21	18.35	17.73
	E_x	1992	2012	2094	2244	2368	2431	2463	2445	2341	2228	2112	2030
0.560	$t(x)$	-5.32	-4.20	0.51	8.71	15.06	18.23	19.77	18.95	13.73	7.79	1.44	-3.07
	E_x	390	429	636	1126	1712	2096	2306	2190	1570	1058	679	473
0.562	$t(x)$	-5.36	-4.23	0.48	8.69	15.05	18.23	19.77	18.95	13.72	7.77	1.41	-3.11
	E_x	389	429	634	1124	1711	2096	2305	2190	1569	1057	677	472
E_3		412	452	675	1148	1729	2105	2310	2197	1588	1081	700	496
e_3		342	357	500	758	1072	1431	1594	1494	1175	832	588	422

Розподіл температури у товщі зовнішньої стіни відображаємо на графіку залежності температури шару конструкції від температурних характеристик відповідного місяця року (Рис. 2.3.1.1).

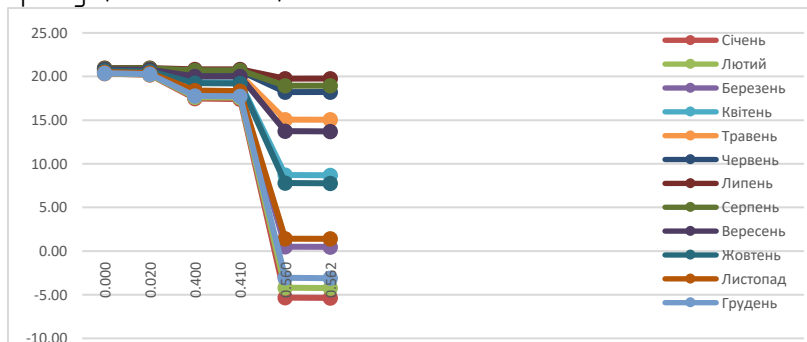
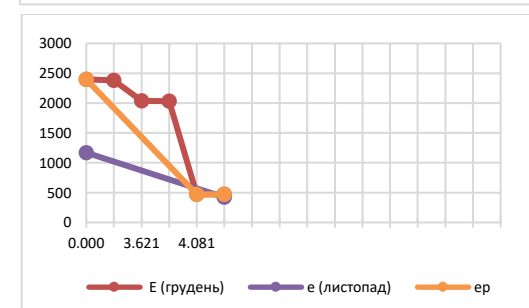


Рис. 2.3.1.1 Графік розподілу температури в товщі зовнішньої стіни по місяцям

Зам. №	
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						19/23-РП -ПЗ		Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			17

a)



Оскільки лінії E та e в січні, лютому, березні та грудні перетинаються, що свідчить про конденсацію вологи в товщі огорожувальної конструкції, будуюмо лінію розрахункового тиску водяної пари e_p . Лінію e_p будують, проводячи дотичні з точок

на поверхнях конструкцій, що відповідають значенням парціального тиску внутрішнього і зовнішнього повітря до лінії розподілу насиченої водяної пари E .

За розподілом парціальних тисків на Рис. 2.3.1.2 встановлено, що конденсація відбувається на межі між шаром утеплювача з мінераловатних плит та шаром опоряджувальної штукатурки.

Відповідно до графіків наведених на Рис. 2.3.1.2 для періоду вологонакопичення виконуємо розрахунок кількості вологи, що конденсувалася в конструкції за формулою: $W = \tau \cdot (i_B - i_3) \cdot 10^{-6} (\text{кг/м}^2)$

де i_B – кількість водяної пари, що надходить до зони зі сторони приміщення
 $i_B = \frac{e_B - E_B}{R_{eB}} (\text{мг/(м}^2 \cdot \text{год)})$;

i_3 – кількість водяної пари, що виводиться назовні, $i_3 = \frac{E_3 - e_3}{R_{e3}} (\text{мг/(м}^2 \cdot \text{год)})$;

τ – час, протягом якого відбувається процес паропроникнення, год .

Розрахунок поглинання та випаровування водяної пари за місяцями наведено в таблиці (див. Таблиця 2.3.1.3)

Таблиця 2.3.1.3 Річний баланс вологи в товщі зовнішньої стіни

Місяць року	Кількість вологи, що сконденсувалася в озгороджувальній конструкції, (кг/м ²)	Кількість вологи, що випарувалася із зони конденсації, (кг/м ²)
Січень	0.0853	0
Лютий	0.0724	0
Березень	0.0529	0
Квітень	0.0000	0.0113
Травень	0	0.0889
Червень	0	0.1349
Липень	0	0.1670
Серпень	0	0.1518
Вересень	0	0.0679
Жовтень	0.0000	0.0027
Листопа	0.0457	0
Грудень	0.0744	0
Всього	0.331	0.624

Відповідно до розрахунку найбільш зволожений шар зовнішньої штукатурки, тому згідно п.4.2.11 ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 приріст вологи рівний:

$$\Delta W = \frac{W}{\delta_K \cdot \rho_K} \cdot 100\% = \frac{0.331}{0.15 \cdot 135} \cdot 100\% = 2.4\%$$

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 для зовнішніх озгороджувальних конструкцій опалювальних будинок обов'язкове виконання умови:

$\Delta W \leq \Delta W_d = 2.4 < 2.5\%$ – **умова виконується**

де ΔW – збільшення вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому відбувається конденсація вологи за холодний період року;

$\Delta W_d = 2.5\%$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого відбувається конденсація вологи, що встановлюється згідно з таблицею 5 ДБН В.2.6-31:2021.

Оскільки умова відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 виконується, то збільшення вологості шару утеплювача з мінераловатних плит за період вологонакопичення є допустима.

Зам. №	Підпис і дата	№ аркуша	$\Delta W = \frac{W}{\delta_K \cdot \rho_K} \cdot 100\% = \frac{0.331}{0.15 \cdot 135} \cdot 100\% = 2.4\%$ Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалювальних будиноків обов'язкове виконання умови: $\Delta W \leq \Delta W_{\text{д}} = 2.4 < 2.5\%$ – умова виконується де ΔW – збільшенні вологості матеріалу у товщі шару конструкції, в якому відбувається конденсація вологи за холодний період року; $\Delta W_{\text{д}} = 2.5\%$ – допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого відбувається конденсація вологи, що встановлюється згідно з таблицею 5 ДБН В.2.6-31:2021. Оскільки умова відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 виконується, то збільшення вологості шару утеплювача з мінераловатних плит за період вологонакопичення є допустима.						Арк.
			19/23-РП -ПЗ						19
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

2.4 Оцінка теплостійкості озгороджувальних конструкцій

2.4.1 Оцінка теплостійкості озгороджувальних конструкцій в літній період

Оскільки середня температура найбільш жаркого місяця (липня) менше 21°C ($18.2^{\circ}\text{C} < 21^{\circ}\text{C}$), то згідно з п.5.8. ДБН В.2.6-31:2021 теплостійкість озгороджувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти.

2.4.2 Оцінка теплостійкості приміщень в зимовий період

Оцінку теплостійкості визначаємо для кутової кімнати другого поверху.

Розрахункові параметри для оцінки теплостійкості приміщень наведені у таблиці (див. Таблиця 2.4.2.1).

Таблиця 2.4.2.1 Розрахункові параметри клімату району будівництва, мікроклімату та геометричні параметри приміщення та безрозмірні коефіцієнти

Назва параметру	Поз.	Од. вим.	Озгороджувальна конструкція		
			Зов. стіни	Віконні блоки	Горищне перекриття
Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні озгороджувальної конструкції (згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022)	$\alpha_{\text{вн}}$	$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	8.7	8	10
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні озгороджувальної конструкції згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022)	$\alpha_{\text{зов}}$	$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	23	23	6
Коефіцієнт, що враховує неоднорідність влаштування конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками (за пунктом 5.5 ДСТУ -Н Б В.2.6-190:2013)	k	-	0.85	1	0.85
Площа внутрішньої поверхні конструкцій	$F_{\text{НП}} (F_{\text{СП}})$	м^2	21.1	3.2	16.2
Температура внутрішнього повітря (згідно з табл. В.2 ДБН В.2.6-31:2021)	$t_{\text{вн}}$	$^{\circ}\text{C}$	21		
Температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92 (згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	$t_{\text{зов}}$	$^{\circ}\text{C}$	-22		
Коефіцієнт нерівномірності тепловіддачі системи опалення згідно табл. 1 ДСТУ -Н Б В.2.6-190:2013	m	-	0.1		
Площа приміщення	F	м^2	16.2		
Висота приміщення	h	м	2.85		
Об'єм приміщення	V	м^3	46.17		

Зовнішні стіни знаходяться під кутом 90° по відношенню одна до одної. Приведений опір теплопередачі становить $R_{\Sigma \text{пр}} = 3.34(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$. Приведений опір теплопередачі горищного переkritтя $R_{\Sigma \text{пр}} = 4.51(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$. Віконні блоки — металопластикові $R_{\Sigma \text{пр}} = 0.74(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

При розрахунках враховуються основні шари конструкції (починаючи з внутрішньої поверхні озгороджувальної конструкції), їх теплофізичні характеристики приймаються згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022. Теплофізичні характеристики

Зам. №	№	Підпис і дата	№	ориг.	19/23-РП -ПЗ						Арк.
											20
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата						

матеріалів шарів конструкції та розрахунок теплової інерції кожного шару непрозорої озгороджувальної конструкції наведені: для зовнішніх стін Таблиця 2.4.2.2; для зорищного перекриття Таблиця 2.4.2.2

Таблиця 2.4.2.2 Розрахункові характеристики теплової інерції матеріалів у складі зовнішньої стіни

Шар конструкції	Товщина шару $\delta, \text{м}$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації Б		Тепловий опір, $R, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Теплова інерція $D = R \cdot s$
		Теплопровідність, $\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Коефіцієнт теплозасвоєння $s, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$		
Вапняно-піщана штукатурка	0.020	0.810	9.76	0.025	0.24
Цегляна кладка з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині	0.380	0.810	10.12	0.469	4.75
Клейова суміш	0.010	0.930	11.09	0.011	0.12
Утеплювач-мінераловатні плити по типу Izovat 135	0.150	0.038	0.63	3.947	2.49
Вузькодифузійна вітрозахисна мембрана	0.002	0.300	8.56	0.007	0.06

Оскільки перший внутрішній шар озгородження стіни має теплову інерцію менше ніж один $D_1 = 0.24 < 1$, а $D_1 + D_2 = 0.24 + 4.75 = 4.99 > 1$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначаємо за формулою:

$$Y_b = \frac{R_1 \cdot s_1^2 + s_2}{1 + R_1 \cdot s_2} = 9.98 \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Таблиця 2.4.2.3 Розрахункові характеристики теплової інерції матеріалів у складі зорищного перекриття

Шар конструкції	Товщина шару $\delta, \text{м}$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації Б		Тепловий опір, $R, \text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Теплова інерція $D = R \cdot s$
		Теплопровідність, $\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Коефіцієнт теплозасвоєння $s, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$		
Вапняно-піщана штукатурка	0.020	0.810	9.76	0.025	0.24
Круглопустотна плита	0.220	2.040	18.95	0.108	2.04
Утеплювач (існуючий)-гравій керамзитовий	0.050	0.120	1.30	0.417	0.54
Цементно-піщаний розчин	0.030	0.930	11.09	0.032	0.36
Пароізоляція	0.002	0.300	8.56	0.007	0.06
Утеплювач (проект) - мінераловатні плити по типу IZOVAT 145	0.200	0.038	0.63	5.263	3.32
Гідроізоляція	0.002	0.300	8.56	0.007	0.06

Оскільки перший внутрішній шар озгородження стіни має теплову інерцію менше ніж один $D_1 = 0.24 < 1$, а $D_1 + D_2 = 0.24 + 2.04 = 2.28 > 1$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначаємо за формулою:

Зам. №	Ваняно-піщина шпукатурка						0.020	0.810	9.76	0.023	0.24	
	Круглопустотна плита						0.220	2.040	18.95	0.108	2.04	
	Утеплювач (існуючий)-гравій керамзитовий						0.050	0.120	1.30	0.417	0.54	
	Цементно-піщаний розчин						0.030	0.930	11.09	0.032	0.36	
Підпис і дата	Пароізоляція						0.002	0.300	8.56	0.007	0.06	
	Утеплювач (проект) - мінераловатні плити по типу IZOVAT 145						0.200	0.038	0.63	5.263	3.32	
	Гідроізоляція						0.002	0.300	8.56	0.007	0.06	
№, № ориг.	Оскільки перший внутрішній шар озгородження стіни має теплову інерцію менше ніж один $D_1 = 0.24 < 1$, а $D_1 + D_2 = 0.24 + 2.04 = 2.28 > 1$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначаємо за формулою:											
							19/23-РП -ПЗ					Арк.
												21
		Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

$$Y_B = \frac{R_1 \cdot s_1^2 + s_2}{1 + R_1 \cdot s_2} = 14.51 \text{BT}/(\text{M}^2 \cdot \text{K})$$

Розраховуємо коефіцієнти теплопоглинання внутрішньою поверхнею світлопрзорих і непрозорих конструкцій: – для непрозорих конструкцій: $B_{\text{нп}} = 1/(\alpha_{\text{вн}} + 1/Y_{\text{в}})$; – для світлопрзорих конструкцій: $B_{\text{сп}} = 1/(1.08 \cdot R_{\Sigma \text{сп}})$.

Таблиця 2.4.2.4 Коефіцієнт теплопоглинання внутрішньою поверхнею зовнішньої оздоровчальної конструкції

Назва параметру	Огороджувальна конструкція		
	Зовнішні стіни	Віконні блоки	Горишне перекриття
Коефіцієнт теплопоглинання внутрішньою поверхнею	4.65	1.24	5.92

Визначаємо тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку:

$$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{BH}} - t_{\text{30B}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_{\text{HП}}}{R_{\Sigma j \text{HП}} \cdot k} + \frac{F_{\text{CП}}}{R_{\Sigma \text{CП}}} \right] = 564.0 \text{Bт}$$

Визначаємо тепловтрати будівлі за рахунок інфільтрації та вентиляції:

$$Q_{\text{нф}} = 0,27 \cdot (t_{\text{BH}} - t_{30\text{B}}) \cdot V = 536,0 \text{ BТ}$$

Загальні тепловтрати приміщення становлять:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{инф}} = 1100.0 \text{ ВТ}$$

Визначаємо амплітуду коливань температури приміщення:

$$A_{tB} = \frac{0,7 \cdot Q_{np} \cdot \tau}{B_{np} \cdot F_{np} + B_{сп} \cdot F_{сп}} = 0,39^{\circ}\text{C}$$

Амплітуда коливань температура приміщення не перевищує нормативного значення 1.5°C і становить 0.39°C , що задовільняє умови п. 5.8 ДБН В.2.6-31:2021 $A_{\text{тв}} \leq 1.5^{\circ}\text{C}$.

2.5 Оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій (зовнішні стіни)

Розрахункова оцінка повітропроникності зовнішніх огорожувальних конструкцій визначається згідно ДСТУ Б В.2.6-191:2013.

Відповідно до п.4 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 для огорожувальних конструкцій опалювальних будівель обов'язкове виконання умови: $G^K \leq G_H^K$

де G^k – повітропроникність огорожувальних конструкцій, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, яка визначається згідно з розрахунком ДСТУ Б В.2.6-191:2013;

G_H^K – нормативна повітропроникність озгороджувальних конструкцій, кг/(м² · год), яка відповідно до табл. 1 ДСТУ Б В.2.6-191:2013 становить:

- зовнішні непрозорі конструкції громадських будинків: $G_H^K = 0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Визначаємо розрахункову різницю тисків Δp , Па за формулою:

$$\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_3 - \gamma_B) + 0,03 \cdot \gamma_3 \cdot v^2 \cdot \beta_v$$

де H – висота будинку від рівня підлоги 1-го поверху до верху парпету;

h_i – висота від рівня підлоги 1-го поверху до середини озгороджувальної конструкції i -го поверху для якого проводиться розрахунок;

γ_3, γ_B – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, визначається за формулами: $\gamma_3 = 3463/(273 + t_3)$; $\gamma_B = 3463/(273 + t_B)$;

v – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, повторювальність яких становить 16% та більше, яка приймається згідно з ДСТУ – Н Б В.1.1-27-2010;

β_v – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотню будівлі, який приймається відповідно до табл. 2 Б В.2.6-191:2013.

Зам. №	№	- зовнішні непрозорі конструкції громадських будинків: $G_H^k = 0,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. Визначаємо розрахункову різницю тисків $\Delta p, \text{Па}$ за формулою: $\Delta p = (H - h_i) \cdot (\gamma_3 - \gamma_B) + 0,03 \cdot \gamma_3 \cdot v^2 \cdot \beta_v$ де H – висота будинку від рівня підлоги 1-го поверху до верху паропету; h_i – висота від рівня підлоги 1-го поверху до середини огорожувальної конструкції і-го поверху для якого проводиться розрахунок; γ_3, γ_B – питома вага відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, визначається за формулами: $\gamma_3 = 3463/(273 + t_3)$; $\gamma_B = 3463/(273 + t_B)$; v – максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, повторювальність яких становить 16% та більше, яка приймається згідно з ДСТУ – Н Б В.1.1-27-2010; β_v – коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотлю будівлі, який приймається відповідно до табл. 2 Б В.2.6-191:2013.						
		Підпис і дата						
№, № ориг.								
							19/23-РП -ПЗ	Арк.
						22		
		Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.5.1 Визначення розрахункової різниці тисків зовнішніх стін 1-го поверху

Назва параметру	Поз.	Од. вим.	Значення
Висота будинку (від рівня підлоги першого поверху до верху витяжної шахти)	H	м	18.7
Висота від рівня підлоги першого поверху до середини озгороджувальної конструкції поверху, для якого виконується розрахунок	h	м	19
Температура внутрішнього повітря (згідно з табл. В.2 ДБН В.2.6-31:2021)	t_{BH}	°C	21
Температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю (згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	t_{30B}	°C	-22
Максимальна із середніх швидкостей вітру за румбами за січень, повторюваність яких становить 16% та більше	v	м/с	2.9
Коефіцієнт, що враховує зміну швидкості руху зовнішнього повітря	β_v	-	0.85
Питома вага зовнішнього повітря	γ_3	Н/м ³	13.8
Питома вага внутрішнього повітря	γ_B	Н/м ³	11.8
Розрахункова різниця тисків	Δp	Па	36.9

Визначаємо масову повітропроникність шарів конструкції за формулою:

$$G^{\Delta p} = G^{\Delta p_0} \cdot (\Delta p / \Delta p_0)^n$$

де $G^{\Delta p_0}$ – масова повітропроникність озгороджувальної конструкції при Δp_0 , яка визначається згідно з табл. 3 Б В.2.6-191:2013. Визначаємо повітропроникність однорідних ділянок стінової конструкції з послідовним розміщенням шарів при різниці тиску $\Delta p_0 = 10$ Па дані зводимо у таблицю (див. Таблиця 2.5.2);

$\Delta p_0 = 10$ Па – різниця тисків, за якою визначається масова повітропроникність конструкції експериментальним шляхом;

Δp – розрахункова різниця тиску;

n – показник фільтрації.

Повітропроникність багат шарової озгороджувальної конструкції визначаємо за формулою:

$$G^K = \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i / d}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$$

де δ_i – товщина i -то матеріалу багат шарового озгородження, м ;

d – товщина зразка матеріалу для якого здійснюється випробування повітропроникності, м.

Зам. №	
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						19/23-РП -ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.5.2 Склад зовнішньої стіни, повітропроникність однорідних шарів та розрахунок масової повітропроникності

Шар конструкції	Товщина шару	Товщина зразка випробування	Різнця тиску	Масова повітропроникність матеріалу	Показник фільтрації	Повітропроникність	Масова повітропроникність шару
	$\delta, \text{м}$	$d, \text{мм}$	$\Delta p_0, \text{Па}$	$G^{\Delta p_0}, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	n	$G^{\Delta p}, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	$G^K, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$
Ваніяно-піщана штукатурка	0.020	15	10	0.07	0.80	0.20	0.67
Цегляна кладка з керамічної цегли на цементно-піщаному розчині	0.380	380	10	0.56	0.80	1.59	0.06
Клейова суміш	0.010	15	10	0.03	0.80	0.08	0.87
Утеплювач-мінераловатні плити по типу Izovat 135	0.150	50	10	5.00	1.50	35.38	0.01
Вузькодіфузійна вітразахисна мембрана	0.002	2	10	0.00	0.80	0.08	1.67
$G^K = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i/d}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$							0.31

Отже, відповідно до ДСТУ Б В.2.6-191:2013 $G^K = 0.31 < G_H^K = 0.4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ – умова виконується, тому повітропроникність не перевищує допустимого значення.

3 Визначення енергетичних характеристик будівлі

Розрахунок енергетичних характеристик будівлі виконуємо згідно з ДСТУ 9190:2022. Згідно з п.6.3.2.2 ДСТУ 9190:2022 розподіл будівлі на теплові зони відсутній. Кондиціонована площа та об'єм будівлі відповідно становить: $A_f = 2382.0 \text{ м}^2$, $V_f = 6788.7 \text{ м}^3$.

3.1 Характеристики теплопередачі трансмісією

Для розрахунку приймаємо приведені оір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій, що розраховано в розділі 2 даної ПЗ.

Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначаються як для режиму опалення, так і для режиму охолодження та розраховується згідно з п. 8.2 ДСТУ 9190:2022. Загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$ (Вт/К), визначаємо: $H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$

де H_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

H_U – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

H_A – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

В загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g або H_U , складається з трьох доданків та розраховується за формулою: $H_x = b_{tr,x} \cdot \sum_i A_i \cdot U_i$

де $b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, $b_{tr,x} = 1$ – при розрахунку H_D ;

Згідно п. 8.2.2.2.2 ДСТУ 9190:2022 для H_g коефіцієнт $b_{tr,x}$ приймаємо рівний 1. Для розрахунку інших коефіцієнтів теплопередачі трансмісією поправочний коефіцієнт

Зам. №	де H_D – безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К; H_g – стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К; H_U – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані од’єми, Вт/К; H_A – узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К. В загальному випадку H_X , що відображає H_D , H_g або H_U , складається з трьох доданків та розраховується за формулою: $H_X = b_{tr,x} \cdot \sum_i A_i \cdot U_i$ де $b_{tr,x}$ – поправочний коефіцієнт, $b_{tr,x} = 1$ – при розрахунку H_D ; Згідно п. 8.2.2.2 ДСТУ 9190:2022 для H_g коефіцієнт $b_{tr,x}$ приймаємо рівний 1. Для розрахунку інших коефіцієнтів теплопередачі трансмісією поправочний коефіцієнт						
	Підпис і дата						
№ аркуша		19/23-РП –ПЗ					
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Арк.
							24

$b_{tr,x}$ згідно п. 8.2.2.3 приймаємо рівний поправочному коефіцієнту b_u і визначаємо за табл.3 ДСТУ 9190:2022.

A_i – площа і-го елемента оболонки будівлі, m^2 ;

U_i – приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, $Вт/(m^2 \cdot K)$, що становить $U_i = 1/R_{\Sigma пр}$.

Розрахунок загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією виконуємо в табличній формі (див. Таблиця 3.1.1)

Таблиця 3.1.1 Характеристики теплопередачі трансмісією

Вид огорожувальної конструкції	A_i , m^2	$R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/Вт$	U , $Вт/(m^2 \cdot K)$	ΔU_{tb} , $Вт/(m^2 \cdot K)$	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{x,H}$, $Вт/К$	$H_{x,C}$, $Вт/К$
Зовнішні стіни	1322.40	3.34	0.30	0.00	1.00	1.00	396.4	396.4
Зовнішні входні двері	15.17	0.71	1.41	0.00	1.00	1.00	21.3	21.3
Світлопрозорі конструкції	318.31	0.74	1.34	0.00	1.00	1.00	427.3	427.3
Перекрыття над технічним підпіллям	423.90	1.96	0.51	–	0.30	0.30	105.2	105.2
Горищні перекрыття	490.20	4.51	0.22	0.00	0.90	0.00	97.8	0.0
Всього							1048.1	950.3

Сумарна теплопередача трансмісією Q_{tr} , (кВт · год), згідно ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця і приведена для режиму опалення та охолодження:

Для режиму опалення:

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_C) \cdot t$$

Для режиму охолодження:

$$Q_{C,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,C} - \theta_C) \cdot t$$

де $H_{tr,adj}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, $Вт/К$, встановлений для різниці температур всередині-зовні;

$\theta_{int,set,H}$ – задана температура зони будівлі для опалення згідно ДСТУ 9190:2022;

$\theta_{int,set,C}$ – задана температура зони будівлі для охолодження, згідно табл. 16 ДСТУ 9190:2022;

θ_C – середньомісячна температура зовнішнього середовища, $^{\circ}C$ визначається для кожного розрахункового місяця згідно дод. А ДСТУ 9190:2022;

t – тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год згідно дод. А ДСТУ 9190:2022.

Сумарна теплопередача трансмісією для опалення та охолодження наведено у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно).

3.2 Характеристики теплопередачі вентиляцією

Загальна система охолодження в будівлі відсутня. Локальні (місцеві) охолоджувальні машини типу спліт відсутні. Централізована витяжна система вентиляції в будівлі відсутня. Вентиляція приміщень будівлі відбувається в природній спосіб за рахунок перепаду тиску в середині та зовні будівлі та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через нещільності в віконних конструкціях і відкриті елементи віконних, дверних конструкцій). Циркуляція повітря відбувається шляхом потрапляння свіжого повітря у приміщення шляхом провітрювання при відкриванні вікон та дверей. Відпрацьоване повітря виводиться через систему вентиляційних каналів, а також шляхом провітрювання приміщень.

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця і для режиму опалення та охолодження:

Для режиму опалення:

Зам. №	Підпис і дата	№, № ориг.	3.2 Характеристика теплопередач і вентиляцій						
			Загальна система охолодження в будівлі відсутня. Локальні (місцеві) охолоджувальні машини типу спліт відсутні. Централізована витяжна система вентиляції в будівлі відсутня. Вентиляція приміщень будівлі відбувається в природній спосіб за рахунок перепаду тиску в середині та зовні будівлі та повітропроникності огорожувальних конструкцій (через нещільності в віконних конструкціях і відкриті елементи віконних, дверних конструкцій). Циркуляція повітря відбувається шляхом потрапляння свіжого повітря у приміщення шляхом провітрювання при відкриванні вікон та дверей. Відпрацьоване повітря виводиться через систему вентиляційних каналів, а також шляхом провітрювання приміщень.						
Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця і для режиму опалення та охолодження:									
Для режиму опалення:									
							19/23-РП -ПЗ		Арк.
									25
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

$$Q_{ve} = H_{ve,adj,H} \cdot (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \cdot t$$

Для режиму охолодження:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj,C} \cdot (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \cdot t + Q_{ve,extra}$$

де $H_{ve,adj,H}$, $H_{ve,adj,C}$ – загальний коефіцієнт теплопередачі для опалення та для охолодження відповідно, Вт/К

$Q_{ve,extra}$ – теплопередача за рахунок нічного охолодження, Вт·год;

$\theta_{int,set,H}$ $\theta_{int,set,C}$ – задана температура зони будівлі для опалення та для охолодження відповідно °C, згідно з табл. 16 ДСТУ 9190:2022;

θ_e – середньомісячна температура зовнішнього середовища, °C визначається для кожного розрахункового місяця згідно дод. А ДСТУ 9190:2022;

t – тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год згідно дод. А ДСТУ 9190:2022.

Значення загального коефіцієнту теплопередачі вентиляцією визначаємо за формулою:

- Для оплечения: $H_{ve,adj,H} = \rho_a \cdot c_a \cdot (q_{ve,mn,H} \cdot b_{ve,H} + q_{inf,mn,H})$
- Для охлаждения: $H_{ve,adj,C} = \rho_a \cdot c_a \cdot (q_{ve,mn,C} \cdot b_{ve,C} + q_{inf,mn,C})$

де $\rho_a \cdot c_a$ – теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює $0.33 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^3 \cdot \text{К})$;

$q_{ve,mn,H}$, $q_{ve,mn,C}$ – усереднена за часом витрата повітря для вентиляції для опалення та для охолодження відповідно, м³/год;

$q_{inf,mn,H}$, $q_{inf,mn,C}$ – усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації для опалення та для охолодження відповідно, м³/год;

$b_{ve,H}, b_{ve,C}$ – температурний поправочний коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур у випадку, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища.

Усереднена за часом витрата повітря для вентиляції визначається згідно ДСТУ 9091:2022:

- Для опалення : $q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} \cdot t_{ve,H}/168 = 2424.5 \text{ м}^3/\text{год}$
- Для охолодження : $q_{ve,mn,C} = q_{ve,C} \cdot t_{ve,C}/168 = 2424.5 \text{ м}^3/\text{год}$

де $q_{ve,H}$, $q_{ve,C}$ – нормативна витрата повітря для опалення та для охолодження відповідно $8146.4 \text{ м}^3/\text{год}$ – для природньої вентиляції;

$t_{ve,H}$, $t_{ve,C}$ – період використання нормативної витрати вентиляційного повітря для опалення та для охолодження, 50год/тиждень.

Усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації визначається згідно ДСТУ 9091:2022:

- Для опалення : $q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,H}/168 = 347.6 \text{ м}^3/\text{год}$
- Для охолодження: $q_{inf,mn,C} = n_{inf,C} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,C}/168 = 389.2 \text{ м}^3/\text{год}$

де $n_{inf,H}$, $n_{inf,H}$ – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, визначено згідно формули (34) ДСТУ 9190:2022 $n_{inf,H} = 0.09 \text{ год}^{-1}$, $n_{inf,C} = 0.1 \text{ год}^{-1}$;

V_{ne} – об'єм зони призначений для вентиляції, 6788.7 м^3

θ_v – коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховується наявність внутрішніх озгороджувальних конструкцій, приймається 0.85.

$t_{inf,H}$, $t_{inf,C}$ — період використання витрати повітря для інфільтрації для періодів опалення та охолодження, для природньої вентиляції в лікувальних закладах згідно п. 9.2.3 ДСТУ 9190:2022 приймається **0 год/тиждень**.

Значення загального коефіцієнту теплопередачі:

Для опалювального періоду: $H_{\text{в.ад.н}} = 0.33 \cdot (2424.5 \cdot 1.0 + 347.6) = 1147.7 \text{ Вт/К}$;

для періоду охолодження: $H_{pe,ad,C} = 0.33 \cdot (2424.5 \cdot 1.0 + 389.2) = 1189.3 \text{ Вт/К}$

Зам. №. №	- Для охолодження: $q_{inf,mn,C} = n_{inf,C} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,C} / 168 = 389.2 \text{ м}^3/\text{год}$ де $n_{inf,H}$, $n_{inf,H}$ – кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, визначено згідно формули (34) ДСТУ 9190:2022 $n_{inf,H} = 0.09 \text{ год}^{-1}$, $n_{inf,C} = 0.1 \text{ год}^{-1}$; V_{ve} – об’єм зони призначений для вентиляції, 6788.7 м^3 ϑ_V – коефіцієнт зниження об’єму повітря в будівлі, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається 0.85. $t_{inf,H}$, $t_{inf,C}$ – період використання витрати повітря для інфільтрації для періодів опалення та охолодження, для природньої вентиляції в лікувальних закладах згідно п. 9.2.3 ДСТУ 9190:2022 приймається 0 год/тиждень. Значення загального коефіцієнту теплопередачі: Для опалювального періоду: $H_{ve,ad,H} = 0.33 \cdot (2424.5 \cdot 1.0 + 347.6) = 1147.7 \text{ Вт/К}$; для періоду охолодження: $H_{ve,ad,C} = 0.33 \cdot (2424.5 \cdot 1.0 + 389.2) = 1189.3 \text{ Вт/К}$							
	Підпис і дата							
№. № орг.							19/23-РП -ПЗ	Арк.
								26
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3.1 Характеристики внутрішніх теплонаходжень

Призначення будівлі	Кондиціо- нована площа приміщень, $A_f, \text{м}^2$	Графік викорис- тання, год/ тиждень	Метаболічна теплота, $\Phi_{int, Oc},$ Вт/м^2	Освітлення, $\Phi_{int, L},$ Вт/м^2	Облад- нання, $\Phi_{int, A},$ Вт/м^2	Сумарні внутрішні теплонадх- одження, $\Phi_{int},$ Вт/м^2
Будівлі навчальних закладів	2382.00	50	7	7	6	20

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно) та розраховані за формулою (56) ДСТУ 9190:2022 з врахуванням графіку використання згідно з табл.

$$7 \text{ ДСТУ 9190:2022: } Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,noc}}{N_m} \cdot (\sum_k \Phi_{int,mn,k} \cdot A_{f,k}) \cdot t + Q_{W,dis,rbl,m}$$

де N – графік використання, залежно від призначення будівлі, приймається згідно табл.6 ДСТУ 9190:2022, год/тиждень;

N_m – кількість дід у відповідному місяці;

N_m – кількість днів невикористання, залежно від призначення будівлі у відповідному місяці, приймається згідно табл.7 ДСТУ 9190:2022;

$\Phi_{int,mn,k}$ – усереднений за часом щільність теплового потоку від k-го внутрішнього джерела, залежно від призначення будівлі, Вт/м², приймається згідно з табл.6 ДСТУ 9190:2022;

t – тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год згідно дод. А ДСТУ 9190:2022;

$Q_{w,dis,rbl,m}$ – утилізаційні регулярні тепловтрати, Вт·год, у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що містяться в опалювальних приміщеннях за відповідний місяць (див. розділ 3.10 даної ПЗ).

3.4 Характеристика сонячних теплонакопичувачів

Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини світлопрозорих та епрозорих конструкцій визначені згідно з дод. А ДСТУ 9190:2022 і наведені у таблиці (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно).

Існуючі віконні блоки металопластикові з ПВХ-профілю монтажною глибиною 70мм з двокамерним склопакетом 4-10-4-10-4і та низькоемульсійним покриттям на зовнішньому склі.

Світлопрозорі конструкції мають наступні характеристики:

- коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії згідно табл. 8 ДСТУ 9190:2022 для потрібного скління з двома селективним низькоемісійним покриттям $g_n = 0.58$;

						19/23-РП -ПЗ	Арк.
							27
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- поправочний коефіцієнт для нерозсіюючого скління, приймають згідно п.11.3.3.2 ДСТУ Б 9190:2022 $F_W = 0.90$;

- коефіцієнт пропускання сонячної енергії $g_{gl} = g_n \cdot F_W$.

В якості засобів внутрішнього затінення передбачено, що використовуються кольорові текстильні завіси високої ефективності, понижувальний коефіцієнт згідно з табл. 9 ДСТУ 9190:2022 дорівнює $\varepsilon = 0.95$.

Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення: $g_{gl+sh} = g_{gl} \cdot \varepsilon$.

Загальна площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними наведена в таблиці (див. Таблиця 3.4.1).

Таблиця 3.4.1 Площа світлопрозорих конструкцій

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними, м ²					
Найменування конструкції	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.
Віконні блоки	36.61	108.03	35.02	138.65	–

Оскільки, згідно проектних даних засоби рухомого затінення відсутні, то коефіцієнт використання рухомого затінення $F_{sh,gl} = 1$.

Понижувальний коефіцієнт зовнішніми перешкодами визначаю згідно з п. 11.4.2 ДСТУ 9190:2022. Згідно архітектурно-конструктивних рішень у проектованій будівлі відсутні елементи затінення.

Понижувальний коефіцієнт затінення визначаємо за формулою: $F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$ де F_{hor} – частковий поправочний коефіцієнт затінення горизонту, визначається згідно табл. 12 ДСТУ 9190:2022;

F_{ov} – частковий поправочний коефіцієнт для звисів, визначається згідно табл. 13 ДСТУ 9190:2022;

F_{fin} – частковий поправочний коефіцієнт для ребер, визначають за даними табл. 14-1 та 14-2 ДСТУ 9190:2022.

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції – це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними наведена в таблиці (див. Таблиця 3.4.2).

Таблиця 3.4.2 Площа непрозорих елементів

Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними, м ²					
Найменування конструкції	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.
Зовнішні стіни	150.40	530.00	152.20	489.80	–

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{sol} розрахована за формулою ДСТУ 9190:2022:

$$A_{sol} = \alpha_{s,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c$$

де $\alpha_{s,c}$ – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною прийнято згідно з табл. 10 ДСТУ 9190:2022 (див. Таблиця 3.4.3);

$R_{se} = 0.043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини;

U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

A_c – площа проекції непрозорої частини, м².

Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$ з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розраховується за формулою ДСТУ 9190:2022:

$$A_{sol,w} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p}$$

де $A_{w,p}$ – загальна площа проекції застеленого елемента, м²;

Зам. №.	Підпис і дата	№. № ориг.	$A_{sol} = \alpha_{S,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c$ де $\alpha_{S,c}$ – безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною прийнято згідно з табл. 10 ДСТУ 9190:2022 (див. Таблиця 3.4.3); $R_{se} = 0.043\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ – тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини; U_c – коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; A_c – площа проекції непрозорої частини, м^2. Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$ з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розраховується за формулою ДСТУ 9190:2022: $A_{sol,w} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p}$ де $A_{w,p}$ – загальна площа проекції заскленого елемента, м^2;						Арк.
			19/23-РП -ПЗ						28
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

F_F – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заскленого елемента, $F_F = 0.3$ визначається згідно з п. 11.4.3 ДСТУ 9190:2022

Сонячні теплонадходження через k -ий елемент будівлі визначається за формулою:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k}$$

де $I_{sol,k}$ – сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності $Вт/м^2$, визначається згідно з дод. А ДСТУ 9190:2022;

$F_{r,k}$ – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають: $F_r = 1$ для даху; $F_r = 0,5$ для вертикальних поверхонь;

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

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot (5 \cdot \varepsilon) \cdot \Delta\theta_{er}$$

де $\Delta\theta_{er} = 11K$ – середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, прийнято згідно з п. 11.5.1 ДСТУ 9190:2022;

ε – коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею озородження, приймається згідно табл. 10 ДСТУ 9190:2022 (див. Таблиця 3.4.3).

Таблиця 3.4.3 Значення безрозмірних коефіцієнтів для непрозорих озорожувальних конструкцій

Найменування коефіцієнта	Найменування конструкції		
	Зовнішні стіни	Вхідні двері	Суміщене покриття
Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею озородження	0.70	0.80	–
Коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною	0.93	0.93	–

Таблиця 3.4.4 Еквівалентна площа інсоляції в період опалення з врахуванням затінення

Місяць	Параметр									
	Світлопрозорі елементи					Непрозорі елементи				
	Пн.Сх.	Пд.Сх.	Пд.Зх.	Пн.Зх.	Гор.	Пн.Сх.	Пд.Сх.	Пд.Зх.	Пн.Зх.	Гор.
Січень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Лютий	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Березень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Квітень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Травень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Червень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Липень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Серпень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Вересень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Жовтень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Листопад	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Грудень	13.38	39.47	12.80	50.66	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–

Зам. №	Підпис і дата	№ № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	19/23-РП -ПЗ	Арк.
							29

Таблиця 3.4.5 Еквівалентна площа інсоляції в період охолодження з врахуванням затінення

Місяць	Параметр									
	Світлопрозорі елементи					Непрозорі елементи				
	Пн.Сх.	Пд.Сх.	Пд.Зх.	Пн.Зх.	Гор.	Пн.Сх.	Пд.Сх.	Пд.Зх.	Пн.Зх.	Гор.
Січень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Лютий	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Березень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Квітень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Травень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Червень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Липень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Серпень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Вересень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Жовтень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Листопад	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–
Грудень	12.71	37.50	12.16	48.13	–	1.36	4.78	1.47	5.06	–

Таблиця 3.4.6 Характеристика сонячних теплонабходжень

Місяць	Параметр			
	t, год	$\Phi_r F_r$, Вт	Φ_{sol} , Вт	
			Період опалення	Період охолодження
Січень	744	459.4	2601	2463
Лютий	672	459.4	4603	4375
Березень	744	459.4	7306	6956
Квітень	720	459.4	8903	8481
Травень	744	459.4	11925	11367
Червень	720	459.4	12660	12069
Липень	744	459.4	12412	11832
Серпень	744	459.4	10717	10213
Вересень	720	459.4	8198	7808
Жовтень	744	459.4	4634	4404
Листопад	720	459.4	1959	1850
Грудень	744	459.4	1628	1534

3.5 Динамічні параметри

Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є важка, відповідно згідно з табл. 15 ДСТУ 9190:2022 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Внутрішня теплоємність будівлі розраховується згідно з формулою ДСТУ 9190:2022 і становить: $C_m = C \cdot A_f = 190560.0 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Часова константа будівлі розраховується за формулою ДСТУ 9190:2022 і становить:

$$\text{Для режиму опалення: } \tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \approx 65.20 \text{ год}$$

Зам. №	№
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						19/23-РП -ПЗ	Арк.
							30
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Для режиму охолодження: $\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}} \approx 67.50 \text{ год}$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ розрахований для кожного місяця згідно з формулами ДСТУ 9190:2022 на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти H і числового параметра γ_H наведений у табл. 12 розрахований за формулою: $\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}$

Безрозмірний числовий параметр α_H визначається за формулою ДСТУ 9190:2022 і становить: $\alpha_H = \alpha_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 5.35$

де $\alpha_{H,0}, \tau_{H,0}$ – довідковий безрозмірний числовий параметр та часова константа ($\alpha_{H,0} = 1, \tau_{H,0} = 15 \text{ год}$).

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження $\eta_{C,ls}$ розрахований для кожного місяця згідно з формулами ДСТУ 9190:2022 на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти C і числового параметра γ_C наведений у табл. 13 розрахований за формулою: $\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}}$

Безрозмірний числовий параметр α_C визначається за формулою ДСТУ 9190:2022 і становить: $\alpha_C = \alpha_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 5.50$

де $\alpha_{C,0}, \tau_{C,0}$ – довідковий безрозмірний числовий параметр та часова константа ($\alpha_{C,0} = 1, \tau_{C,0} = 15 \text{ год}$).

3.6 Внутрішні умови

Задана температура на опалення будівлі визначена за ДСТУ 9190:2022 на підставі заданих розрахункових температур повітря внутрішніх приміщень, прийнятих згідно табл. 16 ДСТУ 9190:2022, і становить $\theta_{int,H,set} = 20^\circ\text{C}$. Задана температура на охолодження згідно табл. 16 ДСТУ 9190:2022 становить $\theta_{int,C,set} = 24^\circ\text{C}$

3.7 Енергопотреби для опалення та охолодження

Енергопотреби для кожного місяця розраховуються згідно з формулами ДСТУ 9190:2022 та наведені у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно).

Для режиму опалення: $Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} - Q_{ve,pre_heat}$

Для режиму охолодження: $Q_{C,nd} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} \cdot (Q_{C,ht} + Q_{ve,pre_heat})$

де $Q_{H,ht}, Q_{C,ht}$ – сумарна теплопередача в режимі опалення та охолодження відповідно, Вт · год ;

$Q_{H,gn}, Q_{C,gn}$ – сумарні теплонадходження в режимі опалення та охолодження відповідно, Вт · год ;

$\eta_{H,gn}$ – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень, визначається згідно п.12.2 ДСТУ 9190:2022, див. у таблиці Таблиця 3.7.1;

$\eta_{C,ls}$ – безрозмірний коефіцієнт використання втрат, визначається згідно п.12.3 ДСТУ 9190:2022, див. у таблиці Таблиця 3.7.2.

Сумарна теплопередача та теплові надходження для кожного місяця розраховується для режиму опалення та охолодження за формулами ДСТУ 9190:2022 та наведені у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно).

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

Річні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховані згідно з формулами ДСТУ Б А.2.2-12:2015 та наведені у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно):

Для режиму опалення: $Q_{H,nd,an} = \sum Q_{H,nd,i} / 1000$

Для режиму охолодження: $Q_{C,nd,an} = \sum Q_{C,nd,i} / 1000$.

Зам. №.	Підпис і дата	№. № ориг.	п.12.2 ДСТУ 9190:2022, див. у таблиці Таблиця 3.7.1; $\eta_{c,ls}$ — безрозмірний коефіцієнт використання втрат, визначається згідно п.12.3 ДСТУ 9190:2022, див. у таблиці Таблиця 3.7.2. Сумарна теплопередача та теплові надходження для кожного місяця розраховується для режиму опалення та охолодження за формулами ДСТУ 9190:2022 та наведені у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно). $Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$ $Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$ Річні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховані згідно з формулами ДСТУ Б А.2.2-12:2015 та наведені у таблицях (див. Таблиця 3.7.1 та Таблиця 3.7.2 відповідно): Для режиму опалення: $Q_{H,nd,an} = \sum Q_{H,nd,i}/1000$ Для режиму охолодження: $Q_{C,nd,an} = \sum Q_{C,nd,i}/1000$						Арк.		
			19/23-РП -ПЗ							31	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата						

Таблиця 3.7.1 Розрахунок енергопотреб при опаленні

Місяць	Параметр								
	$Q_{H,tr}$ кВт · год	$Q_{H,ve}$ кВт · год	$Q_{H,ht}$ кВт · год	Q_{sol} кВт · год	$Q_{H,int}$ кВт · год	$Q_{H,gn}$ кВт · год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт · год
Січень	19261	16811	36072	1935	9760	11695	0.32	1.00	24396
Лютий	16622	14508	31130	3093	9760	12853	0.41	0.99	18343
Березень	14816	12932	27747	5436	10441	15876	0.57	0.98	12224
Квітень	4150	3623	7773	3205	5050	8255	1.06	0.82	1036
Травень	3743	3267	7010	8872	9760	18632	2.66	0.37	0
Червень	1283	1120	2403	9115	10100	19216	8.00	0.13	0
Липень	156	136	292	9234	3295	12529	42.90	0.02	0
Серпень	780	681	1460	7973	3295	11268	7.72	0.13	0
Вересень	4603	4018	8621	5903	10441	16343	1.90	0.52	0
Жовтень	4640	4050	8689	1724	5390	7114	0.82	0.91	2190
Листопа	13659	11922	25580	1410	10441	11851	0.46	0.99	13834
Грудень	17545	15314	32859	1211	10781	11992	0.36	1.00	20902
Всього за рік:								92926	

Таблиця 3.7.2 Розрахунок енергопотреб при охолодженні

Місяць	Параметр								
	$Q_{C,tr}$ кВт · год	$Q_{C,ve}$ кВт · год	$Q_{C,ht}$ кВт · год	Q_{sol} кВт · год	$Q_{C,int}$ кВт · год	$Q_{C,gn}$ кВт · год	γ_C	$\eta_{C,gn}$	$Q_{C,nd}$ кВт · год
Січень	20292	21856	42147	1935	9760	11695	0.28	0.28	0
Лютий	17625	18861	36487	3093	9760	12853	0.35	0.35	0
Березень	16262	16812	33073	5436	10441	15876	0.48	0.48	0
Квітень	5132	4710	9841	3205	5050	8255	0.84	0.76	0
Травень	6222	4247	10469	8872	9760	18632	1.78	0.98	0
Червень	3900	1456	5356	9115	10100	19216	3.59	1.00	13863
Липень	2969	177	3146	9234	3295	12529	3.98	1.00	9384
Серпень	3535	885	4420	7973	3295	11268	2.55	1.00	6864
Вересень	6911	5223	12134	5903	10441	16343	1.35	0.94	0
Жовтень	5621	5265	10886	1724	5390	7114	0.65	0.63	0
Листопа	15121	15499	30620	1410	10441	11851	0.39	0.39	0
Грудень	18736	19909	38645	1211	10781	11992	0.31	0.31	0
Всього за рік:								30111	

3.8 Річне енергоспоживання при опаленні

Тривалість опалювального періоду прийнято фіксованою згідно з 15.3.3 ДСТУ 9190:2022 як громадська будівля становить 4680 годин.

Система опалення одноконтурна виконана чавунними радіаторами встановленими під вікнами без радіаційного захисту.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою ДСТУ 9190:2022 при цьому:

$$Q_{H,em,ls} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out}$$

Зам. №	Грудень							18736	19909	38645	1211	10781	11992	0.31	0.31	0		
	Всього за рік:															30111		
Підпис і дата	3.8 Річне енергоспоживання при опаленні																	
	Тривалість опалювального періоду прийнято фіксованою згідно з 15.3.3 ДСТУ 9190:2022 як громадська будівля становить 4680 годин. Система опалення однокрубна виконана чавунними радіаторами встановленими під вікнами без радіаційного захисту. Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначаються для кожного місяця за формулою ДСТУ 9190:2022 при цьому:																	
№, № ориг.	$Q_{H,em,ls} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out}$																	
							19/23-РП -ПЗ											Арк.
																		32
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата												

де $f_{hydr} = 1.09$ – коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи, згідно з табл. 18 ДСТУ 9190:2022;

$f_{im} = 1.00$ —коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення згідно п. 15.4.2.1 ДСТУ 9190:2022;

$f_{rad} = 1.00$ – коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, згідно п.15.4.2.3 ДСТУ 9190:2022;

η_{em} – загальний рівень ефективності для теплоідавальної складової системи у приміщенні, визначається за формулою:

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]} = 0.82$$

η_{str} – складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення, згідно з табл. 17 ДСТУ 9190:2022, $\eta_{str,1} = 0.88$ та $\eta_{str,2} = 0.82$, $\eta_{str} = (\eta_{str,1} + \eta_{str,2})/2 = 0.86$;

$\eta_{ctr} = 0.93$ – складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення, згідно з табл. 17 ДСТУ 9190:2022;

$\eta_{emb} = 1$ – складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем), згідно з табл. 17 ДСТУ 9190:2022;

$Q_{H,em,out}$ – енергія виходу від підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт·год, є енергопотребою для опалення за конкретний місяць $Q_{H,nd}$ див. табл. 3.12 даної ПЗ.

Тепловтрати підсистеми розподілення визначаються для кожного місяця за формулою ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{H,dis.ls,i} = \sum \psi_{L,j} \cdot (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an,i}$$

де $\psi_{l,i}$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі i -го трубопроводу, Вт/(м · К);

$\theta_{m,i}$ – середня температура теплоносія в зоні упродовж i -го місяця, °C, визначають за графіком наведеним на рис. В.2 ДСТУ 9190:2022;

$\theta_{i,i}$ – температура навколишнього середовища, °C;

 L_i —довжина трубопроводу, м;

j – індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними цмовами;

 $t_{op,an,i}$ —години опалення впродовж місяця, год.

Визначення годин опалення $t_{op,an}$ здійснюється з врахуванням наступних спрощень: з листопада по березень опалення неперервне, в жовтні та квітні — тривалість годин опалення становить половину тривалості відповідного місяця.

Результатом розрахунку загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів теплопроводів L_A, L_S, L_V згідно з рис.7 ДСТУ 9190:2022.

Трубопроводи типу L_V (розподільчі, що знаходяться в некондиціонованому технідпіллі), L_A (горизонтальні вітки) та L_S (стояки) ізольовані теплоізоляцією, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів. Довжина трубопроводів відповідного типу: $L_V = 106.0\text{м}$; $L_S = 655.0\text{м}$; $L_A = 445.0\text{м}$.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі трудопроводів визначені згідно з табл. 24 ДСТУ Б 9190:2022: $\psi_V = 0.2$; $\psi_S = 3.0$; $\psi_A = 3.0$

Утилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{H,dis,ls,rvd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} \cdot 0.9 \cdot \eta_{H,gn,i}$$

Неутилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{H,dis,ls,nrvd,i} = Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,rvd,i})$$

Енергію входу, що необхідна для підсистеми розподілення розраховують для кожного місяця за формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrvd,i}$

Зам. №	№	Трубопроводи типу L_V (розподільчі, що знаходяться в некондиціонованому технічному кліматі), L_A (горизонтальні вітки) та L_S (стояки) ізольовані теплоізоляцією, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів. Довжина трубопроводів відповідного типу: $L_V = 106.0\text{м}$; $L_S = 655.0\text{м}$; $L_A = 445.0\text{м}$. Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з табл. 24 ДСТУ Б 9190:2022: $\psi_V = 0.2$; $\psi_S = 3.0$; $\psi_A = 3.0$ Утилізовані тепловітрати розраховуються згідно з формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{H,dis,ls,rnd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} \cdot 0.9 \cdot \eta_{H,gn,i}$ Неутилізовані тепловітрати розраховуються згідно з формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{H,dis,ls,nrnd,i} = Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,rnd,i})$ Енергію входу, що необхідна для підсистеми розподілення розраховують для кожного місяця за формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrnd,i}$						Арк.
		19/23-РП-ПЗ						
		Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

де $Q_{H,dis,out,i}$ – енергія виходу підсистеми розподілення упродовж i -го місяця дорівнює енергії входу до підсистеми теплопередачі $Q_{H,em,in,i}$ для певної комбінації зон, що обслуговуються тією ж самою підсистемою розподілення визначається за формулою: $Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} + Q_{H,em,ls,i}$

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми виробництва/генерування теплоти. Згідно з формулою $Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i}$ ДСТУ 9190:2022 загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілення.

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти визначаються для кожного місяця за формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \cdot (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen}$

При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з табл. 27 ДСТУ 9190:2022 як для опалення газовим котлом від окремо розташованої котельні з попогодним регулюванням тепла в тепловому пінкмі становить: $\eta_{H,gen} = 86\%$

Загальне енергоспоживання при опаленні визначено для кожного місяця згідно з формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,ls,i}$

Річне енергоспоживання при опаленні розраховане згідно з формулою ДСТУ 9190:2022 $Q_{H,use,an} = \sum_i Q_{H,use,i} / 1000$

Всі розрахунки наведені в таблиці (див. Таблиця 3.8.1)

Таблиця 3.8.1 Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць	Параметр, кВт·год										
	$Q_{H,hd}$	$Q_{H,em,ls}$	$Q_{H,em,in}$ $= Q_{H,dis,out}$	$Q_{H,dis,ls}$	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$	$Q_{H,dis,ls,rbl}$	$Q_{H,dis,ls,rnd}$	$Q_{H,dis,ls,nrbd}$	$Q_{H,dis,in}$ $= Q_{H,gen,out}$	$Q_{H,gen,ls}$	$Q_{H,use}$
Січень	24396	7320	25861	144627	1080	143547	129166	15461	41322	6727	48049
Лютий	18343	5504	19447	128994	965	128029	115147	13848	33295	5420	38715
Березень	12224	3668	12968	135238	1020	134218	120378	14860	27828	4530	32358
Квітень	1036	311	1111	-23836	-76	-23760	-20301	-3535	-2424	-395	-2819
Травень	23	7	27	-49262	-158	-49104	-24521	-24740	-24713	-4023	0
Червень	0	0	0	-47673	-153	-47520	-8055	-39618	-39618	-6449	0
Липень	0	0	0	-49262	-158	-49104	-1562	-47699	-47699	-7765	0
Серпень	0	0	0	-49262	-158	-49104	-8703	-40559	-40559	-6603	0
Вересень	135	41	152	-47673	-153	-47520	-31375	-16298	-16145	-2628	0
Жовтень	2190	657	2331	-24631	-79	-24552	-21709	-2922	-591	-96	-687
Листопад	13834	4151	14668	129440	978	128462	115475	13965	28633	4661	33295
Грудень	20902	6272	22158	141003	1057	139946	125905	15098	37256	6065	43321
Всього за рік:										192232	

3.9 Загальне енергоспоживання при охолодженні

Тривалість періоду охолодження прийнято фіксованою згідно з додатком А табл. А.6 ДСТУ 9190:2022 і для смт. Бородянка Київської області становить 829,0 годин.

Проектом не передбачено системи охолодження, проводимо розрахунок для індивідуальних настінних кондиціонерів класу енергоефективності В ($\eta_{C,ac} = 93\%$).

Враховуючи $Q_{C,em,in,i} = Q_{C,em,out,i}$, а також відсутність підсистеми охолодження, то загальна енергія виходу з системи охолодження визначається згідно з формулою, з урахуванням, що підсистема розподілення відсутня взагалі ($Q_{C,dis,in} = Q_{C,nd}$):

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac} = 30111.0 / 0.93 = 32377.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Зам. №	Підпис і дата	№ № ориг.							Арк.	
									19/23-РП-ПЗ	
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	34	

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} = 32377.0 \cdot (1 - 2.4) / 2.4 = -18865.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з табл. 31 ДСТУ 9190:2022 і становить $\eta_{C,gen} = 2.4$.

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначається згідно з формулою:

$$Q_{C,ues} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 32377.0 - 18865.0 = 13512.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

3.10 Енергопотреби та енергоспоживання ГВП

Питома річна енергопотреба ГВП прийнята згідно з табл. 3. ДСТУ 9190:2022 і становить: $10 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$ – будівлі навчальних закладів.

Загальні енергопотреби ГВП становлять:

$$Q_{DHW,need} = 10 \cdot 2382.0 = 23820.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Централізоване гарячоводопостачання відсутнє. Гаряче водопостачання будівлі здійснюється за допомогою локальних електричних водонагрівачів (електричних бойлерів) "Арістон" 10л та "Титан" 200 та 300л, загальною потужністю 10,7 кВт. Температура гарячої води на виході – 55°C . Система автоматизації в будівлі відсутня. Система розподілу виконана з пропіленових теплоізованих трубопроводів, трубопроводи знаходяться в опалюваних приміщеннях. Рециркуляція відсутня. Облік спожитої гарячої води безпосередньо для будівлі не ведеться.

Тепловтрати підсистеми розподілення для системи ГВП, що розглядається, складаються з:

- Тепловтрат розподільчими трубопроводами до водорозбору гарячої води користувача;
- Тепловтрат використаної води при водорозборі.

Тепловтрати розподільчими трубопроводами від водонагрівача до водорозбору гарячої води користувача розраховуються згідно з формулою ДСТУ 9190:2022 для кожного місяця:

$$Q_{W,dis,ls} = Q_{W,dis,ls,D} + Q_{W,dis,ls,U}$$

де $Q_{W,dis,ls,D}$ – місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщених в опалювальних об'єктах, $\text{Вт} \cdot \text{год}$;

$$Q_{W,dis,ls,D} = \sum_j \psi_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot t_{W,j}$$

$Q_{W,dis,ls,U}$ – місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщених в неопалювальних об'єктах, $\text{Вт} \cdot \text{год}$;

$$Q_{W,dis,ls,U} = \sum_k \psi_{W,k} \cdot L_{W,k} \cdot (\theta_{W,dis,avg,k} - \theta_{amb,k}) \cdot t_{W,k}$$

Де $\psi_v = 0.2 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$, $\psi_s = 0.3 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$, $\psi_A = 0.4 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ – лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, приймається відповідно з табл. 24 ДСТУ 9190:2022;

$L_v = 0.0 \text{ м}$, $L_s = 25.0$, $L_A = 75.0 \text{ м}$ – довжина секції трубопроводу;

$\theta_{W,dis,avg} = 60^\circ\text{C}$ – середня температура гарячої води у секції трубопроводу;

$\theta_{amb} = 20^\circ\text{C}$ – середня температура середовища навколо секції трубопроводу в опалювальному об'єкті;

$\theta_{amb} = 5^\circ\text{C}$ – середня температура середовища навколо секції трубопроводу в неопалювальному об'єкті;

t_W – період користування ГВП год/місяць, приймається згідно додатка А ДСТУ 9190:2022.

Оскільки циркуляційний контур відсутній, то додаткові тепловтрати циркуляційного контуру підча зупинки циркуляції – $Q_{W,dis,ls,col,off} = 0.0$ (кВт · год).

Зам. №	№	$\sum_k \dot{Q}_{W,dis,ls,col,off}$ $\dot{Q}_{W,dis,ls,col,off}$ $\dot{Q}_{W,dis,ls,col,off}$ $\dot{Q}_{W,dis,ls,col,off}$						
		Де $\psi_v = 0.2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ $\psi_s = 0.3 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, $\psi_A = 0.4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ — лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, приймається відповідно з табл. 24 ДСТУ 9190:2022; $L_v = 0.0 \text{ м}$, $L_s = 25.0$, $L_A = 75.0 \text{ м}$ — довжина секції трубопроводу; $\theta_{W,dis,avg} = 60^\circ\text{C}$ — середня температура гарячої води у секції трубопроводу; $\theta_{amb} = 20^\circ\text{C}$ — середня температура середовища навколо секції трубопроводу в опалювальному од'ємі; $\theta_{amb} = 5^\circ\text{C}$ — середня температура середовища навколо секції трубопроводу в неопалювальному од'ємі; t_w — період користування ГВП год/місяць, приймається згідно додатка А ДСТУ 9190:2022. Оскільки циркуляційний контур відсутній, то додаткові теплоВтрати циркуляційного контуру підча зупинки циркуляції — $Q_{W,dis,ls,col,off} = 0.0$ (кВт · год).						
Підпис і дата	Дата	19/23-РП -ПЗ						Арк.
								35
№, № ориг.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Утилізаційні регулярні тепловтрати ГВП, виражають часткою тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що містяться в опалювальних приміщеннях та часткою додаткового енергоспоживання під час розподілення:

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls,D} \cdot f_{W,dis,ls,rbl} + W_{W,dis,aux,m} \cdot f_{W,dis,aux,rbl}$$

Де $W_{W,dis,aux}$ – споживання додаткової енергії для насоса за відповідний місяць, Вт · год; $W_{W,dis,aux} = P_{pmp} \cdot t_{pmp} \cdot N$

P_{pmp} – маркування потужності насоса, Вт;

t_{pmp} – час роботи насоса, приймаємо 24 год/добу;

N – кількість днів роботи насоса протягом відповідного місяця;

$f_{W,dis,ls,rbl}$ – частка тепловтрат підсистеми розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення, приймається 0.05;

$f_{W,dis,aux,rbl}$ – частка додаткового енергоспоживання при розподіленні, що може бути утилізована для опалення приміщення 0.08.

Таблиця 3.10.1 Розрахунок енергоспоживання при ГВП

Місяць	Параметр, кВт · год						
	$t_{W, год}$ /місяць	$Q_{W,dis,ls,D}$	$Q_{W,dis,ls,U}$	$Q_{W,dis,ls}$	$Q_{W,dis,ls,col,off}$	$W_{W,dis,aux}$	$Q_{W,dis,rbl}$
Січень	200	464	0	464	0	0	232
Лютий	200	464	0	464	0	0	232
Березень	214	497	0	497	0	0	249
Квітень	207	481	0	481	0	0	240
Травень	200	464	0	464	0	0	232
Червень	207	481	0	481	0	0	240
Липень	64	149	0	149	0	0	75
Серпень	64	149	0	149	0	0	75
Вересень	214	497	0	497	0	0	249
Жовтень	221	514	0	514	0	0	257
Листопад	214	497	0	497	0	0	249
Грудень	221	514	0	514	0	0	257
Всього				5170	0	0	2585

Тепловтрати використаної води під час вивороздирання визначаються за формулою ДСТУ 9190:2022: $Q_{W,em,ls} = Q_{DHW,nd} \cdot \eta_{eq}/100 = 2382.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$

де $Q_{DHW,nd}$ – річна енергопотреба;

$\eta_{eq} = 10\%$ – еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води при водозборі, приймаються згідно табл. 34 ДСТУ 9091:2022.

Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначаються згідно з формулою ДСТУ 9190:2022:

$$Q_{DHW,use} = \frac{Q_{DHW,nd} + Q_{W,em,ls} + \sum_m (Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,ls,col,off,m})}{\eta_{gen}} = 33375.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Де η_{gen} – ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання тепловтрати, визначається згідно табл. 26 ДСТУ 9091:2022 – $\eta_{gen} = 0.94$.

Загальний обсяг енергоспоживання системи ГВП:

$$Q_{DHW,tot,use} = Q_{DHW,ues} + \sum_m W_{W,dis,aux,m} = 33375.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Зам. №	
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						19/23-РП -ПЗ	Арк.
							36
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

3.11 Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні визначаємо за формулою:

$$Q_{W,use} = Q_{WL} + Q_{WP} = 33348.0 + 12105.0 = 45453.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де Q_{WL} – енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі;

Q_{WP} – паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітлення в будівлі.

$$Q_{WL} = (P_N \cdot F_C) \cdot \{(t_D \cdot F_0 \cdot F_D) + (t_N \cdot F_0)\} \cdot A_f / 1000 = 33348.0$$

де P_N – питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

F_C – постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціональному контролі сталої освітленості зони, згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $F_C = 1$;

F_0 – коефіцієнт використання освітлення, є відношення використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $F_0 = 0.9$;

F_D – коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $F_D = 1$;

t_D – час використання природного освітлення протягом року, згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $t_D = 1800.0$ год;

t_N – час використання штучного освітлення протягом року, згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $t_N = 200.0$ год

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc} = 12105.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де P_{em} – загальна встановлена потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, примають згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $P_{em} = 1.0$ кВт · год/м²;

P_{pc} – загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовуються, примають згідно табл. 35 ДСТУ 9190:2022 $P_{pc} = 5.0$ кВт · год/м²;

A_{em} – площа будівлі на якій передбачено застосування аварійного освітлення;

A_{pc} – площа будівлі на якій передбачено застосування регульованого освітлення.

4 Визначення показника енергоефективності

Загальний показник енергоефективності будівлі згідно п. 5.1 ДБН В.2.6–31:2021 повинен визначатися умовою: $EP_{use} \leq EP_p$

де EP – розрахункова питома річна енергопотреба будівлі, для громадських будівель визначається за формулою:

$$EP_{use} = (Q_{H,use} + Q_{C,ues}) / V_f = 30.31 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$$

$Q_{H,use}$, $Q_{C,use}$ – річне енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні кВт · год;

V_f – кондиціонований об'єм;

EP_{max} – максимально допустиме значення питомої енергопотреби.

Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для навчальних закладів відповідно до Наказу №260 від 27.10.2020 становить: $EP_p = 55 \cdot \Lambda_{bci} + 24 = 44.82 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$.

Клас енергоефективності будівлі відповідно до табл. 1 Наказу №261 від 27.10.2020 становить "В": оскільки $[(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \cdot 100\% = [(30.31 - 44.82) / 44.82] \cdot 100 = -33\%$.

Зам. №	№
Підпис і дата	
№, № ориг.	

							Арк.
							37
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	19/23-РП -ПЗ	

5 Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів

Розрахунок первинної енергії визначаємо для кожного енергоносія та розраховуємо за формулою:

$$E_p = \sum(E_{del,i} \cdot f_{p,del,i}) - \sum(E_{exp,i} \cdot f_{p,exp,i}) = 472.90(\text{тис. кВт} \cdot \text{год}).$$

де $E_{del,i}$ – поставлена енергія для і-го енергоносія, кВт · год;

$E_{exp,i}$ – експортована енергія для і-го енергоносія, кВт · год;

$f_{p,del,i}$ – фактор первинної енергії для і-го поставленого енергоносія;

$f_{p,exp,i}$ – фактор первинної енергії для і-го експортованого енергоносія.

Питомий показник споживання первинної енергії розраховується за формулою:

$$e_p = E_p / A_f = 198.50(\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2)$$

Маса викидів парникових газів розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою:

$$m_{CO_2} = \sum(E_{del,i} \cdot k_{del,i}) / 1000 - \sum(E_{exp,i} \cdot k_{exp,i}) / 1000 = 46471.80(\text{кг})$$

Питомий показник викидів парникових газів розраховується за формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} / A_f = 19.50(\text{кг} / \text{м}^2)$$

№. № ориг.	Підпис і дата	Зам. №. №							Арк.
									38
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	19/23-РП -ПЗ

6 Зведені характеристики будівлі

Таблиця 5.1 Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики	Будівлі закладів освіти
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ ХХХХ)	Будівлі закладів освіти
Загальна площа, м ²	2382.00
Загальний об'єм, м ³	7356.00
Кондиціонована (опалювальна) площа, м ²	2382.00
Кондиціонований (опалювальний) об'єм, м ³	6788.70
Об'єм для вентиляції, м ³	6788.70
Кількість поверхів	5
Рік введення в експлуатацію	1973
Тип зовнішніх озгороджувальних конструкцій	Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною (1,5–2 цеглини), із залізобетонними перекриттями
Температурна зона	I
Архітектурно-будівельний кліматичний район	I
Вологісний режим приміщень	Б (нормальний/вологий)
Тип ґрунта	Глина або мул
Тип місцевості	Середньо захищений простір (передмістя)
Середня висота приміщення, м	2.85
Внутрішня теплоємність, Вт · год/м ² · К	80
Наявність приміщень з різними функціональним призначенням у складі будівлі, їх характеристики (за зонами):	–
- кондиціонована (опалювальна) площа, м ²	–
- кондиціонований (опалювальний) об'єм, м ³	–
- об'єм для вентиляції, м ³	–
Показник компактності будівлі, м ⁻¹	0.38
Кількість під'їздів або входів	3
Графік опалення, год/тиждень	50
Графік охолодження, год/тиждень	50
Задана температура зони будівлі для опалення, °С	20
Задана температура зони будівлі для охолодження, °С	24
Температура чергового режиму опалення, °С	17
Температура чергового режиму охолодження, °С	27

Зам. №.

Підпис і дата

№, № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

19/23-РП-ПЗ

Арк.

39

Таблиця 5.2 Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$		Площа, $\text{А}, \text{м}^2$
	Значення	Мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них:	х	х	1322.40
- що межують із зовнішнім повітрям	3.34	3.00	1322.40
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	х	-
- що межують із сусідніми будівлями	-	х	-
Покриття, з них:	х	х	-
- сусідні	-	5.25	-
- опалювальних горищ	-	6.00	-
- технічних поверхів	-	6.00	-
- мансард	-	6.00	-
Перекрыття, з них	х	х	490.20
- неопалювальних горищ	4.51	4.50	490.20
- над проїздами над еркерами	-	3.75	-
- над неопалювальними підвалами	-	6.00	-
Конструкції, що межують з ґрунтом	х	х	0.00
- підлоги по ґрунту	-	х	0.00
- стіни цокольного поверху	-	х	-
- перекрыття над техпідпіллям	-	х	-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них	х	х	318.31
- вікна	0.74	0.90	318.31
- вікна і балконні двері	-	0.90	-
- вітражі	-	0.90	-
- світлопрозорі фасади	-	0.90	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	0.90	-
- в місцях загального користування*	-	0.90	-
Зенітні ліхтарі	-	0.8	-
Зовнішні двері	0.71	0.70	15.17

* Для багатоквартирних житлових будинків

Таблиця 5.3 Характеристики інженерних систем

Система опалення	
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносії, розведення трубопроводів)	Теплопостачання здійснюється від централізованої мережі, теплоносії — вода, підсистема розподілу — вертикальна, одноконтурна з верхньою подачею теплоносія
Регулювання температури в системі	Відсутнє
Регулювання витрати в системі	Відсутнє
Циркуляція теплоносія у системі	Механізована примусова, за рахунок циркуляційних насосів.
Тип опалювальних приладів	Чугунні радіатори
Регулювання температури приміщення	Відсутнє
Гідравлічне налагодження (балансування) системи	Балансувальна арматура відсутня
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалювальних приміщеннях	Ізольовані

Зам. №	Підпис і дата	№ ориг.

						19/23-РП -ПЗ	Арк.
							40
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Продовження табл. 5.3

Облік теплової енергії						Лічильник обліку теплової енергії встановлено на комплекс будівель					
Система гарячого водопостачання											
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1											
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляції)						ГВП від електричних бойлерів					
Циркуляція теплоносія у системі						-					
Регулювання витрати в системі						Відсутнє					
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи						Відсутнє					
Облік споживання гарячої води						Відсутній					
Система охолодження											
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1											
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносії, розведення трубопроводів)						Система охолодження відсутня					
Регулювання температури в системі						-					
Регулювання витрати в системі						-					
Циркуляція теплоносія у системі						-					
Тип опалювальних приладів						-					
Регулювання температури приміщення						-					
Гідравлічне налагоджування (балансування)						-					
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалювальних приміщеннях						-					
Облік споживання енергії системи охолодження						-					
Система вентиляції та кондиціонування											
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1											
Тип та опис системи						Вентиляція природня — шляхом відкриття вікон на провітрювання.					
Утилізація теплоти повітря, що видаляється						-					
Попередній підігрів припливного повітря						-					
Попереднє охолодження припливного повітря						-					
Зволоження та осушення припливного повітря						-					
Регулювання температури повітря у системі						-					
Регулювання витрат повітря у системі						-					
Регулювання температури повітря у приміщеннях						-					
Регулювання витрат повітря у приміщеннях						-					
Облік споживання енергії системами (електрична, тепла)						-					
Система освітлення											
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1											

						19/23-РП -ПЗ	Арк
							41
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.3 Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в т.ч.:	тис. кВт · год	284.57	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	54.30	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт · год	192.23	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	28.32	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт · год	33.37	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	4.92	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт · год	13.51	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	1.99	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт · год	0.00	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	0.00	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт · год	45.45	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	19.08	
Річна сумарна енергопотреба в т.ч.:	тис. кВт · год	146.86	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	19.96	
- в опаленні	тис. кВт · год	92.93	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	12.63	
- в охолодженні	тис. кВт · год	30.11	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	4.09	
- в зворотному водопостачанні	тис. кВт · год	23.82	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	3.24	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт · год	472.91	
	кВт · год/м ²	198.54	
Річні викиди парникових газів	т	46.47	
	кг/м ²	19.51	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	30.31	44.82
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		В	
Висновок за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Будівля відноситься до високого класу енергоефективності		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	Для підвищення енергоефективності будівлі необхідно: - виконати балансування системи опалення; - встановити ІТП з коригуванням теплоносія за погодними умовами; - встановлення механічної системи вентиляції; - утеплити перекриття над технічним підпіллям.		

Зам. №

Підпис і дата

№, № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

19/23-РП -ПЗ

Арк.

43