

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

на тему: **« Розробка енергетичного сертифікату будівлі корпусу «М»**

**Сумського державного університету »**

Напрямок підготовки 144 «Теплоенергетика»

за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

\_\_\_\_\_ Данильченко О.В.

(прізвище і ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис студента)

*В роботі не виявлено текстових,  
ілюстративних та інших запозичень  
без коректного на них посилання*

Випускна робота  
захищена на засіданні  
ЕК з оцінкою

Керівник роботи \_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_ Хованський С.О.

(прізвище і ініціали)

\_\_\_\_\_ доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

Секретар комісії \_\_\_\_\_

(підпис)

Суми 2020

# Сумський державний університет

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки  
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»  
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
прикладної гідроаеромеханіки

\_\_\_\_\_ Ковальов І.О.  
“\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## ЗАВДАННЯ до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Данильченко Олена Вікторівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи «Розробка енергетичного сертифікату будівлі корпусу «М» Сумського державного університету».

затверджена наказом по університету № \_\_\_\_\_ від “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 5 червня 2020 р.

3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

**Вступ** (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

**1. Характеристика об'єкту енергетичного обстеження** (опис дійсного стану об'єкта; аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз).

**2. Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання** (основні положення методики розрахунку; представлення результатів розрахунку).

**3. Розробка сертифікату будівлі** (основні положення методики розрахунку заходів; представлення результатів розрахунку).

**4. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.**

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 12.04.2020	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 19.04.2020	
3	Інструментальне обстеження	до 26.04.2020	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 06.05.2020	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	до 20.06.2020	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 25.06.2020	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 04.06.2020	
8	Задача роботи на перевірку	до 05.06.2020	
9	Доопрацювання зауважень	до 12.05.2020	
10	Захист роботи	з 15.06.20 до 20.06.20	

Дата видачі завдання “06” квітня 2020 р.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Данильченко О.В.  
(Прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Хованський С.О.  
(Прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка :сторінок-57 , рисунків - 1, таблиць - 7, додатків - 1.

**Мета роботи :** створення сертифікату енергетичної ефективності будівлі.

Відповідно до мети роботи були вирішенні такі питання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунковий аналіз систем енергопостачання;
- створення сертифікату будівлі.

**Предмет дослідження :** системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі корпусу М Сумського державного університету.

**Об'єкт :** використання енергоносіїв у корпусі М.

**Методи дослідження :** інструментальне вимірювання, математичні розрахунки.

**Ключові слова :** ПИТОМА ЕНЕРГОПОТРЕБА, ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ПОКАЗНИК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ, КОНДИЦІОНОВАНА ПЛОЩА, ВНУТРІШНЯ (ЗАДАНА) ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВТРАТИ.

**ТЕМА РОБОТИ :** «РОЗРОБКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕРТИФІКАТУ БУДІВЛІ КОРПУСУ «М» СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

## ЗМІСТ

С

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ СЕРТИФІКАЦІЇ.....	8
1.1 Загальна інформація .....	8
1.2 Функціональне призначення, тип і конструктивні рішення будинку.....	8
1.3 Геометричні показники .....	9
1.4 Теплотехнічні показники .....	10
2 ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ЕНЕРГОПОТРЕБИ НА ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ.....	15
2.1 Характеристика передачі трансмісії .....	15
2.2 Характеристика передачі вентиляції.....	17
2.3 Характеристика внутрішніх теплонадходжень.....	18
2.4 Характеристика сонячних теплонадходжень.....	19
2.5 Динамічні параметри.....	25
2.6 Внутрішні умови.....	27
2.7 Енергопотребы для опалення та охолодження .....	27
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.....	31
3.1 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності технічних засобів.....	31
3.2 Розрахунок енергоспоживання при опаленні.....	31
3.3 Визначення питомого енергоспоживання при охолодженні.....	38
3.4 Визначення питомого енергоспоживання при освітленні.....	41
3.5 Проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів.....	43

					6.144.03. ВР 00 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Данильченко			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Хованський				5	
<i>Реценз.</i>					СумДУ,ЕМ-61-8		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утверд.</i>							

Розробка енергетичного  
сертифікату будівлі корпус  
«М» Сумського державного  
університету



## ВСТУП

Енергетичний сертифікат – документ встановленої форми, в якому зазначено показники та клас енергетичної ефективності будівлі, наведено сформовані у встановленому законодавством порядку рекомендації щодо його підвищення, а також інші відомості щодо будівлі, її відокремлених частин, енергетичну ефективність яких сертифіковано. Загалом, станом на 1 червня 2020 р. в країні понад 3100 будівель пройшли сертифікацію. Найбільшу кількість сертифікатів видано для:

- житлових будівель 1285;
- громадських будівель – 576;
- навчальних закладів – 563.

До енергоаудиторів за сертифікацією також звертаються медичні установи, дитячі садки, підприємства торгівлі, офісні центри, готелі тощо. Сертифікати дають повну інформацію про технічний стан будівлі та обсяги споживання енергоресурсів. Визначені класи енергоефективності різняться від А до G. Щоб підвищити рівень енергоефективності будівель, власники мають змогу ознайомитися із чіткими рекомендаціями енергоаудиторів, вказаних у сертифікатах. Це важливий крок для прийняття рішення про те, які саме заходи впроваджувати та які з них дадуть максимальний ефект. Також сертифікат є обов'язковою умовою для отримання коштів державної підтримки на реалізацію заходів з енергоефективності (наприклад, через Фонд енергоефективності).

Розрахунки, представлені у даній роботі виконані за загальноприйнятими методиками [3], [4], [5].

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ СЕРТИФІКАЦІЇ

## 1.1 Загальна характеристика

Об'єкт – навчальний корпус Сумського державного університету, що розташований за адресою: м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2.

Будинок побудований за проектом 1960 р. Зовнішній вигляд фасаду будинку наведено на рисунку 1.

Будинок чотириповерховий із опалюваним підвальним приміщенням.

Будинок має прямокутну форму в плані, розмірами в осях 10,15 м x 63,53 м. Загальна висота будинку від відмітки підлоги першого поверху до верхньої відмітки покрівлі 13,8 м. Висота поверху становить 3,1 м. У будинку передбачено дві сходові клітки.

Розрахункова кількість людей, що одночасно знаходяться в будинку протягом 8-годинного робочого дня – 300 чол.

## 1.2 Функціональне призначення, тип і конструктивні рішення будинку

Призначення будівлі – навчальний корпус СумДУ.

Конструктивне рішення теплоізоляційної оболонки будинку:

- Зовнішні стіни виконані з цегли глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині 510 мм, оштукатурені ззовні та з середини цементним розчином 20мм.

- Покрівля над приміщеннями спортзалу та лабораторії опору матеріалів плоска, не експлуатована. Покриття виконане у вигляді монолітної залізобетонної плити 220 мм, утепленої шаром керамзиту 150 мм та покрита шаром руберойду 4 мм.

- Дах водоскатний шиферний стропильна система, перекриття виконане у вигляді монолітної залізобетонної плити 220 мм, утепленої шаром керамзиту 150 мм.

- Перекриття над неопалюваним підвалом загальною товщиною 400 мм виконане з монолітної залізобетонної плити завтовшки 220 мм, утепленої шаром керамзиту 150 мм та покрита бетоном на зольному гравію товщиною 30 мм.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- Місцями підлога покрита плиткою завтовшки 5 мм, на бетонній стяжці товщиною 15 мм.

- Світлопрозорі конструкції (вікна) 1-4 поверхів переважно виконані з пластикових профілів із заповненням двокамерними склопакетами. Частина вікон виконані з дерев'яного профілю. Світлопрозорі конструкції спортивного залу та лабораторії опору матеріалів виконані з металевого профілю.

У будинку передбачено водяне опалення, що підключене до системи централізованого тепlopостачання. Система двухтрубна вертикальна з верхнім розведенням, природня циркуляція води.

Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд корпусу «М»



### 1.3 Геометричні показники

Площі зовнішніх огорожувальних конструкцій, опалювання, розрахункова та корисна площі, опалюваний об'єм, а також форма, тип та орієнтація будівлі, необхідні для розрахунку енергетичного паспорту, визначались на основі проектних даних та фактичних вимірів.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Основні об'ємно-планувальні показники:

- Опалювальна площа будівлі –  $F_h = 3337,1 \text{ м}^2$ , визначається як площа поверхів, яка вимірюється в межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, що включає площу, яку займають перегородки і внутрішні стіни. В опалювальну площу будинку не включаються площа теплого горища, неопалювального технічного поверху, підвалу, сходових кліток та ліфтових шахт.

- Корисна площа будівлі  $F_{i\ k} = 3239,9 \text{ м}^2$  ( $3283,4 \text{ м}^2$  – згідно даних АГЧ), визначається як сума площ усіх розташованих на ній приміщень, а також холів, вестибюлів, фойє тощо за винятком сходових кліток, ліфтових шахт, внутрішніх відкритих сходів і пандусів.

- Розрахункова площа будівлі  $F_{i\ p} = 2932,3 \text{ м}^2$ , визначається як сума площ усіх розташованих на ній приміщень, за винятком коридорів, переходів, сходових кліток, ліфтових шахт, внутрішніх відкритих сходів, а також приміщень, призначених для розміщення інженерного обладнання та інженерних мереж.

- Опалювальний об'єм будівлі –  $V_h = 11877,6 \text{ м}^3$ , визначається як об'єм, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій.

- Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій -  $F_{\Sigma} = 4706,3 \text{ м}^2$ .

- Загальна площа зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій  $F_{\text{нп}} = 1577 \text{ м}^2$ .

- Загальна площа зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій  $F_{\text{сп}} = 616,4 \text{ м}^2$ .

- Загальна площа перекриття даху –  $F_{\text{пк}} = 1256,4 \text{ м}^2$ .

- Загальна площа перекриття над технічним підпіллям –  $F_{\text{п2}} = 1256,4 \text{ м}^2$ .

## 1.4 Теплотехнічні показники

### 1.4.1 Приведений опір теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Розрахункове значення приведенного опору теплопередачі зовнішніх непрозорих стінових огорожувальних конструкцій визначається згідно ДБН В.2.6-31 і складає

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$R_{\Sigma \text{ пр нп}} = 0,946 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі зовнішніх світлопрозорих огорожувальних конструкцій:

- вікна з дерев'яного профілю

$$R_{\Sigma \text{ пр д}} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

- вікна з ПВХ-профілю

$$R_{\Sigma \text{ пр п}} = 0,51 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

- вікна з залізного профілю

$$R_{\Sigma \text{ пр з}} = 0,18 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі залізно-дерев'яних дверей

$$R_{\text{з.д.}\Sigma \text{ пр}} = 0,23 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі дерев'яних дверей

$$R_{\text{д}\Sigma \text{ пр}} = 0,23 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі пластикових дверей

$$R_{\text{пл}\Sigma \text{ пр}} = 0,44 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі стелі корпусу

$$R_{\text{с кор}\Sigma \text{ пр}} = 1,63 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі стелі спортзалу і лабораторії опору матеріалів

$$R_{\text{с сп.лаб}\Sigma \text{ пр}} = 1,7 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахункове значення приведений опору теплопередачі підлоги над технічним підпіллям

$$R_{\text{ц2}\Sigma \text{ пр}} = 1,68 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

1.4.2 Приведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки будинку  $k_{\Sigma пр}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначається за формулою (1):

$$k_{\Sigma пр} = \xi \cdot \frac{\left( \frac{F_{ст}}{R_{ст}} + \frac{F_{в.д}}{R_{в.д}} + \frac{F_{в.пл}}{R_{в.пл}} + \frac{F_{в.з}}{R_{в.з}} + \frac{F_{дв.пл}}{R_{дв.пл}} + \frac{F_{дв.д}}{R_{дв.д}} + \frac{F_{п}}{R_{п}} + \frac{F_{п.с.л}}{R_{п.с.л}} + \frac{F_{ц2}}{R_{ц2}} \right)}{F_{\Sigma}}$$

де  $\xi$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, що пов'язані з орієнтацією огорожень за сторонами світу, наявністю кутових приміщень, надходженням холодного повітря через входи в будинок; для житлових будинків  $\xi=1,13$ , для інших будинків  $\xi = 1,1$ ;

$F_{ст}, F_{в.д}, F_{в.пл}, F_{в.з}, F_{дв.пл}, F_{дв.д}, F_{п}, F_{п.с.л}, F_{ц2}$  – площі відповідно стін (непрозорих частин), світлопрозорих конструкцій (вікон дерев'яних, ПВХ, залізних), зовнішніх вхідних дверей (пластикових, дерев'яних), покриттів (горищних перекриттів корпусу, перекриттів спортзалу та лабораторії опору матеріалів), цокольних перекриттів, м ;

$R_{ст}, R_{в.д}, R_{в.пл}, R_{в.з}, R_{дв.пл}, R_{дв.д}, R_{п}, R_{п.с.л}, R_{ц2}$  – приведений опір теплопередачі відповідно стін (непрозорих частин), (вікон дерев'яних, ПВХ, залізних), зовнішніх вхідних дверей (пластикових, дерев'яних), покриттів (горищних перекриття корпусу, перекриттів спортзалу та лабораторії опору матеріалів), цокольних перекриттів, (м · К)/Вт.

$F_{\Sigma}$  – загальна площа внутрішньої поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій, м<sup>2</sup>,  $F_{\Sigma} = 4322$  м<sup>2</sup>.

$$k_{\Sigma пр} = 1,1$$

$$\frac{\left( \frac{1577,00}{0,946} + \frac{70,26}{0,42} + \frac{453,82}{0,51} + \frac{84,3}{0,18} + \frac{8,1}{0,51} + \frac{13,96}{0,23} + \frac{730,93}{1,63} + \frac{525,4}{1,7} + \frac{1256,4}{1,68} \right)}{4322}$$

$$= 1,06 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

1.4.3 Умовний коефіцієнт теплопередачі будинку, що враховує тепловтрати за рахунок інфільтрації та вентиляції  $k_{інф}$ , Вт/(м<sup>2</sup>·К), визначається за формулою

$$k_{інф} = \frac{\chi_2 \cdot c \cdot n_{об} \cdot v_v \cdot V_h \cdot \gamma_3 \cdot \eta}{F_{\Sigma}}, \quad (2)$$

де  $\chi_2=0,278$  – розмірний коефіцієнт;

$c$  - питома теплоємність повітря, приймається рівною 1 кДж/(кг·К);

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						12

$n_{об}$ - середня кратність повітрообміну будинку за опалювальний період, год<sup>-1</sup>, що визначається експериментально або приймається за нормами проектування будинків.

Середня кратність повітрообміну громадського будинку за опалювальний період  $n_{об}$ , год<sup>-1</sup>, визначається за сумарним повітрообміном за рахунок вентиляції та інфільтрації за формулою:

$$n_{об} = \frac{\left[ \left( \frac{L_V \cdot n_V}{168} \right) + \left( \frac{P_{інф} \cdot \eta \cdot n_{інф}}{168 \cdot \gamma_3} \right) \right]}{v_V \cdot V_h}, \quad (3)$$

де  $L_V$  - кількість припливного повітря в будинок у разі природної вентиляції або нормативне значення під час механічної вентиляції, м<sup>3</sup>/год. і дорівнює для: будинків науково-дослідних установ, проектних і громадських організацій та управління -  $4F_p$ ; де  $F_p$  - розрахункова площа громадських будинків, м<sup>2</sup>, що визначається згідно з ДБН В.2.2-9;

$n_V$ - кількість годин роботи механічної або природної вентиляції протягом тижня;

168 - кількість годин у тижні;

$\eta$  - коефіцієнт впливу зустрічного теплового потоку в огорожувальних конструкціях; приймається за найбільшим значенням, єдиним для всього будинку і становить  $\eta = 0,7$ .

$P_{інф}$ - кількість повітря, що інфільтрується в будинок через огорожувальні конструкції в неробочий час, кг/год, приймається

$$P_{інф} = v_V \cdot V_h;$$

$n_{інф}$  - кількість годин інфільтрації повітря всередину будинку протягом тижня, год; для будинків із збалансованою припливно-витяжною вентиляцією дорівнює 168; для будинків, у приміщеннях яких підтримується нагнітання повітря під час дії припиненої механічної вентиляції -  $(168 - n_V)$ ;

$V_h$  - внутрішній об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

$v_V$  - коефіцієнт зниження об'єму повітря в будинку, яким враховується наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, приймається  $v_V = 0,85$ ;

					Лист
					13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$\gamma_3$ - середня густина повітря, що надходить до приміщення за рахунок інфільтрації, кг/м<sup>3</sup>, визначається за формулою

$$\gamma_3 = \frac{353}{[273 + 0,5(t_B + t_{опз})]} = \frac{353}{[273 + 0,5(21 - 1,4)]} = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$$n_{об} = \frac{\left[ \left( \frac{4 \cdot 2932,3 \cdot 168}{168} \right) + \left( \frac{0,85 \cdot 11877,61 \cdot 0,7 \cdot 168}{168 \cdot 1,25} \right) \right]}{0,85 \cdot 11877,61} = 1,72,$$

Кратність повітрообміну становить  $n_{об} = 0,28 \text{ год}^{-1}$ ;

$$k_{інф} = \frac{0,278 \cdot 1 \cdot 1,72 \cdot 0,85 \cdot 11877,61 \cdot 1,25 \cdot 0,7}{4322} = 0,98 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

						Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ЕНЕРГОПОТРЕБИ НА ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ

### 2.1 Характеристика передачі трансмісії

Сумарну теплопередачу трансмісією  $Q_{tr}$ , Вт год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

- Для опалення:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_c) \cdot t \quad (4)$$

- Для охолодження :

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,C} - \theta_c) \cdot t \quad (5)$$

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

$\theta_{int,set,H}$  - задана температура зони будівлі для опалення, °С = 20;

$\theta_{int,set,C}$  - задана температура зони будівлі для охолодження, °С=24;

$\theta_c$  - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

t - тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією  $H_{tr,adj}$ , Вт/К, повинно бути розраховане згідно за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad (6)$$

В загальному випадку  $H_X$ , що відображає  $H_D, H_g, H_U, H_A$ , складається з трьох доданків та розраховується за формулою:

$$H_X = b_{tr,x} \cdot \sum A_i \cdot U_i \quad (7)$$

де  $A_i$  - площа і-го елемента оболонки будівлі, м<sup>2</sup>;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$U_i$  - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м<sup>2</sup> К). що становить  $U_i = 1/R_{\Sigma \text{при}}$ ;

$R_{\Sigma \text{при}}$  - приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м<sup>2</sup> К/Вт, що для непрозорих елементів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.6-189. Для світлопрозорих елементів приймається за відповідними стандартами;

$b_{tr,x}$  - поправочний коефіцієнт, що становить 1.

1. Всі розрахунки зведено до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Розрахунок передачі трансмісії

Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м <sup>2</sup>	U, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{xH}$ , Вт/К	$H_{xC}$ , Вт/К
Зовнішні стіни	1499	1,05	1	1	1584,56	1584,56
Світлопрозорі конструкції	253	0,9	1	1	548,1	548,1
Перекриття холодного горища	1246	0,3	1	0	374,17	0
Перекриття над тех підпіллям	1246	0,59	1	1	741,6	741,6
Вхідні двері	24,06	1,11	1	1	26,6	26,6

$$H_{tr,adj,H} = 1584.56 + 548.1 + 374.17 + 741.6 + 26.6 = 3275.93 \text{ Вт/К}$$

$$H_{tr,adj,C} = 1584.56 + 548.1 + 741.6 + 26.6 = 2901.76 \text{ Вт/К}$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована згідно з формулами (4) та (5) для кожного місяця і наведена в таблиці 5 для режиму опалення та в таблиці 6 для режиму охолодження.

## 2.2 Характеристика теплопередачі вентиляцією

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{ve}$ , Вт год, розраховують для кожного місяця та для кожної z-ої зони за формулами:

- для опалення:

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) \cdot t \quad (8)$$

де  $H_{ve,adj}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, Вт/К;

$H_{ve,extra,j,k}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок додаткової вентиляції (нічна вентиляція та/або природне охолодження) від k-го елемента, Вт/К;

$\theta_{int,set,H,z}$  - задана температура зони будівлі для опалення, °С=20;

$\theta_{int,set,C,z}$  - задана температура зони будівлі для охолодження, °С=24;

$\theta_e$  - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

$\theta_{e,j}$  - температура зовнішнього середовища, °С, для конкретної години доби, визначена на підставі погодинних значень репрезентативного дня місяця згідно з додатком А;

t - тривалість місяця, для якого проводиться розрахунок, год;

$f_{ve,extra,j,k}$  - частка роботи для конкретної години доби і-го дня місяця від k-го елемента додаткової вентиляції (якщо нічна вентиляція та/або природне охолодження працює);

$f_{ve,extra,j,k} = 1$ , якщо не працює,  $f_{ve,extra,j,k} = 0$  7 = 1 до 24 - крок розрахунку в годинах; j = 1 до N - крок розрахунку в добах (N = 31 для січня).

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $H_{ve,adj}$ , Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot (\sum b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn}) \quad (9)$$

де  $\rho_a \cdot c_a$  - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює 0,33 Вт год/(м К);

						Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$q_{ve,k,mn}$  - усереднена за часом витрата повітря від к-го елемента, м /год;  $b_{ve,k}$  - температурний поправочний коефіцієнт для к-ю елемента повітряного потоку зі значенням  $b_{ve,k} = 1$ ;

к - представляє кожен із відповідних елементів повітряного потоку, таких як інфільтрація, природна вентиляція, механічна вентиляція тощо.

Усереднену за часом витрату повітря к-го елемента повітряного потоку  $q_{ve,k,mn}$  м<sup>3</sup>/год, розраховують за формулою:

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \cdot q_{ve,k} \quad (10)$$

де  $q_{ve,k}$  - витрата повітря к-го елемента повітряного потоку, м<sup>3</sup>/год, визначають за проектними даними або результатами ДСТУ 5 EN -15251;  $q_{ve,k} = 7\,007\,910$  м<sup>3</sup>/год.

$f_{ve,t,k}$  - частка роботи к-го елемента повітряного потоку, розрахована як частка від загальної кількості годин на добу (повний час:  $f_{ve,t,k} = 1$ ).

Центрального попереднього підігріву та охолодження вентиляційного повітря не передбачено.

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією становлять для опалювального періоду  $H_{ve,adj,H} = 501\,643$  кВт/К

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно формулами (8) для кожного місяця і наведена в таблиці 5 для режиму опалення. Так як, вентиляція на охолодження дійсна лише у літній період, вона є примусовою, тому розрахунок не здійснюється.

### 2.3 Характеристика внутрішніх теплонадходжень

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається,  $Q_{int}$ , Вт·год, для визначеного місяця розраховуються за формулою:

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_{int} = (\sum_k \Phi_{int,mn,k} \cdot A_f) \cdot t \quad (11)$$

де  $\Phi_{int,mn,k}$  - усереднений за часом тепловий потік від к-го внутрішнього джерела, Вт/м<sup>2</sup>;

$A_f$  - кондиціонована площа зони будівлі, м<sup>2</sup>;

$t$  - тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

Згідно з методикою ДСТУ Б А.2.2-12 до уваги взяті наступні теплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Відповідно загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається згідно з таблицею 6 ДСТУ Б А.2.2-12 і становить  $\Phi_{int} = 20,0$  Вт/м<sup>2</sup>.

Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені в таблиці 4. Наведені значення розраховані за формулою (11) з урахуванням графіка використання згідно з таблицею 6 ДСТУ Б А.2.2-12 та характеристиками періоду невикористання згідно з таблицею 7 ДСТУ Б А.2.2-12.

#### 2.4 Характеристика сонячних теплонадходжень

Світлопрозорі конструкції, через які до будинку надходять сонячні теплонадходження, розташовані зі східного та західного фасадів. Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначена згідно з додатком А ДСТУ Б А.2.2-12 і наведена в таблиці 4.

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця  $Q_{sol}$ , Вт год. розраховують за формулою:

$$Q_{sol} = (\sum_k \Phi_{sol,mn,k})t \quad (12)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$\Phi_{sol,mn,k}$  - усереднений за часом тепловий потік від k-го джерела сонячного випромінювання, Вт;

t - тривалість місяця, що розглядається, виражена у годинах.

Сонячні теплонадходження через k-ий елемент будівлі  $\Phi_{sol,k}$ , Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k} \quad (13)$$

де  $F_{sh,ob,k}$  - понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k-ої поверхні;

$A_{sol,k}$  - еквівалентна площа інсоляції k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м<sup>2</sup>;

$I_{sol,k}$  - сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k-ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м<sup>2</sup>;

$F_{r,k}$  - коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають:  $F_r = 1$  - для незатіненого горизонтального даху,  $F_r = 0,5$  - для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$  - додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k-го елемента будівлі, Вт.

Еквівалентну площу інсоляції застеленого елемента оболонки (наприклад, вікна)  $A_{sol}$ , м<sup>2</sup>, розраховують за формулою:

$$A_{sol,k} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \quad (14)$$

де  $F_{sh,gl}$  - понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів. У випадку відсутності засобів рухомого затінення  $F_{sh,gl} = 1$ ;

$g_{gl}$  - загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента;

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$F_f$  - частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заскленого елемента;

$A_{w,p}$  - загальна площа проекції заскленого елемента (наприклад, площа вікна), м<sup>2</sup>.

Через те, що осереднений за часом загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії - це параметр, значення якого дещо нижче за  $g_n$ , то для його обчислення використовують поправочний коефіцієнт  $F_w$ , як наведено у формулі:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n \quad (15)$$

де  $F_w$  - поправочний коефіцієнт для нерозсіювального скління, приймають  $F_w = 0,90$ .

Частка обрамлення становить  $F_f = 0,3$ .

$$g_{gl} = 0,90 \cdot 0,75 = 0,675$$

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними становить:

- на східному фасаді 292,20 м<sup>2</sup> ;
- на західному фасаді 266,60 м<sup>2</sup> .

В якості рухомих засобів затінення передбачено, що використовуються білі венеціанські жалюзі зсередини вікон низької ефективності (понижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 ДСТУ Б А.2.2-12 дорівнює 0,45).

Відповідно понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначають згідно з формулою .

$$F_{sh,gl} = \frac{[(1-f_{sh,with}) \cdot g_{gl} + f_{sh,with} \cdot g_{gl+sh}]}{g_{gl}} \quad (16)$$

де  $g_{gl}$  - загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за відсутності сонячного затінення;

$g_{gl+sh}$  - загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення, визначають множенням  $g_{gl}$  на понижувальний коефіцієнт, що

залежить від типу рухомого затінення,

					Лист
					21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$f_{sh,with}$  - зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується, наприклад, як функція інтенсивності падаючого сонячного випромінювання (яка залежить від клімату, сезону та орієнтації). Зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується,  $f_{sh,with}$  визначають на основі проектних вхідних даних та погодинних моделей або за фактичним станом.

При цьому,  $g_{gl+sh} = 0,675 \cdot 0,45 = 0,30$ , коефіцієнт затінення  $f_{sh,with}$  визначають згідно з таблицею 11 ДСТУ Б А.2.2-12 для відповідного місяця та відповідного напрямку.

Результат розрахунку  $F_{sh,gl}$  наведено в таблиці 2

Таблиця 2.2 Понижувальний коефіцієнт засобів рухомого затінення

Місяць року	$F_{sh,gl}$	
	Сх	Зх
Червень	0,98	0,73
Липень	0,96	0,72
Серпень	0,95	0,71

Для інших місяців року  $F_{sh,gl} = 1$ .

Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, - це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

- на північному фасаді -  $A_{Пн} = 230,56 \text{ м}^2$ ;
- на східному фасаді -  $A_{Сх} = 524,58 \text{ м}^2$ ;
- на південному фасаді -  $A_{Пд} = 182,80 \text{ м}^2$ ;
- на західному фасаді -  $A_{Зх} = 560,77 \text{ м}^2$ ;
- покриття -  $A_{пк} = 1246 \text{ м}^2$ .

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів  $A_{sol}$  розрахована за формулою (17) та наведена в таблиці 3. При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 ДСТУ Б А.2.2-12 становить:  $\alpha_{s,c} = 0,4$  - для кремової штукатурки та  $\alpha_{s,c} = 0,9$  - для руберойду.

$$A_{sol} = \alpha_{S,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \quad (17)$$

$\alpha_{S,c}$  - безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною;

$R_{se}$  - тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м<sup>2</sup> К/Вт, приймають 0,043 м<sup>2</sup> К/Вт;

$U_c$  - коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup> • К);;

$A_c$  - площа проекції непрозорої частини, м<sup>2</sup>.

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі  $\Phi_r$ , Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} \quad (18)$$

де  $R_{se}$  - тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м<sup>2</sup> К/Вт, приймають 0,043 м<sup>2</sup> К/Вт;

$U_c$  - коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м<sup>2</sup> • К);

$A_c$  - площа проекції елемента, м<sup>2</sup>;

$h_r$  - коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, Вт/(м<sup>2</sup> • К);

$\Delta\theta_{er}$  - середня різниця між температурою зовнішнього повітря та увною температурою атмосфери, °С, для помірних широт приймають = 11 К.

Для зовнішніх стін:

$$\Phi_r = 0,043 \cdot 1,05 \cdot 1499 \cdot 10 \cdot 11 = 7444,78 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

Для перекриття :

$$\Phi_r = 0,043 \cdot 0,3 \cdot 1246 \cdot 10 \cdot 11 = 1768 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						23

Таблиця 2.3- Елементи сонячних теплонадходжень  $A_{sol}$ 

Місяць року	$A_{sol} \cdot F_{sh}, \text{м}^2$		$A_{sol}, \text{м}^2$					$F_r \cdot \Phi_r, \text{Вт}$	$\Phi_{sol}$ Вт
	Сх	Зх	Пн	Сх	Пд	Зх	Гор		
Січень	138	126	4,16	9,4	3,3	10,1	14,5	5490	756 147
Лютий	138	126						5490	1 293 078
Березень	138	126						5490	2 550 288
Квітень	138	126						5490	3 627 656
Травень	138	126						5490	4 963 449
Червень	135	92						5490	5 379 105
Липень	132	90						5490	5 279 191
Серпень	131	89						5490	4 475 792
Вересень	138	126						5490	3 226 652
Жовтень	138	126						5490	1 701 865
Листопад	138	126						5490	714 024
Грудень	138	126						5490	517 761

Таблиця 2.4- Розрахунок сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр								
	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	t, год	$Q_{int}, \text{кВт}\cdot\text{год}$	$I_{sol, \text{Пн}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, \text{Сх}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, \text{Пд}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, \text{Зх}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	$I_{sol, \text{гор}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	$Q_{sol}, \text{кВт}\cdot\text{го}$
Січень	-6,6	744	49656	12	19	46	21	29	562 573
Лютий	-5,8	672	44850	22	40	71	38	58	868 948
Берез	-0,8	744	49656	33	60	97	63	102	1 897 414
Квіт	8,1	720	48054	39	80	97	76	152	2 611 912
Трав	14,6	744	49656	55	105	102	100	211	3 692 806
Черв	17,9	720	48054	64	112	97	106	230	3 872 955
Лип	19,5	744	49656	59	112	101	108	224	3 927 718
Серп	18,4	744	49656	42	97	110	92	189	3 329 989
Верес	13,0	720	48054	28	73	110	69	134	2 323 189
Жовть	6,7	744	49656	17	39	79	37	70	1 265 561
Лист	0,4	720	48054	9	17	39	17	29	514 097
Груд	-4,3	744	49656	8	14	36	14	20	385 4

## 2.5 Динамічні параметри

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця сумарну теплопередачу,  $Q_{ht}$ , Вт год, ( $Q_{H,ht}$  - для режиму опалення,  $Q_{C,ht}$  - для режиму охолодження) визначають за формулою:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve} \quad (19)$$

де  $Q_{tr}$  - сумарна теплопередача трансмісією, Вт год;

$Q_{ve}$  - сумарна теплопередача вентиляцією, Вт год.

Сумарні теплові надходження,  $Q_{gn}$ , Вт год, ( $Q_{H,gn}$  - для режиму опалення,  $Q_{C,gn}$  - для режиму охолодження) для кожної зони будівлі для кожного місяця визначають за формулою:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} \quad (20)$$

де  $Q_{int}$  - сума внутрішніх теплонадходжень протягом даного періоду, Вт год;

$Q_{sol}$  - сума сонячних теплонадходжень протягом даного періоду, Вт год.

Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля є важкою, відповідно згідно з таблицею 15 ДСТУ Б А.2.2-12 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить  $C = 80$  Вт·год/(м<sup>2</sup> К).

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно з формулою і становить:

$$C_m = C \cdot A_f \quad (21)$$

де  $C$  - внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт·год/(м<sup>2</sup>·К);

$A_f$  - кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м<sup>2</sup>.

$$C_m = 80 \cdot 3337,1 = 266\,968 \text{ Вт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Часова константа будівлі розраховується за формулою і становить:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}} \quad (22)$$

де  $C_m$  - внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт год/К;

$H_{tr,adj}$  - репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К,;

$H_{ve,adj}$  - репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К,;

$H_{ve,extra,adj}$  - репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі за рахунок додаткової вентиляції від нічного та/або природного охолодження, Вт/К, приймають  $H_{ve,extra,adj} = 0$  - для режиму опалення та для режиму охолодження

- для режиму опалення  $\tau = 0,52$ ;

- для режиму охолодження  $\tau = 0,53$ .

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення та охолодження  $\eta_{H,gn}$  та  $\eta_{C,gn}$  розрахований для кожного місяця згідно з формулами на підставі співвідношення надходжень і втрат теплоти і числового параметра  $\gamma_H$  і  $\gamma_C$ , наведений у таблицях 5 і 6. Безрозмірний числовий параметр  $a_H$  та  $a_C$  визначається за формулами (23) та (24) і становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad (23)$$

$$a_H = 1,0$$

$a_{H,0}$  - довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

$\tau$  - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$  - довідкова часова константа, яку приймають 15 год.

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} \quad (24)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

$$a_c = 1,0$$

$a_{c,0}$  - довідковий безрозмірний числовий параметр, який дорівнює 1,0;

$\tau$  - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{c,0}$  - довідкова часова константа, яку приймають 15 год.

## 2.6 Внутрішні умови

Задана температура на опалення прийнята згідно з таблицею 16 ДСТУ Б А.2.-12 і становить  $\theta_{int,H,set} = 20$  °С.

Задана температура на охолодження прийнята згідно з таблицею 16 ДСТУ Б А.2.-12 і становить  $\theta_{int,H,set} = 26$  °С.

## 2.7 Енергопотреби на опалення та охолодження

Енергопотреби для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою (25) та наведені в таблиці 5. Енергопотреби для охолодження розраховані для кожного місяця згідно з формулою (26) та наведені в таблиці 6.

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \quad (25)$$

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

$Q_{H,ht}$  - сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт год;

$Q_{H,gn}$  - сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт год;

$\eta_{H,gn}$  - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,ht} - \eta_{C,gn} \cdot Q_{C,gn} \quad (26)$$

$Q_{C,nd,cont}$  - енергопотреба для постійного охолодження будівлі, Вт год,

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

повинна бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{c,ht}$  - сумарна теплопередача в режимі охолодження, Вт год;

$Q_{c,gn}$  - сумарні теплонадходження в режимі охолодження, Вт год;

$\eta_{c,gn}$  - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

Питома енергопотреба на опалення, охолодження, постачання гарячої води розраховується за формулою для громадських будівель

$$EN = (Q_{H,nd} + Q_{C,nd})/V \quad (27)$$

Розрахунок наведено у таблиці 3.9

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Таблиця 2.5 - Розрахунок енергопотребі для опалення

Місяць року	$Q_{H,tr}$ , кВт·год	$Q_{H,ve}$ , кВт·год	$Q_{H,ht}$ кВт·год	$Q_{H,int}$ кВт·год
Січень	64832	9 927 715	9 992 547	49656
Лютий	56797	8 697 285	8 754 082	44850
Березень	50695	7 763 025	7 813 720	49656
Квітень	28068	4 298 077	4 326 145	48054
Травень	13161	2 015 400	2 028 561	49656
Червень	4953	758 484	763 437	48054
Липень	1218	186 611	187 829	49656
Серпень	3899	597 155	601 054	49656
Вересень	16510	2 528 280	2 544 790	48054
Жовтень	32416	4 963 857	4 996 273	49656
Листопад	46230	7 079 186	7 125 416	48054
Грудень	59226	9 069 304	9 128 530	49656

Продовження таблиці 2.5 - Розрахунок енергопотребі для опалення

Місяць року	$Q_{H,gn}$ кВт·год	$\gamma_H$	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт·год
Січень	612 229	0,061	1	9 380 318
Лютий	913 798	0,1	1	7 840 284
Березень	1 947 070	0,2	1	5 866 650
Квітень	2 659 966	0,6	1	1 666 179
Травень	3 742 462	1,8	0,35	0
Червень	3 921 009	5,1	0,16	0
Липень	3 977 374	21,1	0,04	0
Серпень	3 379 645	5,6	0,15	0
Вересень	2 371 243	0,9	1	0
Жовтень	1 315 217	0,26	1	3 681 056
Листопад	562 151	0,07	1	6 563 265
Грудень	434 870	0,04	1	8 693 660

Таблиця 2.6 Розрахунок енергопотреби на охолодження

Місяць року	$Q_{C,tr}$ кВт·год	$Q_{C,ve}$ кВт·год	$Q_{C,ht}$ кВт·год	$Q_{C,int}$ кВт·год
Січень	66062	-	66062	49656
Лютий	58109	-	58109	44850
Березень	53541	-	53541	49656
Квітень	33219	-	33219	48054
Травень	20293	-	20293	49656
Червень	12744	-	12744	48054
Липень	9715	-	9715	49656
Серпень	12090	-	12090	49656
Вересень	22982	-	22982	48054
Жовтень	37349	-	37349	49656
Листопад	49306	-	49306	48054
Грудень	61097	-	61097	49656

Продовження таблиці 2.6 - Розрахунок енергопотреби на охолодження

Місяць року	$Q_{C,gn}$ кВт·год	$\gamma_C$	$\eta_{C,gn}$	$Q_{C,nd}$ кВт·год
Січень	612 229	9,2	0,9	0
Лютий	913 798	15,7	0,94	0
Березень	1 947 070	36,3	0,97	0
Квітень	2 659 966	80	0,98	0
Травень	3 742 462	184	0,99	3 684 744
Червень	3 921 009	307	0,996	3 892 580
Липень	3 977 374	409	0,997	3 955 726
Серпень	3 379 645	279	0,996	3 354 036
Вересень	2 371 243	103	0,99	2 324 548
Жовтень	1 315 217	35	0,972	0
Листопад	562 151	11	0,916	0
Грудень	434 870	7,1	0,87	0

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОГО ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

#### 3.1 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонозалежних технічних засобів

Тривалість опалювального періоду прийнято фіксованою згідно з ДБН В.2.6-31 як для I температурної зони України, що становить 4500 год.

Тривалість періоду охолодження визначена згідно даних таблиці А.6 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12 для м. Суми і становить 744 год.

#### 3.2 Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Питоме енергоспоживання при опаленні ( $EP_{H,use}$ ), кВт·год/м<sup>3</sup> розраховується за формулою для громадських будівель:

$$EP_{H,use} = Q_{H,use}/V \quad (28)$$

де  $Q_{H,use}$  - річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт·год, що розраховується за формулою (29);

$V$  - та кондиціонований (опалювальний) об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

Для кожної функціональної складової системи визначається необхідна на ввіді теплота шляхом додавання розрахованих тепловтрат в ній та теплоти на виході з неї.

Річне енергоспоживання при опаленні ( $Q_{H,use}$ ), кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{H,use} = E Q_{H,gen,out,t} + E Q_{H,gen,Is,i} \quad (29)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

де  $Q_{H,gen,out,t}$  - енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт·год, що розраховується за формулою (30);

$Q_{H,gen,Is,i}$  - загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, кВт·год, що розраховуються за формулою (31).

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця ( $Q_{H,gen,out,t}$ ), кВт·год, розраховуються за формулою:

$$Q_{H,gen,out,t} = Q_{H,dis,in,i} \quad (30)$$

$Q_{H,dis,in,i}$  - енергія входу в підсистему розподілення упродовж і-го місяця, кВт·год, що розраховується за формулою (33).

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця ( $Q_{H,gen,Is,i}$ ), кВт·год, розраховуються за формулою:

$$Q_{H,gen,Is,i} = Q_{H,gen,out,i} \cdot (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen} \quad (31)$$

де  $\eta_{H,gen}$  - показники ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, що приймаються згідно з даними значень сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти, наведених у додатку 1 до Методики.

Енергія входу в підсистему розподілення упродовж і-го місяця ( $Q_{H,dis,in,i}$ ), кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,Is,nrvd,i} + Q_{H,dis,out,i} \quad (32)$$

де  $Q_{H,dis,Is,nrvd,i}$  - неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, кВт·год, розраховується за формулою (33);

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$Q_{H,dis,out,i}$  - енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, кВт·год, розраховується за формулою (34).

Неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж і-го місяця,  $Q_{H,dis,is,nrvd,i}$ , кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{H,dis,is,nrvd,i} = Q_{H,dis,is,nrbl,i} + (Q_{H,dis,is,rbl,i} - Q_{H,dis,is,rvd,i}) \quad (33)$$

$Q_{H,dis,is,nrvd,i}$  - неутілізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (36);

$Q_{H,dis,is,nrbl,i}$  - утилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (36);

$Q_{H,dis,is,rvd,i}$  - утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (37);

Неутилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення, що знаходяться в усіх неопалювальних об'ємах. Утилізаційними вважають тепловтрати підсистем розподілення в усіх опалюваних об'ємах.

Тепловтрати підсистем розподілення впродовж і-го місяця, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,is,i} = e\Psi_{L,j} \cdot (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an,i} \quad (34)$$

де  $e$  - лінійний коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу, кВт/(м·К), визначається відповідно до типових значень лінійного коефіцієнта теплопередачі  $\Psi$ , Вт/(м·К), для нових та існуючих будівель, наведених у додатку 2 до Методики;

$\theta_{m,i}$  - середня температура теплоносія в зоні упродовж і-го місяця, °С; визначають за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами при середньомісячній температурі зовнішнього середовища відповідного місяця, що визначається згідно з таблицею А.2 ДСТУ Б А.2.2-12;

$\theta_{i,j}$  - температура оточуючого середовища упродовж і-го місяця, °С;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$L_j$ - довжина  $j$ -го трубопроводу, м;

$t_{op,an,i}$ - години опалення упродовж  $i$ -го місяця, години;

$j$  - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Довжина  $j$ -го трубопроводу:

$$L_V = 2 \cdot 95,45 + 0,35 \cdot 95,45 \cdot 37,15 = 315 \text{ м}$$

$$L_S = 0,025 \cdot 95,45 \cdot 37,15 \cdot 3 \cdot 4 = 1063 \text{ м}$$

$$L_A = 055 \cdot 95,45 \cdot 37,15 \cdot 4 = 7801 \text{ м}$$

Утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{H,dis,is,rvd,i} = Q_{H,dis,is,rvl,i} \cdot 0,9 \cdot \eta_{H,gn,i} \quad (35)$$

$\eta_{H,gn,i}$  - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж  $i$ -го місяця розрахований згідно з пунктом 12.2 ДСТУ Б А.2.2-12.

Енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж  $i$ -го місяця, ( $Q_{H,dis,out,i}$ ), кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{H,dis,out,i} = Q_{H,em,in,i} \quad (36)$$

$Q_{H,em,in,i}$  - енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж  $i$ -го місяця кВт·год, розраховується за формулою (37);

Енергія входу, необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж  $i$ -го місяця ( $Q_{H,em,in,i}$ ), кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out} + Q_{H,em,is,i} \quad (37)$$

де  $Q_{H,em,out}$  - енергія виходу підсистеми тепловіддачі за  $i$ -й місяць, кВт·год, розраховується за формулою (38);

$Q_{H,em,is,i}$  - загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення впродовж  $i$ -го місяця, які вважаються

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

100 % придатними для утилізації, кВт·год, розраховуються за формулою (39).

Енергія виходу підсистеми тепловіддачі за  $i$ -й місяць дорівнює енергопотребі, розраховується за формулою:

$$Q_{H,em,out} = Q_{H,nd,i} \quad (38)$$

де  $Q_{H,nd,i}$  - теплота, яку необхідно подати до кондиціонованого об'єму для підтримки температури упродовж визначеного періоду часу, без урахування інженерних систем теплозабезпечення будівлі, кВт·год визначається згідно з підпунктом 7.2.1 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць ( $Q_{H,em,is,i}$ ), кВт·год, розраховуються за формулою:

$$Q_{H,em,is,i} = \left( \frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out} \quad (39)$$

$f_{hydr}$  - коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи, що визначається відповідно до коефіцієнтів ефективності, наведених у додатку 3 до Методики;

$f_{im}$  - коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення;

$f_{rad}$  - коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для променевих систем опалення) і визначається згідно із додатком 3 до Методики

$\eta_{em}$  - загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні розраховується за формулою:

$$\eta_{em} = \frac{1}{4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})} \quad (40)$$

де  $\eta_{str}$  - складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення, визначається згідно з додатком 3 до Методики;

$\eta_{ctr}$  - складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення, розраховується згідно з додатком 3 до Методики;

$\eta_{emb}$  - складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем), визначається згідно з додатком 3 до Методики.

$$\eta_{em} = \frac{1}{(4 - (0,94 + 0,88 + 1))} = 0,85$$

Усі розрахунки наведені у таблиці 3.7.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблиця 3.7 Енергоспоживання при опаленні

Місяць року	$Q_{H,em,is,i}$ кВт·год	$Q_{H,em,in,i}$ кВт·год	$Q_{H,dis,is,rvd,i}$ кВт·год	$Q_{H,dis,is,i}$ кВт·год
Січень	2 427 847	11808165	10627349	341828172,2
Лютий	2 029 249	9869533	8882580	304389837
Березень	1 518 427	7385077	6646569	306799843,6
Квітень	952 743	1199335	1079402	244888027,7
Травень	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0
Жовтень	952 743	4633799	4170419	261504591,1
Листопад	1 698 727	8261992	7435793	289891316,8
Грудень	2 250 123	10943783	9849405	327937628,1

Продовження таблиці 3.7 –Енергоспоживання при опаленні

Місяць року	$Q_{H,dis,is,nrvd,i}$ кВт·год	$Q_{H,dis,in,i}$ кВт·год	$Q_{H,gen,out,t}$ кВт·год	$Q_{H,use}$ кВт·год
Січень	673028995,4	684837160,4	293501640,2	978338800,6
Лютий	599897094	609766627	261328554,4	871095181,4
Березень	606953118,2	614338195,2	263287797,9	877625993,1
Квітень	488696653,4	489895988,4	209955423,6	699851412
Травень	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0
Жовтень	518838763,2	523472562,2	224345383,8	747817946
Листопад	572346840,6	580608832,6	248832356,8	829441189,4
Грудень	646025851,2	656969634,2	281558414,7	938528048,9

### 3.3 Визначення питомого енергоспоживання при охолодженні

Питоме енергоспоживання при охолодженні ( $EP_{C,use}$ ), кВт·год/м<sup>3</sup>, розраховується за формулою для громадських будівель:

$$EP_{C,use} = Q_{C,use}/V \quad (41)$$

де  $Q_{C,use}$  - річне енергоспоживання при охолодженні, кВт·год, розраховується за формулою (42).

$V$  - кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м<sup>3</sup>.

Річне енергоспоживання при охолодженні ( $Q_{C,use}$ ), кВт·год, розраховується за формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,is} + Q_{C,gen,out} \quad (42)$$

де  $Q_{C,gen,is}$  - загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховується за формулою (43);

$Q_{C,gen,out}$  - енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховується за формулою (44).

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання ( $Q_{C,gen,is}$ ), кВт·год, розраховуються за формулою

$$Q_{C,gen,is} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen})/\eta_{C,gen} \quad (43)$$

де  $\eta_{C,gen}$  - показник ефективності підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, визначений відповідно до показників річної ефективності (SEER) окремих охолоджувальних машин, наведених у додатку 4 Методики.

Загальна енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні ( $Q_{C,gen,out}$ ), кВт·год, розраховується за формулою

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,oc} \quad (44)$$

де  $\eta_{C,oc}$  - ефективність автоматичного управління/регулювання, залежно від класу ефективності системи;

$Q_{C,dis,in}$  - енергія входу в підсистему розподілення, кВт·год, визначена згідно з формулою (45).

У разі відсутності системи охолодження в будівлі, з метою визначення енергетичної ефективності будівлі приймається значення 0,93 для ефективності автоматичного управління/регулювання ( $\eta_{C,gen}$ ) та значення 2,4 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування ( $\eta_{C,oc}$ )

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,in} = \frac{\sum_i Q_{C,dis,out,i}}{1000} + Q_{C,dis,is} \quad (45)$$

де  $Q_{C,dis,out,i}$  - енергію виходу для підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, Вт·год, приймають рівною енергопотребі для охолодження у даному місяці  $Q_{C,nd,i}$  та для даної комбінації зон, яку обслуговує та сама підсистема виділення/тепловіддачі та розподілення, Вт·год, визначена згідно з підрозділом 7.2.2 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12;

$Q_{C,dis,is}$  - річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодженого повітря, кВт·год, визначені згідно з формулою (46).

Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, кВт·год, визначають за формулою:

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$Q_{C,dis,is} = Q_{C,nd}((1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{C,d})) \quad (46)$$

де  $Q_{C,nd}$  - річні енергопотреби для охолодження, кВт·год, визначені згідно з розділом 14 ДСТУ Б А.2.2-12;

$\eta_{C,ce}$  - ступінь утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження приймають згідно з показниками усереднених річних коефіцієнтів систем охолодження;

$\eta_{C,ce,sens}$  - ступінь явної утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження;

$\eta_{C,d}$  - ступінь утилізації підсистеми розподілення.

Таблиця 3.8 Розрахунок енергоспоживання при охолодженні

Місяць року	$Q_{C,dis,is}$ кВт·год	$Q_{C,dis,in}$ кВт·год	$Q_{C,gen,out}$ кВт·год	$Q_{C,gen,is}$ кВт·год	$Q_{C,use}$ кВт·год
Січень	0	0	0	0	0
Лютий	0	0	0	0	0
Березень	0	0	0	0	0
Квітень	0	0	0	0	0
Травень	847491	851175	1038019	78130	1116149
Червень	895	899	1096	82	1178
Липень	909817	913772	1114356	83876	1198233
Серпень	771428	774782	944856	71118	1015974
Вересень	534646	536970	654842	49289	704131
Жовтень	0	0	0	0	0
Листопад	0	0	0	0	0
Грудень	0	0	0	0	0

### 3.4 Розрахунок питомого енергоспоживання при освітленні

Питоме енергоспоживання при освітленні ( $EP_{W,use}$ ), кВт·год/м<sup>2</sup>, розраховується за формулою

$$EP_{W,use} = W_{use}/A_f \quad (47)$$

$$EP_{W,use} = \frac{260\,106\,921,6}{3337,1} = 77\,944 \text{ кВт·год/м}^2$$

де  $W_{use}$  - річний обсяг енергоспоживання при освітленні кВт·год, розраховується за формулою (48);

$A_f$  - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м.

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні ( $W_{use}$ ), кВт·год, розраховується за формулою

$$W_{use} = W_L + W_P \quad (48)$$

$$W_{use} = 20\,022,6 + 260\,086\,899 = 260\,106\,921,6$$

де  $W_L$  - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт·год, розраховується за формулою (49);

$W_P$  - енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт·год, визначається згідно з наступним пунктом.

Обсяг енергії, необхідної для виконання функції штучного освітлення в будівлі ( $W_L$ ), кВт·год, розраховується за формулою

$$W_L = (P_N \cdot F_C) \cdot ([t_D \cdot F_0 \cdot F_D + t_N \cdot F_0]) \cdot A_f / 1000 \quad (49)$$

$$W_L = (38\,969 \cdot 1) \cdot ([1800 \cdot 1 \cdot 1 + 200 \cdot 1]) \cdot \frac{3337,1}{1000} = 260086899$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

де  $P_N$  - питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м, встановлюється за проектними даними або при виявленні фактичного стану будівлі для забезпечення освітленості згідно з нормативними значеннями;

$F_C$  - постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання встановлення освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони та розраховується згідно з показниками типових значень для розрахунку енергоспоживання при освітленні, наведених у додатку 9 до Методики;

$F_0$  - коефіцієнт використання освітлення, який є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, та приймається згідно з додатком 9 до Методики, або розраховується відповідно до фактичних потужностей освітлювальних приладів;

$F_D$  - коефіцієнт природного освітлення, який є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, та приймається згідно з додатком 9 до Методики;

$t_D$  - час використання природного освітлення протягом року (години), приймається згідно з додатком 9 до Методики або визначається розрахунковим шляхом враховуючи фактичну тривалість використання штучного освітлення;

$t_N$  - час використання природного освітлення протягом року (години), приймається згідно з додатком 9 до Методики або розраховується відповідно до фактичного періоду роботи освітлювальних приладів.

Енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі  $W_p$ , кВт·год, розраховуються за формулою

$$W_p = (P_{em} + P_{pc}) \cdot A_f \quad (50)$$

$$W_p = (1 + 5) \cdot 3337,1 = 20022,6$$

$P_{em}$  - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт·год/м (приймають згідно з додатком 9 до Методики);

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$P_{pc}$  - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт·год/м (приймають згідно з додатком 9 до Методики).

### 3.5 Проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів

Первинна енергія ( $E_p$ ), кВт·год, обчислюється для кожного енергоносія та розраховується за формулою:

$$E_p = \sum(E_{del,i} \cdot f_{p,del}) \quad (51)$$

де  $E_{del,i}$  - поставлена енергія, кВт·год;

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

Поставлена енергія ( $E_{del,i}$ ) розраховується за формулою:

$$E_{del,i} = Q_{H,use} + Q_{C,use} + EP_{W,use} \quad (52)$$

Питомий показник споживання первинної енергії ( $e_p$ ), кВт·год/м<sup>2</sup>, розраховується за формулою:

$$e_p = E_p / A_f \quad (53)$$

$$e_p = \frac{7731970}{3337,1} = 2317 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$$

Маса викидів парникових газів ( $m_{CO_2}$ ), кг, розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою:

$$m_{CO_2} = \sum(E_{del,i} \cdot K_{del,i}) / 1000 \quad (54)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

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

$K_{del,i}$  - коефіцієнт викидів CO<sub>2</sub> для поставленого і-го енергоносія, г/кВт·год.

Коефіцієнти викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>) включають всі викиди парникових газів (CO<sub>2</sub>), пов'язані з первинною енергією, яка використовується в будівлі.

Фактори первинної енергії ( $f_{p,n,ren}$ ) та коефіцієнти викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>) (K), г/кВт·год, приймаються згідно з показниками факторів первинної енергії і коефіцієнтів викидів парникових газів (CO<sub>2</sub>), наведених у додатку 10 до Методики.

$$m_{CO_2} = \frac{7731970 \cdot 260}{1000} = 2010312$$

### 3.6 Визначення класу енергоефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівель визначається за показником загального питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні (EP), кВт·год/м.

Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні (EP), кВт·год/м розраховується за формулою

$$EP = EP_{H,use} + EP_{C,use} \quad (55)$$

Класифікація будівель за енергетичною ефективністю встановлюється згідно з класифікацією будівель залежно від функціонального призначення будівлі, наведеної у додатку 11 до Методики.

						Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 7.9 Питоме енергоспоживання

Місяць року	$EN$ кВт·год/м <sup>3</sup>	$EP_{H,use}$ кВт·год/м <sup>3</sup>	$EP_{C,use}$ кВт·год/м <sup>3</sup>	$EP$ кВт·год/м <sup>3</sup>	$E_p$ кВт·год
Січень	789	82368,39	0	82368,39	1271941
Лютий	660	73339,33	0	73339,33	1132525
Березень	493	73889,17	0	73889,17	1141015
Квітень	140	58921,95	0	58921,95	909908
Травень	310	0	93	93	1552
Червень	0,32	0	0,09	0,09	102
Липень	333	0	100	100	1659
Серпень	282	0	85	85	1422
Вересень	195	0	59	59	1016
Жовтень	309	62960,36	0	62960,36	972264
Листопад	552	69832,39	0	69832,39	1078374
Грудень	731	79016,64	0	79016,64	1220187
Річне				500665	7731970

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Нещасні випадки, що пов'язані з виробництвом. Порядок їх розслідування

Нещасним випадком на виробництві називається обмеженої в часі події або раптового впливу на працівника небезпечного виробничого фактору чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких зафіксовано шкоду здоров'ю, зокрема від одержання поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, гострого професійного захворювання і гострого професійного та інших отруєнь, одержання сонячного або теплового удару, опіку, обмороження, а також у разі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха (землетрусу, зсуву, повені, урагану тощо), контакту з представниками тваринного і рослинного світу, які призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу не менш як на один робочий день, зникнення, а також настання смерті працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків. [1]

Нещасний випадок, що стався з працівником на території підприємства або в іншому місці роботи під час перерви, що надається згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, а також під час перебування працівників на території підприємства у зв'язку з проведенням виробничої наради, отриманням заробітної плати, проходженням обов'язкового медичного огляду тощо, а також у випадках, передбачених колективним договором (угодою), визнаються також пов'язаними з виробництвом. [2]

Розслідування та облік нещасних випадків на виробництві проводять згідно «Положенню про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях». При нещасних випадках адміністрація підприємства створює комісію.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Залежно від того, як за висновками роботи комісії з розслідування класифікується конкретний нещасний випадок, нею складається акт про нещасний випадок тої чи іншої форми.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний:

- терміново організувати надання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу;
- повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;
- зберегти до прибуття комісії з розслідування нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів щодо недопущення подібних випадків.

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок, крім випадків, які підлягають спеціальному розслідуванню, зобов'язаний негайно:

- повідомити про нещасний випадок відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків (далі - Фонду), якщо потерпілий є працівником іншого підприємства - це підприємство, у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі - відповідні органи державної пожежної охорони, а в разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) - відповідні установи (заклади) державної санітарно-епідеміологічної служби;
- утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку в складі не менше трьох осіб та організувати розслідування.

До складу комісії з розслідування входять: керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа (спеціаліст), на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова комісії), керівник структурного підрозділу підприємства, на якому стався нещасний

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					47

випадок, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи.

У разі настання нещасного випадку з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого, до складу комісії з розслідування обов'язково включається представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду.

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, які причетні до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;
- визначити відповідність умов і безпеки праці вимогам законодавства з охорони праці;
- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити, пов'язаний чи не пов'язаний цей випадок з виробництвом, виявити осіб, які допустилися порушення вимог законодавства з охорони праці, розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;
- скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 у трьох примірниках, а також акт за формою Н-1 у шести примірниках, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або акт за формою НВП, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом, і передати їх на затвердження роботодавцю;
- у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім акта форми Н-1, складається також у чотирьох примірниках карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

До першого примірника акта розслідування нещасного випадку (акт за формою Н-5) додаються акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом (акт за формою Н-1), або акт про нещасний випадок на підприємстві, не пов'язаний з виробництвом (акт за формою НПВ), примірник карти форми П-5 - у разі гострого професійного захворювання (отруєння), пояснення свідків і потерпілого, витяги з експлуатаційної документації схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратури тощо), у разі

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						48

потреби - медичний висновок про наявність в організмі потерпілого алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин.

Роботодавець повинен розглянути і затвердити акти форми Н-5, Н-1 або НПВ протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які сталися за межами підприємства,- протягом доби після одержання необхідних матеріалів.

Копія акта форми Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство; у разі відсутності такого органу - відповідній місцевій держадміністрації. У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) копія акта форми Н-1 та карта обліку гострого професійного захворювання (отруєння) форми П-5 надсилається також до відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби, яка веде облік випадків гострих професійних захворювань (отруєнь).

Акти розслідування нещасного випадку, акти за формою Н-1 або НПВ разом з матеріалами розслідування підлягають зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий. У разі реорганізації підприємства дані документи підлягають передачі правонаступникові, який бере на облік цей нещасний випадок, а у разі ліквідації підприємства - до державного архіву.

По закінченні періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого внаслідок травми, одержаної під час нещасного випадку, роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 і в десятиденний термін надсилає його організаціям і особам, яким надсилався акт за формою Н-1 або НПВ.

Нещасний випадок, про який безпосереднього керівника потерпілого чи роботодавця своєчасно не повідомили, або якщо втрата працездатності від нього настала не одразу, незалежно від терміну, коли він стався, розслідується згідно з Порядком протягом місяця після надходження заяви потерпілого чи особи, яка представляє його інтереси.

Нещасні випадки з учнями і студентами навчальних закладів, що сталися під час проходження ними виробничої практики або виконання робіт на підприємстві під керівництвом його посадових осіб, розслідуються і беруться на облік

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						49

підприємством. У розслідуванні повинен брати участь представник навчального закладу.

#### 4.2 Спеціальні розслідування

Спеціальному розслідуванню підлягають:

- нещасні випадки зі смертельними наслідками;
- групові нещасні випадки, які сталися одночасно з двома або декількома працівниками, незалежно від ступеня тяжкості ушкодження їх здоров'я;
- випадки смерті працівників на підприємстві;
- випадки зникнення працівників під час виконання трудових (посадових) обов'язків;
- нещасні випадки з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого (за рішенням органів Держгірпромнагляду).

Спеціальне розслідування нещасного випадку здійснює комісія. До складу комісії зі спеціального розслідування нещасного випадку входять: посадова особа органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії); представник відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду; представники органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності - відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування; керівник (спеціаліст) служби охорони праці підприємства або інший представник роботодавця; представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки; представник профспілкового органу вищого рівня, а у разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст відповідної установи (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби. Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу комісії можуть бути включені також представники інших органів.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 2-4 особи, проводиться комісією зі спеціального розслідування,

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

яка призначається наказом керівника Держгірпромнагляду або за його дорученням - наказом територіального органу Держгірпромнагляду. Якщо загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, комісія зі спеціального розслідування призначається наказом Держгірпромнагляду, якщо з цього приводу не було прийнято спеціального рішення Кабінету Міністрів України.

Спеціальне розслідування нещасних випадків триває 10 робочих днів. У разі необхідності цей термін може бути продовжений органом, який призначив спеціальну комісію. За результатами спеціального розслідування складаються: акт форми Н-5; акт форми Н-1 стосовно кожного потерпілого, нещасний випадок з яким визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або форми НПВ - в іншому випадку; карта форми П-5 стосовно кожного потерпілого у разі настання професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, а також оформляються інші матеріали.

Кількість примірників акту форми Н-5, акту форми Н-1 або форми НПВ, карти форми П-5 визначається залежно від кількості потерпілих та органів, яким надсилаються зазначені документи.

Примірники актів форми Н-5, форми Н-1 або НПВ підписуються головою і всіма членами спеціальної комісії протягом п'яти днів після оформлення матеріалів спеціального розслідування. У разі незгоди зі змістом актів член комісії письмово викладає окрему думку, яка додається до акта форми Н-5.

Керівник органу Держгірпромнагляду, який призначив спеціальну комісію, повинен розглянути і затвердити примірники актів форми Н-5 та форми Н-1 або НПВ протягом доби після надходження матеріалів спеціального розслідування.

Роботодавець у п'ятиденний термін після затвердження акта форми Н-5 зобов'язаний видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустилися порушень законодавства з охорони праці.

Після закінчення спеціального розслідування нещасного випадку роботодавець у п'ятиденний термін надсилає копії матеріалів, зазначені в Порядку, органам прокуратури, Держгірпромнагляду,

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					51

Національному НДІ промбезпеки та охорони праці, виконавчій дирекції Фонду, іншим органам, представники яких брали участь у розслідуванні. Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві та зберігається 45 років.

Потерпілому, членам його сім'ї або особі, що представляє його інтереси, надсилається примірник затвердженого акту форми Н-5 разом з примірником затвердженого акту форми Н-1 (або форми НПВ), примірником карти форми П-5 - у разі гострого професійного захворювання (отруєння).[2]

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

#### 4 СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. [Електронний інтернет-ресурс]: <http://vinfo.org.ua/>
2. [Електронний інтернет-ресурс]:  
[https://pidruchniki.com/1056111238266/bzhd/rozsliduvannya\\_oblik\\_neschasnih\\_vipadkiv](https://pidruchniki.com/1056111238266/bzhd/rozsliduvannya_oblik_neschasnih_vipadkiv)
3. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 "Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні"
4. ДСТУ Б EN 15251:2011 "Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT)"
5. Методика визначення енергетичної ефективності будівель – Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 11 липня 2018 року №169

						Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БІБЛОГРАФІЧНИЙ ОПИС

Сохань, А.О. Моделювання процесу потоку теплоносія при комбінованому з'єднанні опалювальних приладів різного конструктивного виконання: [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра (бакалавра); спец.: 144 - теплоенергетика (енергетичний менеджмент) / А.О. Сохань; керівник С.С. Антоненко. Суми: СумДУ; ТеСЕТ, 2018. – 64 с.

### **Ключові слова :**

питома енергопотреба

енергоспоживання

показник енергетичної ефективності

кондиціоновано площа

опалення

тепловтрати

Пояснювальна записка :сторінок-57 , рисунків - 1, таблиць - 7, додатків - 1.

**Мета роботи :** створення сертифікату енергетичної ефективності будівлі.

Відповідно до мети роботи були вирішенні такі питання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунковий аналіз систем енергопостачання;
- створення сертифікату будівлі.

**Предмет дослідження :** системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі корпусу М Сумського державного університету.

**Об'єкт :** використання енергоносіїв у корпусі М.

**Методи дослідження :** інструментальне вимірювання, математичні розрахунки.