

ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖИНІРИНГ"

Україна, 79035, Львівська обл., місто Львів, вул.Зелена, будинок 143 б

Замовник: Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Київській області

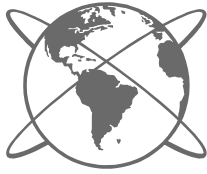
Капітальний ремонт
адміністративної будівлі "Бородянська районна філія Київського
обласного центру зайнятості" по вул. Центральна 321 в смт.
Бородянка, Бучанського району, Київської області

Робочий проект
Енергоефективність
МПІ 29.23-ЕЕ
Стадія РП

ТОМ 5

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. Інв. №

Київ 2023



ПРИВАТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖИНІРИНГ"

Україна, 79035, Львівська обл., місто Львів, вул.Зелена, будинок 143 б

Замовник: Служба відновлення та розвитку інфраструктури у Київській області

Капітальний ремонт
адміністративної будівлі "Бородянська районна філія Київського
обласного центру зайнятості" по вул. Центральна 321 в смт.
Бородянка, Бучанського району, Київської області

Робочий проект
Енергоефективність
МПІ 29.23-ЕЕ
Стадія РП

ТОМ 5

Директор



Курочкін Т.А.

Головний архітектор проекту



Безвершенко В.Б.

Київ 2023

Зам. Інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ор.	

Зміст

Позначення	Найменування	Аркуш
1	2	3
МПІ 29.23 -З	Зміст	Стор. 2
МПІ 29.23 -СП	Склад проекту	Стор. 3
МПІ 29.23 -ПД	Підтвердження ГАП	Стор. 4
МПІ 29.23 -ВУ	Відомість про учасників проектування	Стор. 5
МПІ 29.23 -ПЗ	Загальні дані	Стор. 7
	Визначення теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівлі	Стор. 9
	Визначення енергетичних характеристик будівлі	Стор. 25
	Визначення показника енергоефективності	Стор. 39
	Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів	Стор.39
	Зведені характеристики будівлі	Стор.41

Погоджено

Зам. №. №

Підпис і дата

№. № ориг.

МПІ 29.23 -З

						МПІ 29.23 -3			
						Зміст	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		РП	1	
ГАП		Безверщенко В			10.2023				
Розробив		Соловйов М.			10.2023				
Н.Контр.		Курочкін Т.			10.2023	ПП "НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖИНІРИНГ"			

Зміст

Склад проекту

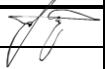
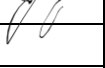
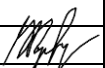
Номер тому/ альбо- му	Позначення	Найменування	Примітка
1	МПІ 29.23 –ПЗ	Загальні положення. Пояснювальна записка	
2	МПІ 29.23 –АБ	Архітектурно – будівельні рішення	
3	МПІ 29.23 –ПЗО	Паспорт зовнішнього опорядження (фасадів)	
4	МПІ 29.23 –К	Кошторисна документація	
5	МПІ 29.23 –ЕЕ	Енергоефективність	
6	МПІ 29.23 –БЗ	Система захисту від проявів блискавки	
7	МПІ 29.23 –ПОБ	Проект організації будівництва	

Погоджено		

Зам. №.

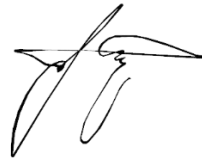
Підпис і дата

№, № ориг.

						МПІ 29.23 –СП			
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Склад проекту	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГАП		Безверщенко В.			10.2023		РП	1	
Розробив		Соловйов М.			10.2023				
Н.Контр.		Курчакін Т.			10.2023		ПП "НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖИНІРИНГ"		

Робочий проект розроблений відповідно до чинних норм, правил та стандартів.

Головний архітектор проекту



Безверненко В.

Погоджено		

Зам. №

Підпис і дата

№, № ориг.

						МПІ 29.23 –ПД			
Зм.	Кільк.	Арк.	Дата	Підпис	Дата	Підтвердження ГАП	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГАП		Безвершенко В			10.2023		РП	1	
Розробив		Соловйов М.			10.2023				
Н.Контр.		Курочкін Т.			10.2023		ПП “НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖІНІРИНГ”		

Відомість про учасників проектування

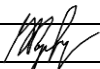
Розділ проекту	Посада	Прізвище	Підпис
ЕЕФ	Головний архітектор	Безвершенко В.Б.	
	Провідний інженер	Соловйов М.С.	

Погоджено		

Зам. №. №

Підпис і дата

№. № ориг.

						МПІ 29.23 -ВУ			
Зм.	Кільк.	Арк.	Дата	Підпис	Дата	Відомість про учасників проектування	Стадія	Аркуш	Аркушів
Г.АП		Безвершенко В.			10.2023		РП	1	
Розробив		Соловйов М.			10.2023				
Н.Контр.		Курочкін Т.			10.2023		ПП "НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖИНІРИНГ"		

1	Загальні дані.....	7
1.1	Характеристика об'єкта.....	7
1.2	Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри.....	9
2	Визначення теплотехнічних показників елементів теплоізоляційної оболонки будівлі.....	9
2.1	Розрахунок приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	9
2.1.1	Зовнішні стіни.....	10
2.1.2	Світлопрозорі огорожувальні конструкції.....	13
2.1.2.1	Віконні блокі.....	13
2.1.3	Зовнішні двері.....	13
2.1.4	Горищне перекриття.....	14
2.2	Визначення теплопередачі до ґрунту (Опалювальний цоколь(підвал).....	15
2.3	Оцінка тепловологісного стану огорожувальних конструкцій.....	17
2.3.1	Зовнішні стіни.....	17
2.4	Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій.....	21
2.4.1	Оцінка теплостійкості огорожувальних конструкцій в літній період.....	21
2.4.2	Оцінка теплостійкості приміщень в зимовий період.....	21
2.5	Оцінка повітропроникності огорожувальних конструкцій (зовнішні стіни).....	23
3	Визначення енергетичних характеристик будівлі.....	25
3.1	Характеристики теплопередачі трансмісією.....	25
3.2	Характеристики теплопередачі вентиляцією.....	27
3.3	Характеристика внутрішніх теплонадходжень.....	28
3.4	Характеристика сонячних теплонадходжень.....	29
3.5	Динамічні параметри.....	32
3.6	Внутрішні умови.....	33
3.7	Енергопотреби для опалення та охолодження.....	33
3.8	Річне енергоспоживання при опаленні.....	34
3.9	Загальне енергоспоживання при охолодженні.....	36
3.10	Загальне енергоспоживання системи вентиляції.....	36
3.11	Енергопотреби та енергоспоживання ГВП.....	37
3.12	Енергоспоживання при освітленні.....	38
4	Визначення показника енергоефективності.....	39
5	Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів.....	39
6	Зведені характеристики будівлі.....	41

Погодження			
Зам. №	№		
Підпис і дата			
№, № ориг.			

						МПІ 29.23 –ПЗ			
Зм.	Кільк.	Арк.	Дата	Підпис	Дата	Поянювальна записка	Стаді	Аркцш	Аркцшів
ГАП		Безвершенко В.			10.2023		РП	6	
Розробив		Соловйов М.			10.2023				
Н.Контр.		Курочкін Т.			10.2023		ПП "НВО МЕЛІТОПОЛЬПРОЕКТ ІНЖІНІРИНГ"		

1 Загальні дані

1.1 Характеристика об'єкта

Розділ енергоефективності розроблено на об'єкт «Капітальний ремонт адміністративної будівлі "Бородянська районна філія Київського обласного центру зайнятості" по вул. Центральна 321 в смт. Бородянка, Бучанського району, Київської області». Ділянка будівництва розташована в І-ї дорожньо-кліматичній зоні.

Схема розташування будинку та орієнтація за сторонами світу наведені на Рис. 111

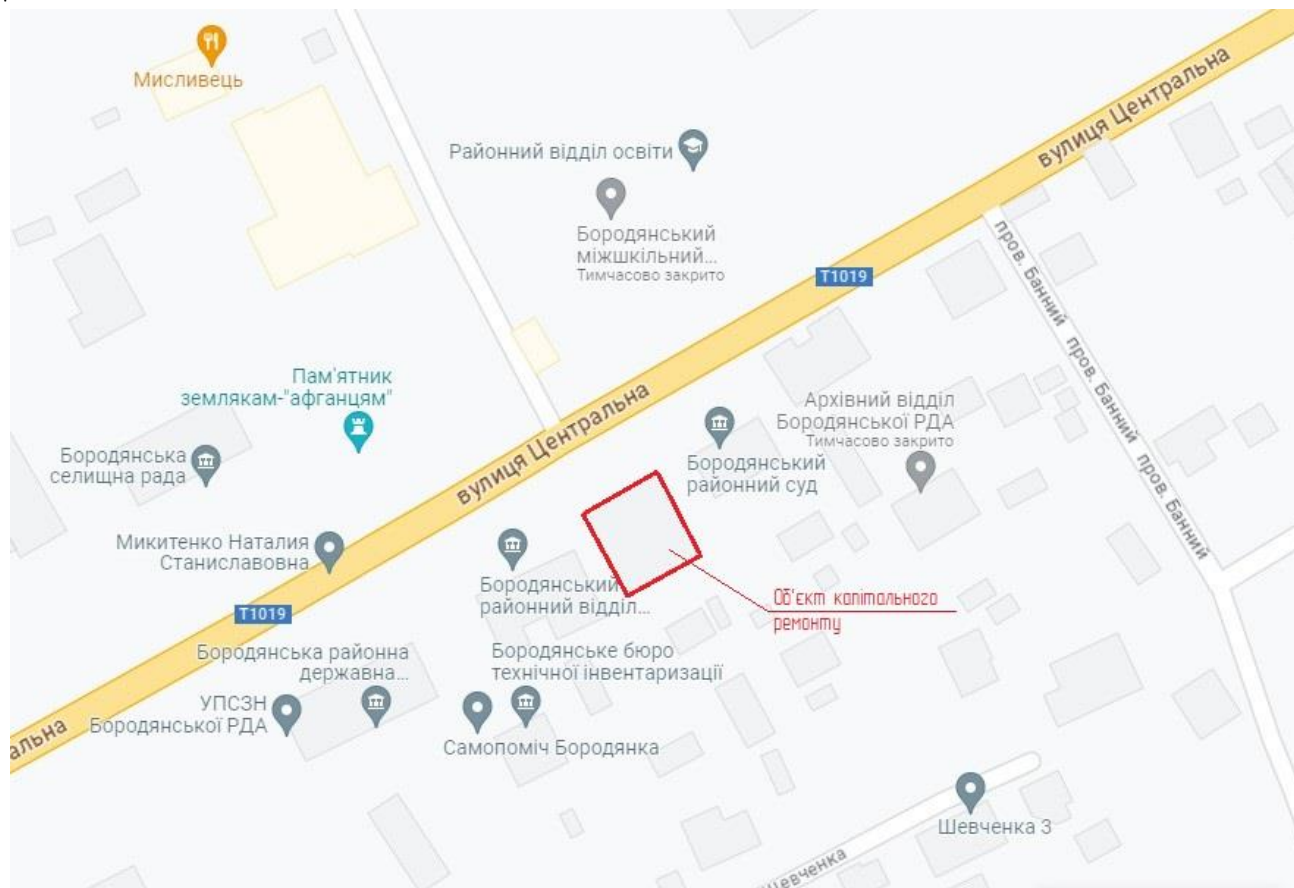


Рис. 1.1.1 Схеми розташування будинку за сторонами світу

Будівля центру зайнятості в плані правильної форми та має розміри в осях 1-7 та А-Е відповідно 20.54 x 23.02м. Будівля трьох поверхова з опалювальним цоколем поверхом. Зовнішні стіни виконані з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині товщиною 510мм.

Зовнішні стіни утепляються мінераловатними плитами по типу IZOVAT Fasad 125 товщиною 150мм з щільністю $\rho=115\text{кг/м}^3$. Згідно з протоколом №25 -19/20 (виконавець протоколу випробувальний Центр ДП "Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів " НДІБМВ") коефіцієнт теплопровідності мінераловатних плит "IZOVAT Fasad" становить $0,037\text{Вт/(м·К)}$. Зовнішнє опорядження частини фасаду виконано силіконовими фарбами.

Покрівля будівлі двоскатна. Покриття покрівлі з металочерепиці, що влаштована по несучим дерев'яним кроквам. Горищне перекриття виконане з кругло пористих плит перекриття, що з внутрішньої сторони приміщення опоряджені вапняно-піщаним розчином. По перекриттю влаштовано цементно-піщану стяжку 50мм та утеплювач зваб'ї керамзитовий 150мм. Стан покрівлі — аварійний, частина плит перекриття

Зам. №	№	Підпис і дата	поверхню з'ємом					
			Зовнішні стіни утепляються мінераловатними плитами по типу IZOVAT Fasad 125 товщиною 150мм з щільністю $\rho=115\text{кг/м}^3$. Згідно з протоколом №25 -19/20 (виконавець протоколу Випробувальний Центр ДП "Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів " НДІБМВ") коефіцієнт теплопровідності мінераловатних плит "IZOVAT Fasad" становить 0,037Вт/(м·К). Зовнішнє опорядження частини фасаду виконано силіконовими фарбами.					
№	№	Підпис і дата	Покрівля будівлі двоскатна. Покриття покрівлі з металочерепиці, що влаштована по несучим дерев'яним кроквам. Горищне перекриття виконане з кругло пустотних плит перекриття, що з внутрішньої сторони приміщення опоряджені вапняно-піщаним розчином. По перекриттю влаштовано цементно-піщану стяжку 50мм та утеплювач згравію керамзитовий 150мм. Стан покрівлі — аварійний, частина плит перекриття					
			МПІ 29.23 -ПЗ					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Арк.		
						7		

зорищного потребують підсилення. Проектом передбачено виконання підсилення плит перекриття та влаштування утеплювача. В якості утеплювача застосовуються мінераловатні плити по типу IZOVAT 145 товщиною 200мм з щільністю $\rho=145\text{кг/м}^3$. Згідно з протоколом №176 -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 0,037Вт/(м·К). Між існуючим покриттям та мінераловатними плитами влаштовується пароізоляційна плівка. Також для запобігання видування тепла з поверхні теплоізоляційного шару влаштовано вузько дифузійну вітрозахисну мембрану. Для пересування по зорищу влаштовуються ходові містки шириною 1м.

Міжповерхове перекриття виконане із збірних залізобетонних кругло пустотних плит. Перекриття над опалювальним цокольним поверхом — кругло пустотна плита. Опорядження підлоги виконано з керамічної плитки по цементно-піщаній стяжці 50мм з засипним утеплювачем гравій керамзитовий 50мм. Стіни цокольного поверху виконані з/б фундаментні блоки товщиною 500мм. Проектом передбачено утеплення стін цокольного поверху, що контактують з повітрям відповідно утепленню зовнішніх стін надземної частини. А також стін цоколя, що контактують з ґрунтом утепляються екструдованим пінополістиролом товщиною 50мм.

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. Частина дверей в цокольному поверсі металеві з утеплювачем.

Теплопостачання будівлі здійснюється від окремо розташованої газової котельні, з якісним регулюванням за температурним графіком та з коригування за погодними умовами. Теплоносій – гаряча вода з параметрами 90-70°C. Циркуляція теплоносія — механізована примусова, за рахунок циркуляційних насосів. Облік спожитої теплової енергії відсутній. Тип системи — двотрудна з верхньою подачею теплоносія. На стояках відсутня балансвальна арматура. Система розподілу виконана з металопластикових трубопроводів, розміщених в опалювальних приміщеннях, що прокладені відкрито неізольовані. Система тепловіддачі складається зі сталевих радіаторів статичним регулювання потоку теплоносія. Опалювальні прилади встановлено біля зовнішньої стіни під вікнами без радіаційного захисту. Загальний технічний стан системи тепловіддачі задовільний.

Централізована система охолодження в будівлі — відсутня. Частково наявні локальні спліт-системами охолодження. Централізована система вентиляції будівлі відсутня. В приміщеннях передбачена загальнообмінна вентиляція, припливно-витяжна із природнім спонуканням, яка розрахована на дотримання нормативних кратностей повітрообміну. Приплив повітря до приміщень здійснюється природньо через вікна і двері, витяжка — через існуючі вентиляційні канали. Централізоване гаряче водопостачання відсутнє. Частково в приміщеннях: зали для семінарів та архіву влаштовано механічну вентиляцію з підігрівом.

Гаряче водопостачання будівлі здійснюється за допомогою локальних електричних водонагрівачів (електричних бойлерів). Температура гарячої води на виході — 60оС. Система автоматизації в будівлі відсутня. Система розподілу виконана з пропіленових трубопроводів, трубопроводи знаходяться в опалюваних приміщеннях, що прокладені в

№. № ориг.	Підпис і дата					Зам. №. №	централізована система охолодження в будівлі – відсутня. Частково наявні локальні спліт-системами охолодження. Централізована система вентиляції в будівлі відсутня. В приміщеннях передбачена загальнообмінна вентиляція, припливно-витяжна із природнім спонуканням, яка розрахована на дотримання нормативних кратностей повітрообміну. Приплив повітря до приміщень здійснюється природньо через вікна і двері , витяжка – через існуючі вентиляційні канали. Централізоване гаряче водопостачання відсутнє. Частково в приміщеннях: зали для семінарів та архіву влаштовано механічну вентиляцію з підігрівом. Гаряче водопостачання в будівлі здійснюється за допомогою локальних електричних водонагрівачів (електричних бойлерів). Температура гарячої води на виході – 60оС. Система автоматизації в будівлі відсутня. Система розподілу виконана з пропіленових трубопроводів, трубопроводи знаходяться в опалюваних приміщеннях, що прокладені в	
Зм.Кільк.Арк.№ док.ПідписДата						МПІ 29.23 –ПЗ		Арк.
								8

стіні без теплоізоляції. 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 – $D_d = 3501^{\circ}\text{C} \cdot \text{доба}$

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 $\theta_{e,roz} = -22^{\circ}\text{C}$. Згідно з додатком В табл.В.2 ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» розрахункове значення відносної вологості приміщень $\varphi_{int} = 50\%$, мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $\theta_{si,min} = 9.3^{\circ}\text{C}$. 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 $R_{q,min}$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}$)/Вт, становить:

- для зовнішніх стін – $4.0(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – $0.9(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для зовнішніх дверей – $0.7(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для перекриття неопалювальних горищ – $6.0(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для суміщеного покриття – $7.0(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Вт}$;
- для перекриття над неопалювальним підвалом – $5.0(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{В}$.

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 будівель 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:

Зам. №	Підпис і дата	№, № ориг.							Арк.	
									9	
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МПІ 29.23 -ПЗ	

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

де $h_{si} = 23$ — коефіцієнт теплоіддачі зовнішньої поверхні огорожувачих конструкцій, Вт/(м² · К), по дод. Б ДСТУ 9191:2022;

$h_{se} = 8.7$ — коефіцієнт теплоіддачі внутрішньої поверхні огорожувачих конструкцій, Вт/(м² · К), приймається по дод. Б ДСТУ 9191:2022;

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

d_i — товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} — теплопровідність i -го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К), приймається згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022;

Приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної зовнішньої стіни розраховуємо за формулою:

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

де A_{Σ} — загальна площа зовнішніх стін, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ внутрішніх укосів прорізів та відніманням площ прорізів, м²;

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 включеннями, м²;

R_{Σ_i} — опір теплопередачі i -ої термічно однорідної частини конструкції, (м² · К)/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 огорожувальних конструкцій без врахування площ внутрішніх укосів, шт.

2.1.1 Зовнішні стіни

Таблиця 2.1.1.1 Розрахунок теплового опору i -го шару конструкції зовнішньої стіни тип 1 (основне полотно фасаду, утеплювач — мінераловатні плити $t=150$ мм)

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності λ_i , Вт/мК	Товщина шару δ_i , м	Опір теплопередачі $R_i = \delta_i / \lambda_i$
1	Вапняно-піщана штукатурка	0.81	0.02	0.0247
2	Гіпсокартонні листи	0.21	0.012	0.0571
3	Цегляна кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0.87	0.51	0.5862
4	Клейова суміш	0.93	0.01	0.0108
5	Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125	0.037	0.15	4.0541
6	Клейова суміш з армосіткою	0.93	0.01	0.0108
7	Декоративна штукатурка	0.81	0.005	0.0062
Всього			0.717	4.75

Зам. №	Підпис і дата	Шару	λ _i , Вт/мК	Шару δ _i , м	R _i = δ _i /λ _i	1	Ванняно-піщана штукатурка	0.81	0.02	0.0247	
						2	Гіпсокартоні листи	0.21	0.012	0.0571	
						3	Цегляна кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0.87	0.51	0.5862	
						4	Клейова суміш	0.93	0.01	0.0108	
						5	Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125	0.037	0.15	4.0541	
						6	Клейова суміш з армосіткою	0.93	0.01	0.0108	
						7	Декоративна штукатурка	0.81	0.005	0.0062	
									Всього	0.717	4.75
№. № ориг.											
							МПІ 29.23 –ПЗ				Арк.
											10
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8.7} + 4.75 + \frac{1}{23} = 4.91(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Таблиця 2.1.1.2 Теплопровідні вclusions та їх кількісне вираження для зовнішньої стіни

Найменування теплопровідного вclusions	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі $l_m, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Точковий коефіцієнт теплопередачі $N_j, \text{Вт}/\text{К}$
Віконний та дверний відкос в зоні перемички	117.4	–	0.0810	–
Віконний відкос в зоні підвіконня	105.4	–	0.0640	–
Віконний та дверний відкос в зоні рядового примикання	307	–	0.0710	–
Дюбелі для кріплення утеплювача	–	4341	–	0.005

На підставі Таблиця 2.1.1.2 визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни згідно з формулою (1) ДСТУ 9191:2022: $R_{\Sigma \text{пр}} = 3.67(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

Таблиця 2.1.1.3 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції зовнішньої стіни тип 2 (стіни цокольного поверху, що контактують з повітрям, утеплювач мінераловатні плити — $t=150\text{мм}$)

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт}/\text{мК}$	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	Гіпсокартонні листи	0.21	0.012	0.0571
3	Залізобетонні фундаментні блоки	1.86	0.5	0.2688
4	Цементно-піщаний розчин	0.93	0.01	0.0108
5	Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125	0.037	0.15	4.0541
6	Водонепроникна штукатурка з армосіткою	0.93	0.01	0.0108
7	Декоративна штукатурка	0.81	0.005	0.0062
Всього			0.717	4.43

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8.7} + 4.43 + \frac{1}{23} = 4.59(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Таблиця 2.1.1.4 Теплопровідні вclusions та їх кількісне вираження для зовнішньої стіни

Зам. №	Підпис і дата	№ аркуша	Найменування теплопровідного вclusions	Протяжність, м	Кількість, шт	Лінійний коефіцієнт теплопередачі $l_m, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Точковий коефіцієнт теплопередачі $N_j, \text{Вт}/\text{К}$
			Віконний та дверний відкос в зоні перемички	0	–	0.0810	–
			Віконний відкос в зоні підвіконня	0	–	0.0640	–
			Віконний та дверний відкос в зоні рядового примикання	0	–	0.0710	–
			Дюбелі для кріплення утеплювача	–	1126	–	0.005
На підставі Таблиця 2.1.1.3 визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни згідно з формулою (1) ДСТУ 9191:2022: $R_{\Sigma \text{пр}} = 3.96(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$							
№ аркуша							Арк.
	МПІ 29.23 –ПЗ						11
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

12

дверних блоків, становить – $A = 3.76 \text{ м}^2$. Дверні блоки мають наступні характеристики: коефіцієнт теплопровідності рами – $U_f = 1.0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, коефіцієнт теплопровідності склопакета – $U_g = 1.8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, коефіцієнт теплопровідності непрозорого заповнення – $U_p = 1.03 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Розрахунок опору теплопередачі вітражів виконується згідно ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016. Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверних блоків визначається за формулою:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} = 1.7 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Відповідно приведений опір теплопередачі металопластикових дверних блоків буде рівний: $R_{\Sigma \text{пр}} = \sum 1/U_w = 0.59 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Існуючі вхідні металеві двері з утеплювачем загальною площею – $A = 10.50 \text{ м}^2$ мають наступні характеристики: коефіцієнт теплопровідності рами – $U_f = 1.0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, коефіцієнт теплопровідності непрозорого заповнення – $U_p = 0.64 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Розрахунок опору теплопередачі вітражів виконується згідно ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016. Коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверних блоків визначається за формулою:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} = 1.68 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Відповідно приведений опір теплопередачі металевих запроектованих зовнішніх дверних блоків буде рівний: $R_{\Sigma \text{пр}} = \sum 1/U_w = 0.60 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Приведений опір зовнішніх дверей становить тип 1 та тип 2: $R_{\Sigma \text{пр}} = 0.59 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

У відповідності формулою (4) ДБН В.2.6-31:2021: $R_{\Sigma \text{пр}} = 0.59 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} < R_{q \text{ min}} = 0.70 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ – умова не виконується.

2.1.4 Горищне перекриття

Таблиця 2.1.4.1 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції горищного перекриття (тип 1)

№ шару	Назва конструктивного шару	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_i, \text{Вт}/\text{мК}$	Товщина шару $\delta_i, \text{м}$	Опір теплопередачі $R_i = \delta_i/\lambda_i$
1.	Вапняно-піщана штукатурка	0.810	0.020	0.02
2.	Кругло пустотна плита перекриття	2.040	0.220	0.11
3.	Пароізоляція	0.300	0.002	0.01
4.	Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT 145	0.038	0.200	5.26
5.	Вузько дифузійна вітрозахисна мембрана	0.300	0.002	0.01
Всього			0.44	5.41

Опір теплопередачі термічно неоднорідної конструкції горищного перекриття

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{10} + 5.41 + \frac{1}{6} = 5.68 (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

Таблиця 2.1.4.2 Теплопровідні вклучення та їх кількісне вираження для горищного перекриття

Найменування теплопровідного вклучення	Протяжність, м	Лінійний коефіцієнт теплопередачі $l_m, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$
Цегляні стіни технічного поверху	23.0	0.45
Дерев'яні лаги	40.0	0.071

Зам. №	Підпис і дата	№ аркуша							Арк.
									14
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МПІ 29.23 – ПЗ

На підставі Таблиця 2.1.4.2 визначаємо приведений опір теплопередачі суміщеного покриття згідно з формулою (1) ДСТУ 9191:2022: $R_{\Sigma \text{пр}} = 4.72(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

Відповідно до п.5.2.2 ДБН В.2.6-31:2021 приведений опір зорищного перекриття приймається на рівні 75% від $R_{q\ min}$ і становить $4.50(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$

У відповідності формулою (4) та з врахуванням п.5.2.2, формул (5 та 6) ДБН В.2.6-31:2021: $R_{\Sigma \text{пр}} = 4.72(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт} > R_{q \text{ min}} = 4.50(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$ – умова виконується.

Температурний перепад внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні озгороджувальної конструкції визначаємо за формулою:

$$\Delta\theta_{int-si} = \theta_{int} - \frac{\sum_i(\theta_{si,H,i} \cdot A_{si,H,i})}{A_{si,\Sigma,H}} = 0.9^{\circ}\text{C}$$

Середню температуру внутрішньої поверхні непрозорої частини зовнішньої озоруджувальної конструкції (зорищного перекриття), визначається за формулою:

$$\theta_{si,H,i} = \theta_{int} - \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\Sigma,np,H} \cdot h_{si}} = 19.1^{\circ}\text{C}$$

У відповідності формулою (5) ДБН В.2.6-31:2021: $\Delta\theta_{int-si} = 0.9^{\circ}\text{C} < \Delta\theta_{int-si,max} = 4.0^{\circ}\text{C}$ – умова виконується.

Отже, відповідно до розрахунку для утеплення зорищного перекриття прийнято утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT 145 товщиною 200мм з середньою густиною $\rho=145\text{кг/м}^3$, границя міцності на стиск при 10% деформації не менше 0.06МПа, термін ефективної експлуатації 25 років.

2.2 Визначення теплопередачі до ґрунту (Опалювальний цокль(підвал)

Визначаємо характерні розміри підлоги опалювального цоколя (підвалу):

$$B' = \frac{A}{0.5 \cdot P} = 9.11 \text{ M}$$

Визначаємо еквівалентну площину підлоги за формулою:

$$d_t = w + \lambda \cdot (R_{si} + R_f + R_{se}) = 2.59\text{M}$$

де R_f – термічний опір підлози, включаючи всі шари;

w – загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари;

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

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

Таблиця 2.2.1 Розрахунок теплового опору і-го шару конструкції підлоги опалювального цоколя (підвалу) 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.	Керамічна плитка на клею	1.1	0.02	0.02
2.	Цементно-піщана стяжка	0.93	0.05	0.05
3.	Утеплювач – зграбій керамзитовий	0.12	0.05	0.42
4.	Бетонна стяжка	2.04	0.15	0.07
5.	Піщана підготовка	0.58	0.15	0.26
Всього			0.42	0.82

Зам. №	№	опалювального котла (побуду) тип І					
Підпис і дата	№	№ 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.	Керамічна плитка на клею		1.1	0.02	0.02
		2.	Цементно-піщана стяжка		0.93	0.05	0.05
		3.	Утеплювач – зваблїу керамзитовий		0.12	0.05	0.42
		4.	Бетонна стяжка		2.04	0.15	0.07
		5.	Піщана підготовка		0.58	0.15	0.26
					Всього	0.42	0.82
№, № орг.	№						
		МПІ 29.23 –ПЗ					
		Арк. 15					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

						МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							16
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

2.3 Оцінка тепловологісного стану огорожувальних конструкцій

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

- запобігання можливості зволоження матеріалу огорожувальної конструкції;
- уникнення можливості конденсації водяної пари на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції;
- запобігання можливості конденсації водяної пари в товщі огорожувальної конструкції;
- забезпечення умови від'ємного або нульового річного балансу вологи в товщі огорожувальних конструкцій (умови виведення за період вологовіддачі всієї вологи, 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	Теплопровідність	Тепловий опір	Коефіцієнт паропроникності	Опір паропроникненню
	$\delta, \text{м}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda, \text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$	$R, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$	$\mu, \text{мг/(м} \cdot \text{год} \cdot \text{Па)}$	$R_{e\Sigma}, (\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па})/\text{мг}$
Валняно-піщана штукатурка	0.020	1600	0.810	0.025	0.120	0.17
Гіпсокартонні листи	0.012	800	0.210	0.057	0.075	0.16
Цегляна кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0.510	1800	0.870	0.586	0.110	4.64
Клейова суміш	0.010	1800	0.930	0.011	0.090	0.11
Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125	0.150	115	0.037	4.054	0.430	0.35
Клейова суміш з армосіткою	0.010	1800	0.930	0.011	0.090	0.11
Декоративна штукатурка	0.005	1600	0.810	0.006	0.120	0.04

Виконуємо розрахунок розподілу температури по товщині конструкції зовнішньої стіни за формулою:

$$t(x) = t_B - \frac{t_B - t_{30B}}{R_{\Sigma}} \cdot \left(\frac{1}{\alpha_B} + R_x \right)$$

t_{30B} – температура зовнішнього повітря, °С, приймається для кожного розрахункового місяця;

Зам. №	
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							17
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

x – відстань між внутрішньою поверхнею огорожувальної 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 огорожувальної 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

$x, \text{ м}$	Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0.000	$t(x)$	19.40	19.43	19.54	19.73	19.88	19.96	20.00	19.98	19.85	19.71	19.56	19.46
	E_x	2254	2258	2274	2300	2322	2334	2339	2336	2317	2297	2277	2262
0.020	$t(x)$	19.27	19.31	19.44	19.68	19.86	19.95	19.99	19.97	19.82	19.65	19.47	19.34
	E_x	2237	2240	2260	2294	2318	2333	2339	2336	2312	2290	2263	2245
0.032	$t(x)$	18.98	19.02	19.21	19.54	19.80	19.93	19.99	19.96	19.75	19.51	19.25	19.07
	E_x	2194	2201	2229	2275	2309	2330	2339	2334	2302	2270	2234	2207
0.542	$t(x)$	15.93	16.11	16.87	18.19	19.21	19.72	19.97	19.84	18.99	18.04	17.02	16.29
	E_x	1809	1830	1922	2089	2228	2298	2335	2314	2196	2071	1939	1853
0.552	$t(x)$	15.87	16.06	16.82	18.16	19.20	19.72	19.97	19.83	18.98	18.01	16.98	16.24
	E_x	1803	1825	1917	2086	2227	2298	2335	2314	2194	2067	1934	1847
0.702	$t(x)$	-5.21	-4.09	0.61	8.77	15.10	18.26	19.80	18.98	13.77	7.85	1.53	-2.96
	E_x	395	434	641	1131	1718	2100	2309	2194	1575	1063	683	477
0.712	$t(x)$	-5.27	-4.14	0.56	8.75	15.09	18.26	19.80	18.98	13.76	7.83	1.49	-3.02
	E_x	393	431	638	1129	1716	2100	2309	2194	1574	1061	681	475
0.717	$t(x)$	-5.30	-4.17	0.54	8.73	15.08	18.26	19.80	18.98	13.75	7.81	1.46	-3.04
	E_x	392	430	637	1128	1715	2099	2309	2194	1573	1059	680	474
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).

Зам. №	Підпис і дата	№ в. ориг.	МПІ 29.23 -ПЗ						Арк.	
									18	
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата					

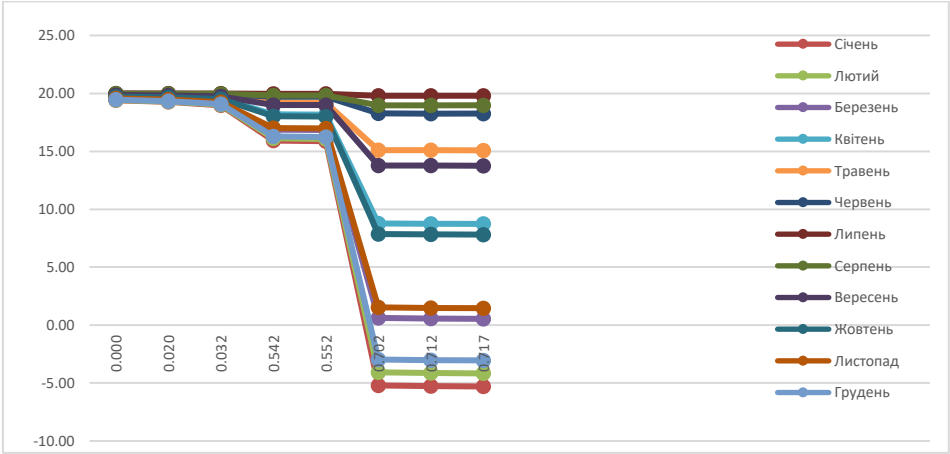
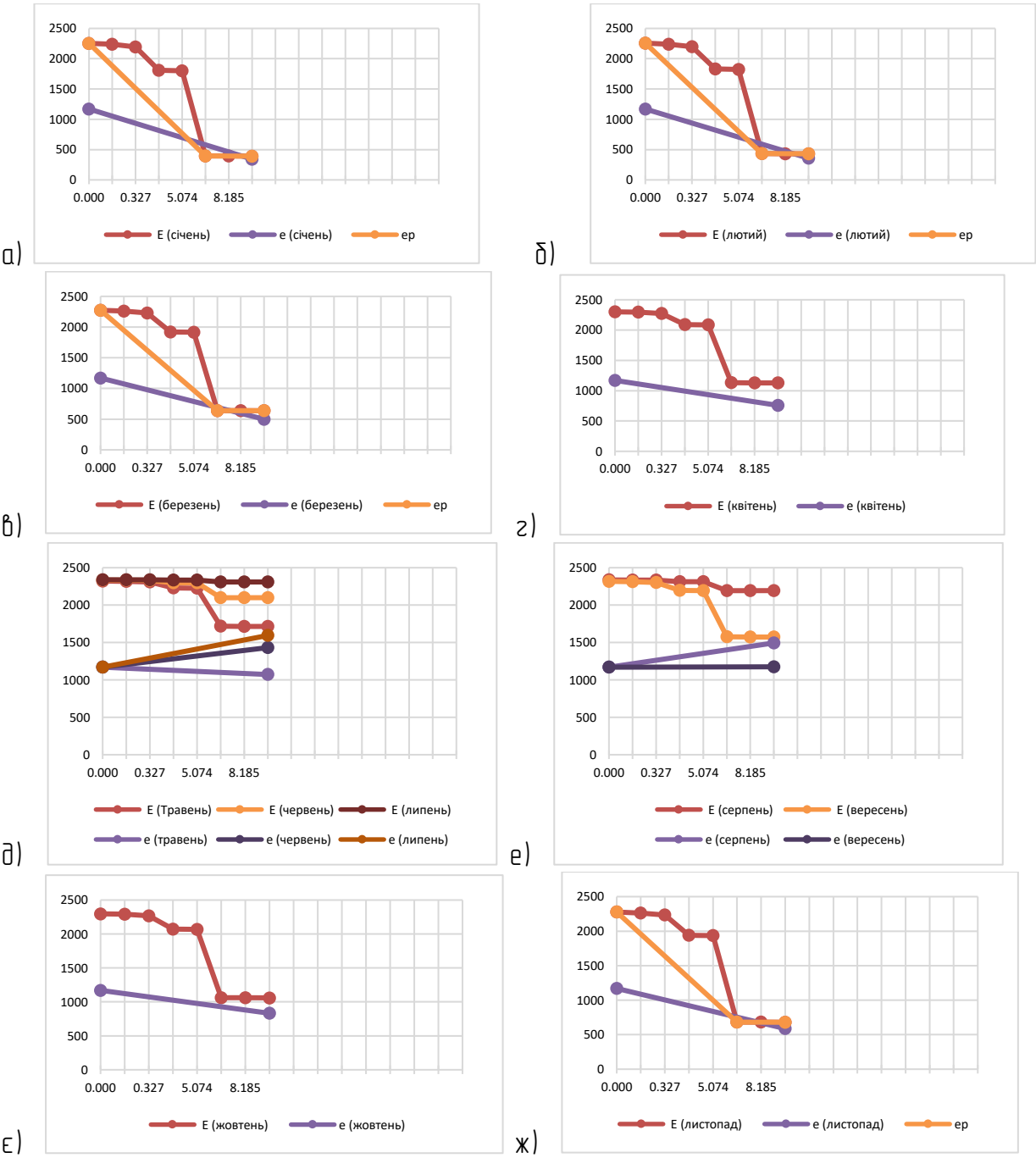
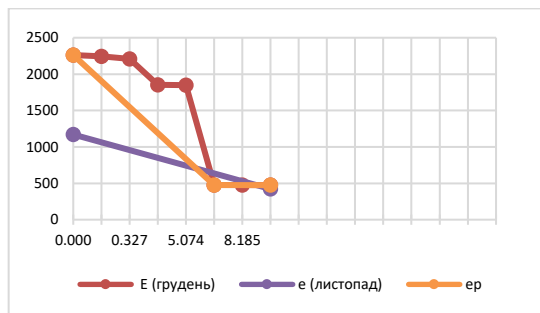


Рис. 2.3.1.1 Графік розподілу температури в товщі зовнішньої стіни по місяцям
У масштабі опорів R_e паропроникненню будується залежність парціального тиску насичення водяної пари E та парціального тиску водяної пари e в залежності від місяця(Рис. 2.3.1.1).



Зам. №	№
Підпис і дата	
№. № ориг.	

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------



3)

Рис. 2.3.1.2 Залежність парціального тиску насичення водяної пари E та парціального тиску водяної пари e в залежності від місяця

Оскільки лінії E та e в січні, лютому, березні та грудні перетинаються, що свідчить про конденсацію волози в товщі озоруджувальної 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 волози, 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

$$i_B = \frac{e_B - e_B}{R_{eB}} (\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}));$$

i_3 – кількість водяної пари, що виводиться назовні:

$$i_3 = \frac{E_3 - e_3}{R_{e3}} (\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год}));$$

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 волози в товщі зовнішньої стіни

Місяць року	Кількість волози, що сконденсувалася в озоруджувальній конструкції, (кг/м ²)	Кількість волози, що випарувалася із зони конденсації, (кг/м ²)
Січень	0.1035	0
Лютий	0.0888	0
Березень	0.0706	0
Квітень	0.0000	0.0050
Травень	0	0.0733
Червень	0	0.1203
Липень	0	0.1522
Серпень	0	0.1368
Вересень	0	0.0525
Жовтень	0.0000	0.0143
Листопа	0.0629	0
Грудень	0.0925	0
Всього	0.418	0.554

Зам. №	№	Підпис і дата	№	№ ориг.	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Арк.
											20

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

$$\Delta W = \frac{W}{\delta_k \cdot \rho_k} \cdot 100\% = \frac{0.418}{0.15 \cdot 115} \cdot 100\% = 2.4\%$$

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

$$\Delta W \leq \Delta W_d = 2.4 < 2.5\% - \text{умова виконується}$$

де ΔW - збільшенні 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.

2.4 Оцінка теплотіюкості озгороджувальних конструкцій

2.4.1 Оцінка теплотіюкості 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 теплотіюкість озгороджувальних конструкцій в літній період року дозволяється не перевіряти.

2.4.2 Оцінка теплотіюкості приміщень в зимовий період

Оцінку теплотіюкості визначаємо для кутової кімнати другого поверху.

Розрахункові параметри для оцінки теплотіюкості 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.	Огороджувальна конструкція			
				Зов. стіни	Віконні блоки	Горищне перекриття	
Зам. №. №	Підпис і дата	Коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні озгороджувальної конструкції (згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022)	$\alpha_{\text{вн}}$	Вт/(м ² · К)	8.7	8	10
		Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні озгороджувальної конструкції згідно з додатком Б ДСТУ 9191:2022)	$\alpha_{\text{зов}}$	Вт/(м ² · 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	33.8	11.5	54.1
		Температура внутрішнього повітря (згідно з табл. В.2 ДБН В.2.6–31:2021)	$t_{\text{вн}}$	°С	20		
		Температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю	$t_{\text{зов}}$	°С	–22		
№. № орг.	МПІ 29.23 –ПЗ						Арк.
							21
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	

Зам. №.

Підпис і дата

№, № ориг.

			22
0,92 (згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27)			
Коефіцієнт нерівномірності тепловіддачі системи опалення згідно табл. 1 ДСТУ –Н Б В.2.6-190:2013	m	-	0.1
Площа приміщення	F	м ²	54.1
Висота приміщення	h	м	3
Об'єм приміщення	V	м ³	162.3

Зовнішні стіни знаходяться під кутом 90° по відношенню одна до одної. Приведений опір теплопередачі становить $R_{\Sigma \text{пр}} = 3.71(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$. Приведений опір теплопередачі зорищного перекриття $R_{\Sigma \text{пр}} = 4.72(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$. Віконні блоки – металопластикові $R_{\Sigma \text{пр}} = 0.65(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$.

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 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 2.4.2.3

Таблиця 2.4.2.2 Розрахункові характеристики теплої інерції матеріалів у складі зовнішньої стіни

Шар конструкції	Тов- щина шару $\delta, \text{м}$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації Б		Тепловий опір, $R,$ $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Теплова інерція $D = R \cdot s$
		Теплопро- відність, $\lambda,$ $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Коефіцієнт теплозас- воєння $s, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$		
Вапняно-піщана штукатурка	0.020	0.810	9.76	0.025	0.24
Гіпсокартонні листи	0.012	0.210	3.66	0.057	0.21
Цегляна кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0.510	0.870	10.90	0.586	6.39
Клейова суміш	0.010	0.930	11.09	0.011	0.12
Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125	0.150	0.037	0.63	4.054	2.55
Клейова суміш з армосіткою	0.010	0.930	11.09	0.011	0.12
Декоративна штукатурка	0.005	0.810	9.76	0.006	0.06

Оскільки перший внутрішній шар озгородження стіни має теплову інерцію менше ніж один $D_1 = 0.24 < 1$, а $D_1 + D_2 = 0.24 + 0.21 + 6.39 = 6.84 > 1$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначаємо за формулою:

$$Y_B = \frac{R_2 \cdot s_2^2 + s_3}{1 + R_2 \cdot s_3} = 7.19 \text{BT}/(\text{M}^2 \cdot \text{K})$$

Таблиця 2.4.2.3 Розрахункові характеристики теплові інерції матеріалів у складі суміщеного покриття

Зам. №	Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125						0.150	0.037	0.63	4.054	2.55	
	Клейова суміш з армосіткою						0.010	0.930	11.09	0.011	0.12	
	Декоративна штукатурка						0.005	0.810	9.76	0.006	0.06	
Підпис і дата	Оскільки перший внутрішній шар озгородження стіни має теплову інерцію менше ніж один $D_1 = 0.24 < 1$, а $D_1 + D_2 = 0.24 + 0.21 + 6.39 = 6.84 > 1$, то коефіцієнт теплозасвоєння поверхні визначаємо за формулою: $Y_B = \frac{R_2 \cdot s_2^2 + s_3}{1 + R_2 \cdot s_3} = 7.19 \text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ Таблиця 2.4.2.3 Розрахункові характеристики теплові інерції матеріалів у складі суміщеного покриття											
№, № ориг.							МПІ 29.23 –ПЗ					Арк.
												22
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата						

Шар конструкції	Тов- щина шару $\delta, \text{м}$	Розрахункові характеристики в умовах експлуатації Б		Тепловий опір, $R,$ $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Теплова інерція $D = R \cdot s$
		Теплопро- відність, $\lambda,$ $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	Коефіцієнт теплозас- воєння $s, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$		
Вапняно-піщана штукатурка	0.020	0.810	9.76	0.025	0.24
Кругло пустотна плита	0.220	2.040	18.95	0.108	2.04
Параізоляція	0.002	0.300	8.56	0.007	0.06
Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT 145	0.200	0.038	0.63	5.263	3.32
Вузько дифузійна вітрозахисна	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:

$$Y_B = \frac{R_1 \cdot s_1^2 + s_2}{1 + R_1 \cdot s_2} = 14.51 \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Розраховуємо коефіцієнти теплопоглинання внутрішньою поверхнею світлопрозорих і непрозорих конструкцій: – для непрозорих конструкцій: $B_{\text{НП}} = 1/(1/\alpha_{\text{ВН}} + 1/Y_B)$; – для світлопрозорих конструкцій: $B_{\text{СП}} = 1/(1.08 \cdot R_{\Sigma \text{СП}})$.

Таблиця 2.4.2.4 Коефіцієнт теплопоглинання внутрішньою поверхнею зовнішньої озгороджувальної конструкції

Назва параметру	Озгороджувальна конструкція		
	Зовнішні стіни	Віконні блоки	Горищене перекрыття
Коефіцієнт теплопоглинання внутрішньою поверхнею	3.94	1.42	5.92

Визначаємо тепловтрати приміщення через теплоізоляційну оболонку:

$$Q_{\text{теп}} = (t_{\text{ВН}} - t_{\text{ЗОВ}}) \cdot \left[\sum_{j=1}^n \frac{F_{\text{НП}}}{R_{\Sigma j \text{НП}} \cdot k} + \frac{F_{\text{СП}}}{R_{\Sigma \text{СП}}} \right] = 1585.7 \text{Вт}$$

Визначаємо тепловтрати будівлі за рахунок інфільтрації та вентиляції:

$$Q_{\text{інф}} = 0.27 \cdot (t_{\text{ВН}} - t_{\text{ЗОВ}}) \cdot V = 1840.5 \text{Вт}$$

Загальні тепловтрати приміщення становлять:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{теп}} + Q_{\text{інф}} = 3426.2 \text{Вт}$$

Визначаємо амплітуду коливань температури приміщення:

$$A_{t_{\text{В}}} = \frac{0.7 \cdot Q_{\text{пр}} \cdot T}{B_{\text{НП}} \cdot F_{\text{НП}} + B_{\text{СП}} \cdot F_{\text{СП}}} = 0.51^\circ\text{C}$$

Амплітуда коливань температура приміщення не перевищує нормативного значення 1.5°C і становить 0.51°C , що задовільняє умови п. 5.8 ДБН В.2.6-31:2021 $A_{t_{\text{В}}} \leq 1.5^\circ\text{C}$.

2.5 Оцінка повітропроникності озгороджувальних конструкцій (зовнішні стіни)

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

Зам. №	№
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						МПІ 29.23 -ПЗ	Арк.
							23
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

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

Δp – розрахункова різниця тиску;

n – показник фільтрації.

Повітропроникність дагатоварової 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 дагатоварового озгородження, м ;

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

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

Шар конструкції	Товщина шару	Товщина зразка випробування	Різниця 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	$G^{\Delta p}, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	$G^K, \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$
Ваніано-піщана штукатурка	0.020	15	10	0.07	0.80	0.17	0.79
Гіпсокартонні листи	0.012	1	10	0.16	0.80	0.38	2.45
Цегляна кладка з силікатної цегли на цементно-піщаному розчині	0.510	510	10	0.56	0.80	1.35	0.07
Клейова суміш	0.010	15	10	0.03	0.80	0.07	1.02
Утеплювач мінераловатні плити по типу IZOVAT Fasad 125	0.150	40	10	0.05	1.50	0.26	1.44
Клейова суміш з армоуткою	0.010	15	10	0.03	0.80	0.07	1.02
Декоративна штукатурка	0.005	15	10	0.03	0.80	0.07	0.51
$G^K = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i/d}{G_i^{\Delta p}} \right)^{-1}$							0.14

Отже, відповідно до ДСТУ Б В.2.6-191:2013 $G^K = 0.14 < G_H^K = 0.4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$ – 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 кондиціонований об'єм будівлі відповідно становить: $A_f = 1597.8 \text{ м}^2$, $V_f = 5056.7 \text{ м}^3$.

3.1 Характеристики теплопередачі трансмісією

Для розрахунку приймаємо приведені опір теплопередачі зовнішніх озгороджувальних 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

Зам. №. №	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 кондиціонований об'єм будівлі відповідно становить: $A_f = 1597.8\text{м}^2$, $V_f = 5056.7\text{м}^3$.						
	3.1 Характеристики теплопередачі трансмісією						
	Для розрахунку приймаємо приведеній опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій, що розраховано в розділі 2 даної ПЗ.						
Підпис і дата	Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначаються як для режиму опалення, так і для режиму охолодження та розраховується згідно з п. 8.2 ДСТУ						
№. № ориг.							
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							25

3.2 Характеристики теплопередачі вентиляцією

Централізована система охолодження в будівлі — відсутня. Частково наявні локальні спліт-системами охолодження. Централізована система вентиляції будівлі відсутня. В приміщеннях передбачена загальнообмінна вентиляція, припливно-витяжна із природнім спонуканням, яка розрахована на дотримання нормативних кратностей повітрообміну. Приплив повітря до приміщень здійснюється природньо через вікна і двері, витяжка — через існуючі вентиляційні канали. Частково в приміщеннях: зали для семінарів та архіви влаштовано механічну вентиляцію з підігрівом.

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

Для режиму опалення:

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

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 °С, згідно з табл. 16 ДСТУ 9190:2022;

θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С 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 опалення: $H_{ve,adj,H} = \rho_a \cdot c_a \cdot (q_{ve,mn,H} \cdot b_{ve,H} + q_{inf,mn,H})$
- Для охолодження: $H_{ve,adj,C} = \rho_a \cdot c_a \cdot (q_{ve,mn,C} \cdot b_{ve,C} + q_{inf,mn,C})$

де $\rho_a \cdot c_a$ — теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює 0.33Вт·год/(м³·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: $q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} \cdot t_{ve,H}/168 = 1162.9\text{м}^3/\text{год}$
- Для охолодження: $q_{ve,mn,C} = q_{ve,C} \cdot t_{ve,C}/168 = 1162.9\text{м}^3/\text{год}$

де $q_{ve,H}$, $q_{ve,C}$ — нормативна витрата повітря для опалення та для охолодження відповідно 3907.3м³/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: $q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,H}/168 = 358.9\text{м}^3/\text{год}$
- Для охолодження: $q_{inf,mn,C} = n_{inf,C} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,C}/168 = 401.9\text{м}^3/\text{год}$

Зам. №.	Усереднена за часом витрата повітря для вентиляції визначається згідно ДСТУ 9091:2022:					
	- Для опалення : $q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} \cdot t_{ve,H}/168 = 1162.9\text{м}^3/\text{год}$ - Для охолодження: $q_{ve,mn,C} = q_{ve,C} \cdot t_{ve,C}/168 = 1162.9\text{м}^3/\text{год}$					
Підпис і дата	де $q_{ve,H}$, $q_{ve,C}$ — нормативна витрата повітря для опалення та для охолодження відповідно $3907.3\text{м}^3/\text{год}$ — для природньої вентиляції;					
	$t_{ve,H}$, $t_{ve,C}$ — період використання нормативної витрати вентиляційного повітря для опалення та для охолодження, 50год/тиждень.					
№. № ориг.	Усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації визначається згідно ДСТУ 9091:2022:					
	- Для опалення : $q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,H}/168 = 358.9\text{м}^3/\text{год}$ - Для охолодження: $q_{inf,mn,C} = n_{inf,C} \cdot V_{ve} \cdot \vartheta_V \cdot t_{inf,C}/168 = 401.9\text{м}^3/\text{год}$					
						МПІ 29.23 -ПЗ
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Арк.

27

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,нос}}{N_m} \cdot \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} \cdot A_{f,k} \right) \cdot t + Q_{w,dis,rbl,m}$$

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

N_m — кількість днів у відповідному місяці;

$N_{m,нос}$ — 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 теплонадходжень

Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини світлопрозорих та непрозорих 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 низькоемультсійним 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 $g_n = 0.58$;

- 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 наведено 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	101.87	75.07	58.75	44.46	—
Балконні блоки	7.41	0.00	0.00	3.71	—

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.

Зам. №	Загальна площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними наведено в таблиці (див. Таблиця 3.4.1).							
	Таблиця 3.4.1 Площа світлопрозорих конструкцій							
Підпис і дата	Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними, м ²							
	Найменування конструкції	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.		
	Віконні блоки	101.87	75.07	58.75	44.46	–		
	Балконні блоки	7.41	0.00	0.00	3.71	–		
№, № ориг.	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.							
							МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
								29
	Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

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	237.90	269.70	254.00	267.40	–
Суміщене покриття	–	–	–	–	0.00

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 зашкленого елемента, м²;

F_F – частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції зашкленого 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 $\text{Вт}/\text{м}^2$, 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 $\Delta\theta_{er} = 11\text{К}$ – 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).

Зам. №	№
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							30
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4.3 Значення безрозмірних коефіцієнтів для непрозорих озгороджувальних конструкцій

Найменування коефіцієнта	Найменування конструкції		
	Зовнішні стіни	Вхідні двері	Суміщене покриття
Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею озгородження	0.70	0.80	-
Коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною	0.93	0.90	-

Таблиця 3.4.4 Еквівалентна площа інсоляції в період опалення з врахуванням затінення

Місяць	Параметр									
	Світлопрозорі елементи					Непрозорі елементи				
	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.
Січень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Лютий	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Березень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Квітень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Травень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Червень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Липень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Серпень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Вересень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Жовтень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Листопад	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Грудень	40.48	26.02	22.37	16.62	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-

Таблиця 3.4.5 Еквівалентна площа інсоляції в період охолодження з врахуванням затінення

Місяць	Параметр									
	Світлопрозорі елементи					Непрозорі елементи				
	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.	Пн.	Сх.	Пд.	Зх.	Гор.
Січень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Лютий	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Березень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Квітень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Травень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Червень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Липень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Серпень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Вересень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Жовтень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Листопад	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-
Грудень	39.21	26.96	21.30	16.57	-	1.65	1.97	1.75	1.83	-

Зам. №	Підпис і дата	№, № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МПІ 29.23 -ПЗ	Арк.
							31

Таблиця 3.4.6 Характеристика сонячних теплонадходжень

Місяць	Параметр			
	t, год	$\Phi_r F_r$, Вт	Φ_{sol} , Вт	
			Період опалення	Період охолодження
Січень	744	308.4	2439	2388
Лютий	672	308.4	4100	4027
Березень	744	308.4	6086	5997
Квітень	720	308.4	7056	6977
Травень	744	308.4	9225	9139
Червень	720	308.4	9875	9786
Липень	744	308.4	9568	9482
Серпень	744	308.4	8179	8098
Вересень	720	308.4	6551	6467
Жовтень	744	308.4	4048	3977
Листопад	720	308.4	1885	1845
Грудень	744	308.4	1584	1547

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: $C_m = C \cdot A_f = 127824.0 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

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

Для режиму опалення: $\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} \approx 42.4 \text{ год}$

Для режиму охолодження: $\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}} \approx 43.5 \text{ год}$

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: $\alpha_H = \alpha_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 3.83$

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: $\alpha_C = \alpha_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 3.90$

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

Зам. №	
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							32
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

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	20915	9089	30004	1836	5721	7556	0.25	1.00	17722
Лютий	18050	7833	25882	2785	5721	8506	0.33	0.99	13391
Березень	16088	6993	23081	4577	6109	10685	0.46	0.97	9063
Квітень	4507	1924	6431	2567	2957	5525	0.86	0.85	725
Травень	4064	1767	5831	6936	5721	12656	2.17	0.45	0
Червень	1393	606	1999	7183	5915	13098	6.55	0.15	0
Липень	169	75	244	7193	6303	13495	55.27	0.02	0
Серпень	847	370	1216	6151	6109	12259	10.08	0.10	0
Вересень	4999	2175	7174	4768	6109	10877	1.52	0.61	0
Жовтень	5038	2157	7195	1522	3151	4674	0.65	0.92	1796
Листопад	14832	6447	21279	1373	6109	7482	0.35	0.99	10648
Грудень	19052	8281	27333	1193	6303	7495	0.27	0.99	15542
Всього за рік:							68887		
МПІ 29.23 –ПЗ Арк. Зм. Кільк. Арк. № док. Підпис Дата 33									

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	22789	14442	37231	1836	5721	7556	0.20	0.20	0
Лютий	19795	12464	32259	2785	5721	8506	0.26	0.26	0
Березень	18263	11110	29373	4577	6109	10685	0.36	0.36	0
Квітень	5763	3113	8876	2567	2957	5525	0.62	0.58	0
Травень	6988	2808	9795	6936	5721	12656	1.29	0.88	0
Червень	4380	963	5343	7183	5915	13098	2.45	0.98	7852
Липень	3335	118	3453	7193	6303	13495	3.91	1.00	10055
Серпень	3970	586	4556	6151	6109	12259	2.69	0.99	7764
Вересень	7761	3453	11214	4768	6109	10877	0.97	0.78	0
Жовтень	6313	3479	9792	1522	3151	4674	0.48	0.46	0
Листопа	16982	10242	27225	1373	6109	7482	0.27	0.27	0
Грудень	21042	13156	34199	1193	6303	7495	0.22	0.22	0
Всього за рік:									25670

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:

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

де $f_{hydr} = 1.03$ — 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 тепловіддавальної 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 озорожень (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 енергопотребой для опалення за конкретний місяць $Q_{H,nd}$ див. табл. 3.12 даної ПЗ.

Зам. №	№
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							34
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

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 $\psi_{L,j}$ — лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го трубопроводу, Вт/(м·К);

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

$\theta_{i,j}$ — температура навколишнього середовища, °С;

L_j —довжина трубопроводу, м;

j —індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами;

$t_{op,an,i}$ —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 трубопроводів L_A , L_S , L_V згідно з рис.7 ДСТУ 9190:2022.

Трубопроводи типу L_V (розподільчі, що знаходяться в некондиціонованому технічному підпіллі), L_A (горизонтальні вітки) та L_S (стояки) ізолювані теплоізоляцією, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів. Довжина трубопроводів відповідного типу: $L_V = 352.0\text{м}$; $L_S = 156.0\text{м}$; $L_A = 1037.0\text{м}$.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з табл. 24 ДСТУ Б 9190:2022: $\psi_V = 0.4$; $\psi_S = 3.0$; $\psi_A = 3.0$

Утилізовані тепловтрати 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 тепловтрати 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: $Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrnd,i}$

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 по погодним регулюванням тепла в тепловому пункті становить: $\eta_{H,gen} = 96\%$

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)

Зам. №.	№	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 по погодним регулюванням тепла в тепловому пункті становить: $\eta_{H,gen} = 96\%$							
Підпис і дата		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)							
№. № ориг.								МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
		Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		35

Таблиця 3.8.1 Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць	Параметр, кВт · год										
	$Q_{H,hd}$	$Q_{H,em,ls}$	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$	$Q_{H,dis,ls}$	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$	$Q_{H,dis,ls,rbl}$	$Q_{H,dis,ls,rvd}$	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$	$Q_{H,gen,ls}$	$Q_{H,use}$
Січень	17722	4456	18615	107505	5077	102428	92152	15354	33968	1415	35383
Лютий	13391	3367	14067	95268	4516	90752	81597	13672	27739	1156	28895
Березень	9063	2279	9525	96989	4679	92310	82794	14194	23719	988	24708
Квітень	725	182	766	-26276	-507	-25769	-22575	-3701	-2935	-122	-3058
Травень	-718	-181	-792	-54303	-1048	-53256	-35193	-19110	-19903	-829	0
Червень	-260	-65	-310	-52551	-1014	-51538	-13266	-39285	-39596	-1650	0
Липень	42	11	52	-54303	-1048	-53256	-1626	-52677	-52625	-2193	0
Серпень	-103	-26	-125	-54303	-1048	-53256	-8959	-45344	-45470	-1895	0
Вересень	-424	-107	-456	-52551	-1014	-51538	-40390	-12161	-12617	-526	0
Жовтень	1796	452	1890	-27152	-524	-26628	-23710	-3441	-1551	-65	-1616
Листопад	10648	2677	11186	92253	4467	87786	78910	13343	24529	1022	25551
Грудень	15542	3908	16325	103446	4923	98523	88626	14820	31145	1298	32443
Всього за рік:										142306	

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 ($Q_{C,dis,in} = Q_{C,nd}$):

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in}/\eta_{C,ac} = 25670/0.93 = 27603.0 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen})/\eta_{C,gen} = 27603.0 \cdot (1 - 2.25)/2.25 = -15335.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

При цьому, ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з табл. 31 ДСТУ 9190:2022 і становить $\eta_{C,gen} = 2.25$.

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначається згідно з формулою:

$$Q_{C,ues} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 27603.0 - 15335.0 = 12268.0 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

3.10 Загальне енергоспоживання системи вентиляції

Річне енергоспоживання під час попереднього підігріву визначається за формулою:

$$Q_{ve,pre-heat,use} = Q_{ve,pre-heat,gen,out}/\eta_{V,pre-heat,gen} = 24589.00 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$Q_{ve,pre-heat,gen,out} = \left(\sum_m Q_{ve,pre-heat,m} \right) / \eta_{V,pre-heat,sys} = 23605.0 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

де $Q_{ve,pre-heat,m}$ — енергопотреба для попереднього підігрівання для m-го місяця кВт · год;

$\eta_{V,pre-heat,sys}$ — загальна ефективність розподілення та тепловіддавання/виділення теплоти для системи попереднього підігрівання, визначається згідно з табл. 27 ДСТУ 9190:2022, $\eta_{V,pre-heat,sys} = 0.98$;

Зам. №	Підпис і дата	№. № ориг.					МПІ 29.23 -ПЗ					Арк.
												36
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

37

Зам. №	№	V_f – кондиціонування об'єм; EP_{max} – максимально допустиме значення питомої енергопотребди. Граничне значення питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні для громадських будівель відповідно до Наказу №260 від 27.10.2020 становить: $EP_p = 38 \cdot \Lambda_{bci} + 15 = 31.44 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^3$. Клас енергоефективності будівлі відповідно до табл. 1 Наказу №261 від 27.10.2020 становить "С": оскільки $[(EP_{use} - EP_p) / EP_p] \cdot 100\% = [(30.57 - 31.44) / 31.44] \cdot 100 = -3\%$.						
		5 Розрахунок первинної енергії та викидів парникових газів Розрахунок первинної енергії визначаємо для кожного енергоносія та розраховуємо за формулою: $E_p = \sum(E_{del,i} \cdot f_{p,del,i}) - \sum(E_{exp,i} \cdot f_{p,exp,i}) = 358.18 \text{ (тис. кВт} \cdot \text{год)}$.						
Підпис і дата	№	№ ориг.					МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
								39
			Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.		Підпис

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:

$$e_p = E_p / A_f = 224.18 (\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2)$$

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

$$m_{CO_2} = \sum (E_{del,i} \cdot k_{del,i}) / 1000 - \sum (E_{exp,i} \cdot k_{exp,i}) / 1000 = 63271.58 (\text{кг})$$

Питомий показник викидів парникових газів розраховується за формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} / A_f = 39.60 (\text{кг} / \text{м}^2)$$

№. № ориг.	Підпис і дата	Зам. №. №							Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МПІ 29.23 –ПЗ			40

6 Зведені характеристики будівлі

Таблиця 6.1 Загальні характеристики

Призначення будівлі (відповідно до таблиці 1 Методики	Громадська будівля від 1 до 3 поверхів
Призначення будівлі (згідно з ДСТУ XXXX)	Громадська будівля від 1 до 3 поверхів
Загальна площа, м ²	1597.80
Загальний об'єм, м ³	7408.70
Кондиціонована (опалювальна) площа, м ²	1597.80
Кондиціонований (опалювальний) об'єм, м ³	5056.70
Об'єм для вентиляції, м ³	5056.70
Кількість поверхів	3
Рік введення в експлуатацію	1988
Тип зовнішніх озорозжувальних 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	3.30
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	0.43
Кількість під'їздів або входів	4
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

МПІ 29.23 –ПЗ

Арк.

41

Таблиця 6.2 Теплотехнічні характеристики

Вид огорожувальної конструкції теплоізоляційної оболонки	Приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції, $m^2 \cdot K/W$		Площа, A, m^2
	Значення	Мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни, з них:	x	x	1029.00
- що межують із зовнішнім повітрям	3.92	3.00	1029.00
- що межують із некондиціонованим об'ємом	-	x	-
- що межують із сусідніми будівлями	-	x	-
Покриття, з них:	x	x	-
- сусідні	-	5.25	-
- опалювальних горищ	-	6.00	-
- технічних поверхів	-	6.00	-
- мансард	-	6.00	-
Перекрыття, з них	x	x	372.00
- неопалювальних горищ	4.72	4.50	372.00
- над поїздами над еркерами	-	3.75	-
- над неопалювальними підвалами	-	6.00	-
Конструкції, що межують з ґрунтом	x	x	397.20
- підлоги по ґрунту	-	x	397.20
- стіни цокольного поверху	1.79	x	-
- перекрыття над техпідпіллям	-	x	-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції, з них	x	x	291.27
- вікна	0.65	0.90	280.61
- вікна і балконні двері	0.87	0.90	11.115
- вітражі	-	0.90	-
- світлопрозорі фасади	-	0.90	-
- світлопрозорі зовнішні двері	-	0.90	-
- в місцях загального користування*	-	0.90	-
Зенітні ліхтарі	-	0.8	-
Зовнішні двері	0.59	0.70	14.26

* Для багатоквартирних житлових будинків

Таблиця 6.3 Характеристики інженерних систем

Система опалення	
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	С
Тип та опис системи (джерело енергії, теплоносії, розведення трубопроводів)	Теплопостачання здійснюється від окремо розташованої газової котельні, теплоносії — вода, підсистема розподілу — вертикальна, двотрудна з верхньою подачею теплоносія
Регулювання температури в системі	Наявне
Регулювання витрати в системі	Наявне
Циркуляція теплоносія у системі	Механізована примусова, за рахунок циркуляційних насосів.
Тип опалювальних приладів	Стальні радіатори
Регулювання температури приміщення	Відсутнє
Гідравлічне налагоджування (балансування) системи	Балансувальна арматура відсутня
Теплова ізоляція трубопроводів в неопалювальних приміщеннях	Частково ізольовані

Зам. №	Підпис і дата	№ ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	МПІ 29.23 –ПЗ	Арк. 42

Продовження табл. 6.3

Облік теплової енергії						Лічильник обліку теплової енергії відсутній					
Система гарячого водопостачання											
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1						C					
Тип та опис системи (джерело енергії, розведення трубопроводів, забезпечення циркуляції)						ГВП від електричних доїлерів					
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						C					
Тип та опис системи						Вентиляція природня та частина приміщень (зали для семінарів, архіву) обладнані механічна з підігрівом повітря.					
Утилізація теплоти повітря, що видаляється						Відсутнє					
Попередній підігрів припливного повітря						Наявний					
Попереднє охолодження припливного повітря						Відсутнє					
Зволоження та осушення припливного повітря						Відсутнє					
Регулювання температури повітря у системі						Відсутнє					
Регулювання витрат повітря у системі						Відсутнє					
Регулювання температури повітря у приміщеннях						Відсутнє					
Регулювання витрат повітря у приміщеннях						Відсутнє					
Облік споживання енергії системами (електрична, тепла)						Відсутній					
Система освітлення											
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1						D					

						МПІ 29.23 -ПЗ	Арк.
							43
Зм.	Кільк.	Арк.	№доку.	Підпис	Дата		

Зам. №

Підпис і дата

№, № ориг.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

МПІ 29.23 -ПЗ

Арк.

Продовження табл. 6.3

Тип та опис системи (зони будівлі з різними параметрами, прилади освітлення, питома встановлена потужність освітлення)	Система освітлення будівлі передбачено робоче освітлення і евакуаційне освітлення у виходів для безпечної евакуації людей. Для робочого і аварійного освітлення прийняті світлодіодні світильники і світильники для показників виходу передбачені з вбудованими акумуляторами.
Регулювання систем (рівень освітленості, період використання)	Відсутні датчі руху/освітленості в місцях загального користування
Аварійне освітлення	Встановлено на шляхах евакуації
Облік споживання електричної енергії	В будівлі встановлено загальний лічильник на електроенергію
Технічне управління будівлею	
Клас енергоефективності АМУБ згідно з ДСТУ EN 15232-1	D

№. № ориг.	Підпис і дата	Зам. №. №						
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			Арк.
						МПІ 29.23 –ПЗ		44

Таблиця 6.4 Енергетичні характеристики

Показник	Одиниця виміру	Значення	Мінімальні вимоги
Річне сумарне споживання енергії, в м.ч.:	тис. кВт · год	218.41	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	58.82	
Річне енергоспоживання систем опалення	тис. кВт · год	142.31	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	28.14	
Річне енергоспоживання систем гарячого водопостачання	тис. кВт · год	25.62	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	5.07	
Річне енергоспоживання систем охолодження	тис. кВт · год	12.27	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	2.43	
Річне енергоспоживання систем вентиляції	тис. кВт · год	1.72	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	0.34	
Річне енергоспоживання систем освітлення	тис. кВт · год	36.50	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	22.84	
Річна сумарна енергопотреба в м.ч.:	тис. кВт · год	110.54	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	14.92	
в опаленні	тис. кВт · год	68.89	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	9.30	
в охолодженні	тис. кВт · год	25.67	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	3.46	
в зворотному водопостачанні	тис. кВт · год	15.98	
	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	2.16	
Річне споживання первинної енергії	тис. кВт · год	358.19	
	кВт · год/м ²	224.18	
Річні викиди парникових газів	т	63.27	
	кг/м ²	39.60	
Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні	кВт · год/м ² [кВт · год/м ³]	30.57	31.44
Клас енергетичної ефективності при опаленні та охолодженні		С	
Висновок за результатами оцінки енергетичних показників будівлі	Будівля відноситься до середнього класу енергоефективності		
Рекомендації щодо підвищення енергетичної ефективності будівлі	Для підвищення енергоефективності будівлі необхідно: – виконати балансування системи опалення; – встановлення механічної системи вентиляції з рекуперацією тепла в приміщеннях де вентиляція здійснюється за рахунок природного природного спонукання; – встановлення системи моніторингу за інженерними системами та коригування енергоспоживання.		

Зам. №	№
Підпис і дата	
№, № ориг.	

						МПІ 29.23 –ПЗ	Арк.
							45
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		