

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему: **АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

Виконав: магістрант 2 курсу, група 8.1922-мбг-з
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньо-професійної програми «Міське будівництво та
господарство»

Щербак Олександр Сергійович

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і
архітектури, канд. техн. наук **О. М. Фостащенко**

Рецензент: професор кафедри промислового та
цивільного будівництва, докт. техн. наук **В. А. Банах**

Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Міського будівництва і архітектури

Рівень вищої освіти Магістр

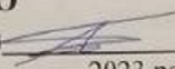
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(код та назва)

Освітня програма «Міське будівництво та господарство»

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 

« 04 » 06

2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Щербак Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності

керівник роботи Фостащенко Олена Миколаївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «09» 10 2023 року № 1584-С

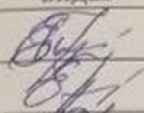
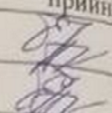
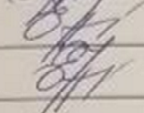
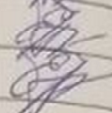
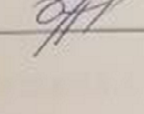
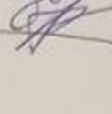
2. Строк подання студентом роботи 03.12.2023

3. Вихідні дані до роботи Актуальність даної теми дослідження в нинішньому сьогоденні, ймовірність перспективного розвитку подальших теоретичних та практичних рішень, можливості впровадження майбутніх досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, очікувані методи виконання досліджень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) проаналізувати та узагальнити сучасні методи оцінки енергетичної ефективності будівель. Проаналізувати нормативну базу та результати досліджень щодо сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності. Визначити технічні параметри будівель для підвищення енергоефективності. Навести приклади впровадження сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності. Розробити рекомендації, що враховуються при визначенні енергетичної ефективності будівель.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань
 наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних
 досліджень, доказами оптимальності запропонованих методик
 результатами числових розрахунків із застосуванням сучасних
 інформаційних методів досліджень

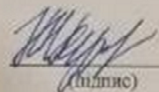
6. Консультанти розділів роботи

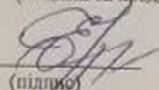
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		
2	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		
3	Фостащенко О.М., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 01.09.2023

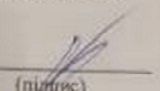
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1 Дослідження оцінки енергоефективності будівель	10 листопада	<i>вик</i>
2.	Розділ 2 Технічні параметри будівель для підвищення енергоефективності	25 листопада	<i>вик</i>
3.	Розділ 3 Приклади визначення технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності	5 грудня	<i>вик</i>
4.	Попередній захист	10 грудня	<i>вик</i>

Студент  (підпис) О.С. Щербак (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  (підпис) О.М. Фостащенко (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  (підпис) ГРЕБЕНОК І.В. (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Щербак О.С. Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності.

Кваліфікаційна випускна робота "Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності" представлена на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, під керівництвом О.М. Фостащенко. Виконана на Інженерному науково-навчальному інституті ім. Ю.М.Потебні Запорізького національного університету, на кафедрі міського будівництва і архітектури у 2023 році.

У роботі розглядаються сучасні методи розрахунку енергетичної ефективності будівель, визначаються чинники, що впливають на цей показник та розробляються рекомендації для розрахунку основних технічних параметрів будівель, визначаючи енергетичну ефективність будівельних об'єктів.

Встановлено, що аналіз технічних параметрів будівель та споруд є важливою складовою підвищення енергоефективності та надійності функціонування будівельних об'єктів.

Ключові слова: енергоефективність, аналіз технічних параметрів будівель, енергозберігаючі конструкції, енергоекономічність, ефективні системи утеплення будівель, тепловтрати на опалення, енергобезпека, інженерія будівництва, технічний аналіз, рекомендації.

Список публікацій магістранта:

1. Щербак О.С., Фостащенко О.М. Поводження з побутовими відходами в Україні. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023»: у 5 т. / Запорізький національний університет. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. Т.5. 429 с. с. 191 – 193.

ABSTRACT

Shcherbak O. Analysis of technical parameters of buildings and structures to increase energy efficiency.

Qualifying final work "Analysis of technical parameters of buildings and structures for energy efficiency" is presented for the master's degree in specialty 192 - Civil and Environmental Engineering, under the supervision of O.M. Fostashchenko. It was performed at the Yuri Potebnya Engineering Research and Training Institute of Zaporizhzhia National University, Department of Urban Construction and Architecture in 2023.

The paper considers modern methods of calculating the energy efficiency of buildings, identifies the factors that affect this indicator and develops recommendations for calculating the main technical parameters of buildings, determining the energy efficiency of building objects.

It has been established that the analysis of technical parameters of buildings and structures is an important component of improving energy efficiency and reliability of construction facilities.

Keywords: energy efficiency, analysis of technical parameters of buildings, energy-saving structures, energy efficiency, efficient building insulation systems, heat losses for heating, energy security, civil engineering, technical analysis, recommendations.

List of publications of a student:

1. Щербак О.С., Фостащенко О.М. Поводження з побутовими відходами в Україні. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023»: у 5 т. / Запорізький національний університет. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. Т.5. 429 с. С.191–193.

ЗМІСТ

Анотація	3
Abstract	4
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ	10
1.1 Аналіз сучасних методів оцінки енергетичної ефективності будівель.....	10
1.2 Дослідження енергозбереження в житлово-комунальному секторі	16
1.3 Підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд.....	23
1.4 Енергетична паспортизація будівельних об'єктів	27
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	34
2.1 Методика визначення енергоефективності будівель і споруд.....	34
2.2 Параметри для визначення питомої енергопотреби на опалення, охолодження, постачання гарячої води.....	39
2.2.1 Технічні параметри визначення питомого енергоспоживання при опаленні	40
2.2.2 Визначення питомого енергоспоживання при охолодженні.....	46
2.2.3 Параметри технічного визначення питомого енергоспоживання при постачанні гарячої води	51
2.4 Технічні параметри щодо розрахунку питомого енергоспоживання при освітленні.....	58
2.5 Особливості визначення ефективності використання енергії в будівлі з різними функціональними зонами.....	60
2.6 Технічні параметри для визначення класу енергетичної ефективності будівлі	62

РОЗДІЛ 3 ПРИКЛАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ... 68

3.1 Обчислення витрат енергії на опалення, охолодження та постачання
гарячої води для житлового будинку68

3.2 Контроль теплозахисту для виявлення будівельних дефектів.....85

3.3 Рекомендації щодо визначення технічних параметрів
енергетичної ефективності будівель 87

3.4 Розділ енергоефективність та енергетичні показники будівель у
складі проєктної документації90

ВИСНОВКИ93

Додаток 195

Додаток 299

Додаток 3101

Додаток 4108

Додаток 5109

Додаток 6110

Додаток 7111

Додаток 8112

Додаток 9113

Додаток 10114

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ116

ВСТУП

Актуальність дослідження. У сучасному проектуванні велика увага приділяється впровадженню методів розрахунку енергетичної ефективності, що визначається як одна з ключових тенденцій. Проблеми підвищення енергоефективності, реалізації політики енергозбереження в Україні стають особливо актуальними і тісно пов'язані з питаннями енергобезпеки країни.

Сучасні науковці та фахівці, активно взаємодіючи на семінарах, конференціях та міжнародних заходах, обговорюють різні аспекти даної проблеми та пропонують численні технічні, законодавчі, економічні та соціальні рішення.

Мета дослідження полягає в аналізі технічних параметрів будівель і споруд, спрямованих на підвищення енергоефективності, та виявленні шляхів їх оптимізації. Розрахунок енергоефективності є ключовою частиною стратегії раціонального використання енергоресурсів, і для його вирішення використовуються різноманітні сучасні енергоефективні технології.

Основним завданням є проведення комплексного аналізу сучасних методів оцінки енергетичної ефективності будівель, а також вивчення нормативної бази та результатів досліджень у цьому напрямку.

Дослідження спрямоване на виявлення факторів, що впливають на енергоефективність будівель, і вирішення проблем, пов'язаних з раціональним використанням енергоресурсів. Зокрема, акцент роботи робиться на розрахунках технічних параметрів будівель, спрямованих на підвищення ефективності енергоспоживання.

Важливою частиною дослідження є аналіз прикладів успішної імплементації сучасних методів розрахунку енергетичної ефективності в реальній практиці. Результати аналізу використовуються для розробки конкретних рекомендацій, які допоможуть визначати енергетичну ефективність будівель з урахуванням їхніх технічних параметрів.

Дослідження впроваджує методи аналізу та узагальнення, теоретичних досліджень на основі сучасних досягнень у галузі будівництва з високою тепловою ефективністю. Крім того, використовуються методи розрахунку енергетичної ефективності, відповідно до сучасних нормативних документів.

Висновки дослідження та розроблені рекомендації можуть стати основою для удосконалення енергоефективності будівель та споруд, а також послужити підставою для прийняття обґрунтованих рішень у галузі енергозбереження та раціонального використання енергоресурсів.

Задачі дослідження включають:

- аналіз сучасних методів оцінки енергетичної ефективності будівель;
- огляд нормативної бази та результатів досліджень з розрахунку енергетичної ефективності;
- представлення прикладів успішної реалізації сучасних методів розрахунку;
- розробка рекомендацій для визначення енергетичної ефективності будівель.

Аналіз технічних параметрів будівель та їх оптимізація є ключовим елементом підвищення надійності функціонування будівельних об'єктів. Дослідження спрямоване на вивчення сучасних методів розрахунку технічних параметрів, а їх впровадження спрямоване на підвищення енергоефективності.

Методологія дослідження базується на застосуванні методів аналізу, узагальнення та теоретичних досліджень, враховуючи сучасні досягнення у галузі теорії та практики створення енергоефективних будівельних конструкцій. Розрахунок енергетичної ефективності виконується відповідно до сучасних нормативних документів.

Джерела дослідження включають наукові статті, монографії, дисертації, тези доповідей на конференціях та інтернет-ресурси наукових бібліотек.

Наукова новизна роботи полягає в аналізі сучасних методів оцінки та розрахунку енергетичної ефективності, а також у визначенні факторів, які

впливають на цей показник. Запропоновані рекомендації стосуються розрахунку технічних параметрів будівель та сприятимуть вдосконаленню енергетичної ефективності будівельних об'єктів.

Практичне значення результатів полягає в можливості проведення аналізу технічних параметрів будівель для підвищення енергоефективності та виявленні шляхів їх удосконалення.

Результати дослідження можуть бути корисні усім учасникам будівельного процесу на етапі реалізації проекту.

Особистий внесок автора включає аналіз існуючих методів розрахунку енергетичної ефективності, визначення чинників, що впливають на цей показник, та розробку рекомендацій щодо розрахунку технічних параметрів будівель.

Відомості про апробацію результатів роботи. Апробація роботи – за результатами досліджень опубліковано тези доповіді на університетській науково-практичній конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «МОЛОДА НАУКА-2023».

Відомості про публікації здобувача. Поводження з побутовими відходами в Україні - тези доповіді на університетській науково-практичній конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «МОЛОДА НАУКА-2023», Запорізький національний університет, 2023 р.

Структура та обсяг магістерської роботи включає вступ, три основні розділи, висновки, список використаних джерел. Обсяг роботи складає 124 сторінки, включаючи 11 таблиць, 6 рисунків та 10 додатків. В роботі використано 76 літературних джерела.

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

1.1 Аналіз сучасних методів оцінки енергетичної ефективності будівель

Однією з ключових сучасних проблем є питання енергоефективності. Методи аналізу енергетичних процесів важливі для виявлення та вирішення енергозберігаючих можливостей в різних галузях, починаючи від промисловості та закінчуючи побутовою сферою. Енергоефективні технології та методи аналізу дозволяють зменшити споживання енергії, знижуючи викиди та забезпечуючи сталість постачання.

Додатково, з розвитком відновлюваних джерел енергії та сучасних технологій виробництва, які використовують розумні мережі та цифрові рішення, виникає необхідність у нових методах аналізу, які враховують специфіку цих технологій.

Окрім того, забезпечення стійкості та безпеки енергопостачання стає ключовим завданням, особливо у зв'язку з розвитком сучасних технологій, що вимагають стабільного енергетичного фонду.

Розрахунок енергоефективності є частиною методики, спрямованої на вирішення проблеми раціонального використання енергоресурсів, яка є однією з актуальних проблем сучасності. Для вирішення завдань енергозбереження можна використовувати різноманітні енергоефективні технології. Здійснюючи енергоаудит об'єкта і проводячи розрахунок енергоефективності, вчені здатні визначити найбільш оптимальні рішення для конкретних ситуацій.

Застосування ключових показників енергоефективності і систем збору та аналізу даних робить енергоефективність вимірюваною і управляючою. Внутрішній та зовнішній бенчмаркінг дозволяють корпораціям оцінити свій

поточний стан та ідентифікувати можливості для підвищення ефективності в майбутньому.

Бенчмаркінг – це стратегічний підхід до планування діяльності компанії, що передбачає безперервний процес оцінки рівня продукції, послуг і методів роботи. Цей підхід включає вивчення та оцінювання передового досвіду інших організацій з метою його використання для удосконалення власної діяльності [80].

Концепція ключових показників ефективності базується на простому принципі: для ефективного управління необхідно здійснювати вимірювання. Без вимірювань немає можливості ефективного контролю та покращення. У контексті підвищення енергоефективності важливо належним чином вимірювати її, а для цього необхідно визначити цільові показники енергоефективності. Це вимагає перетворення цілей на конкретні КПЕ та їхнє впровадження через інноваційні технологічні рішення.

Однак широке впровадження технологій отримання даних про енергопотроки створює виклик у вигляді значного збільшення обсягу інформації. Критично важливо вміти аналізувати та приймати рішення щодо ключових показників ефективності, пов'язаних з енергетичною ефективністю, а також ефективно управляти процесом збору та моніторингу даних. Таким чином, використання КПЕ дозволяє відстежувати та інтегрувати енергоефективність в систему загального управління ефективністю бізнесу. Додатково, адаптація новітніх інновацій у сфері оцінки енергоефективності дозволяє досягати максимальних поліпшень шляхом використання бенчмаркінгу та передового досвіду.

Зокрема, серед основних індикаторів енергетичної ефективності в промисловості можна відзначити:

- зниження енергоємності промислової продукції порівняно з базовим роком;
- питомі витрати енергії на виробництво найбільш енергоємних продуктів;

- використання відносних показників (бенчмаркінгу) для оцінки питомих витрат енергії на виробництво найбільш енергоємних продуктів.

Крім оцінки енергоємності, для аналізу енергетичної діяльності використовується набір показників, існує кілька критеріїв, які формують основу класифікації підходів до економічної оцінки ефективності цієї діяльності. Зазвичай в якості критеріїв виступають витрати, втрати та, рідше, запаси енергоресурсів. Зміна будь-якого з цих показників служить основою для визначення отриманого ефекту.

Після аналізу та узагальнення різних джерел [2, 3, 10, 12, 14], всі існуючі підходи до економічної оцінки енергетичної діяльності можна класифікувати наступним чином:

1. Пряма оцінка: Оцінка в абсолютних величинах:

- оцінка в натуральних показниках, таких як витрати, втрати, запаси в тоннах чи м³ за звітний період;
- оцінка в грошовому вираженні, використовуючи витрати, втрати та запаси у вартісних одиницях;

2. Оцінка відносних величин (зокрема, за витратою енергії):

- оцінка використання енергії за видами енергоносіїв, виражена у ступені використання енергії на одиницю кінцевого продукту (енергоємність);
- кількісна оцінка, яка включає в себе кількість енергії на одиницю кінцевого продукту (натуральний показник або у вартісному вираженні);
- якісна оцінка, що визначається як висока чи низька [80].

3. Питомі норми витрат енергоресурсів (енергоємність):

- Енергоємність на одиницю обладнання.
- Енергоємність на одиницю часу роботи устаткування.
- Енергоємність на одиницю енергоспоживання.
- Енергоємність на одиницю продукції, де питомі норми можуть бути диференційовані за видами продукції (операційні норми) або бути загальними (укрупненими).

- Енергоефективність (енерговіддача), визначаючи, скільки продукції можна виробити на одиницю витраченого ресурсу.

- Оцінка енергоспоживання обладнання та порівняння з нормативними показниками.

Оцінка ефективності заходів щодо зміни енергоспоживання непрямо проводиться шляхом порівняння різниці прибутку, який залишається в розпорядженні підприємства до та після впровадження зазначених заходів.

$$\Delta\Pi_t = \Pi_{t+1} - \Pi \quad (1.1)$$

- відмінності в збитках (у випадку діяльності, збиткових підприємств)

$$\Delta Y_t = Y_{t+1} - Y \quad (1.2)$$

Оцінка ефективності інвестицій у проекти з енергозбереження включає:

- розрахунок чистої поточної вартості, яка представляє собою різницю дисконтованих на конкретний момент часу показників прибутку та інвестиційних витрат для даного проекту і повинна бути позитивною.

$$NPV = \sum_{t=1}^T B_t * V_t - \sum_{t=1}^T C_t * V_t \quad (1.3)$$

де V_t - коефіцієнт дисконтування, визначений за формулою, в якій B_t представляє прибуток в році t , C_t - інвестиційні витрати в році t , а T - тривалість розрахункового періоду (періоду реалізації інвестиційного проекту).

$$V_t = (1 + r)^{-t} \quad (1.4)$$

- розрахунок рентабельності інвестицій PI (при багаторазовому здійсненні витрат);

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T B_t * V_t}{-\sum_{t=1}^T C_t * V_t} \quad (1.5)$$

Розрахунок PI вказує на необхідність ухвалення інвестиційного рішення лише у випадку, коли $PI > 1$.

Внутрішня норма прибутку порівнюється із ставкою дисконту, визначаючи фінансову та економічну доцільність проекту. Класифікація показників енергетичної діяльності, зазвичай, оцінює витрати енергоресурсів, а порівняння цих показників з еталоном або попередніми періодами дає уявлення про "втрати".

Термін "втрати" визначається як витрати, які перевищують суспільну необхідність та не створюють вартість. В контексті недоцільних втрат енергоресурсів це означає нераціональне використання, яке не додає цінності продукту.

Згідно з Н.С. Бабінцевою, процес перетворення енергії в продукцію виражається рівнянням:

$$\text{input} = \text{output} + \text{ew}, \quad (1.6)$$

де input - вхідна енергія, output - вихідна продукція, ew - втрати енергії.

Розгляд цих компонентів дозволяє визначити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів.

Енергоефективність визначається як здатність системи видобувати максимально корисний результат від використання енергії, обмежуючи ресурси та інформацію.

Проте важливо розрізняти поняття "енергоекономія" і "енергозбереження". Енергоекономія передбачає вживання маловитратних заходів для зменшення витрат ресурсів на вході в систему. З іншого боку,

енергозбереження охоплює не лише рециркуляцію, але і підвищення корисного використання ресурсів, тобто покращення енергоекономії, а також зменшення недоцільних втрат.

Відповідно проведеного аналізу можна запропонувати наступну формулу для оцінки енергоефекту, як результату енергетичної діяльності:

$$E_n E = f(R, L') \quad (1.7)$$

де R - енергоємність виробництва продукції, що включає в себе:

$$R = R_{п.д.} + L_{н} \quad (1.8)$$

де $R_{п.д.}$ - витрата енергоресурсів; $L_{н}$ - неминучі втрати енергоресурсів, обумовлені технологічним процесом, такі як втрати теплоти газом і повітрям, відпрацьованим паром; L' - недоцільні втрати.

Фактори, що впливають на величину енергоефекту, можна подати наступним чином:

Фактори, які впливають на величину енергоємності (R):

- технологічні фактори, залежні від рівня виробництва, такі як технічні параметри обладнання, задані технологічні режими, якість використовуваної сировини та випускаємої продукції, застосована технологія виробництва, технічний рівень встановленого обладнання, кваліфікація персоналу тощо;

- робочі фактори, які залежать від діяльності виробничого персоналу, такі як завантаження технічного та енергетичного обладнання з плином часу, підтримання обладнання у необхідному технічному стані, строге дотримання заданого режиму технологічного процесу;

- природні фактори виробництва, такі як освітлення, температура навколишнього середовища.

Різноманітність методів і одиниць виміру створює значні труднощі для уніфікованого розрахунку енергоефективності та впровадження єдиної системи моніторингу підвищення енергоефективності. Наразі проводиться значна робота над цим питанням, проте основне рішення залишається в сфері майбутнього.

1.2 Дослідження енергозбереження в житлово-комунальному секторі

В останні роки українська політика енергозбереження та підвищення енергоефективності стала однією з ключових тем, пов'язаних із забезпеченням енергобезпеки країни. Терміни "енергозбереження" та "енергоефективність" тісно переплітаються, і їхнє втілення в життя стає критичним аспектом для національного розвитку. Важливо розуміти, що "енергозбереження" не є самоціллю в собі. Наша мета полягає не в простому утриманні енергії, а в її ефективному та раціональному використанні.

Якщо дивитися на питання енергії з філософського погляду, то вона є загальною мірою руху та взаємодії всіх видів матерії. Енергія не може бути збереженою в традиційному розумінні, оскільки вона постійно переходить з однієї форми в іншу відповідно до закону збереження енергії. Тому, виклик до простого "збереження" енергії може призвести до припинення розвитку суспільства.

У світовій практиці широко використовується термін "енергозбереження" або його еквіваленти - "Energy Saving", "Energy Conservation" (англ.), "Energieeinsparen" (нім.), хоча вони несуть більший та загальний сенс. Проте, в колишньому СРСР проблемі енергозбереження в житловому та цивільному будівництві та на промислових об'єктах не приділялося достатньо уваги, незважаючи на традиційно високий рівень досягнень у цій галузі. Це створило виклики, як для країн, що вже досягли

значних успіхів у сфері енергозбереження, так і для тих, де цей напрямок залишався поки що невідкритим.

Подальше зниження обсягів виробництва призводить до подальшого зростання питомої енергоемності продукції, оскільки стає необхідним утримання виробничих потужностей, будівель і споруд. Тому наведені вище дані на сьогодні мають ще більш негативний для нашої країни вигляд. Більшість українських підприємств володіє великим потенціалом економії енергії. На системах освітлення, холодильних установках, системах стисненого повітря, потенціал економії складає 30-50% від рівня споживання електроенергії. Внаслідок втрат газу через трубопровід втрачається 500 000 м³ газу в рік на одне підприємство. Врахування втрат тепла бойлерів, печей, тепла з котлів, а також неізольованих трубопроводів, вентилів і фланців забезпечило б економію 1 млн. м³ газу на рік на одне підприємство. Ефективність згорання палива в пальниках бойлерів і різного роду технологічних печах досить низька. Тільки регулювання якості згорання палива може дати до 10% економії від сумарного споживання палива. Це приблизно 1,5 млн. м³ природного газу в рік для середнього підприємства. На багатьох підприємствах біля 50% загальної спожитої енергії іде на виробничі потреби. Все решта втрачається. Порівнявши питому споживання енергії на одиницю виготовленої продукції, в Україні воно виявляється в 3-4 рази вище, ніж на аналогічних підприємствах у Західній Європі. Наприклад, в Данії споживання енергії на одиницю продукції в скляній промисловості – 1,3 кВт/год на кг продукції, в той час як в Україні - 3,8 кВт.год. на кг. В колишньому СРСР проводилась дотація паливно-енергетичного комплексу, що відбувалось за рахунок прибутку інших галузей, ціни на енергоносії були штучно занижені і економіка України навіть при значному імпорті первинного палива, високої енергоемності продукції функціонувала стабільно. Енергоекономічні показники України порівняно з показниками інших країн є негативні. Так, виробництво електроенергії на душу населення в Україні дорівнює рівню,

характерному для європейських країн, таких як Франція та Великобританія (відповідно 5,2 тис. кВт; 5,8; 5,7), однак доля витрати її в промисловості складає 60-65%, проте у Франції ця величина складає 40%, у Великобританії – 35,8%. Споживання енергії на душу населення в кг нафтового еквіваленту в 2016 р. складало 4600 кг н.е. і є співрозмірне з середньоєвропейськими показниками. Однак в той же час валовий внутрішній продукт України був в 8-10 разів менше середньоєвропейського, а енергоємність ВВП відповідно в 8-10 разів вища. Таким чином, на початку процесу росту цін з орієнтацією на світовий рівень в колишніх республіках СНД ціни на енергоносії зростали значно швидше, ніж на інші види продукції. Це спричинило прискорення інфляційних процесів в Україні і призвело до ситуації, коли виручка від готової продукції іноді не вистачає для покриття витрат на енергоресурси. При цьому затрати енергії в нашій країні перевищують не тільки аналогічні затрати в країнах, які є традиційно передовими в галузі енергозбереження, але й в країнах, де раніше особливих успіхів у цій галузі не було. На рисунку 1.1 наведено енергоспоживання основних секторів економіки України.

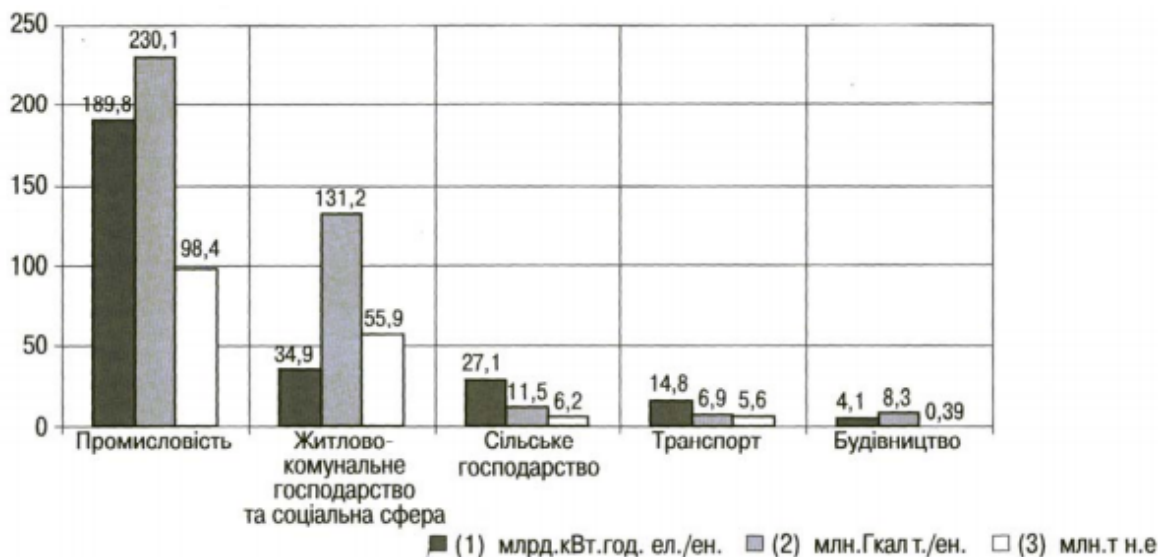


Рисунок 1.1 – Енергоспоживання основних секторів економіки України

Житлово-комунальний сектор України виявляється одним із найбільш

енергоємних галузей національної економіки. Потенціал ефективних заходів з енергозбереження у сфері комунально-побутового господарства на рівні держави перевищує можливу економію енергії в традиційно енергоінтенсивних галузях, таких як металургія, хімічна промисловість та інші. Проблема комплексного вирішення реконструкції будівель і споруд включає в себе наступні важливі питання [27]:

- актуалізація законодавчої та нормативно-методичної бази у сфері реконструкції та реставрації існуючих об'єктів, а також розробка механізмів щодо економічного заохочення інвесторів у цій справі;
- реконструкція житлових будинків як перших масових серій, так і тих, що не відповідають вимогам сьогодення з точки зору теплотехніки та акустики;
- реставрація пам'яток історії та архітектури;
- розширення, реконструкція, перевтілення і технічне переоснащення діючих промислових підприємств, об'єктів енергетики;
- удосконалення планувальних рішень щодо існуючих промислових угруповань.

У житловому фонді країни, який налічує близько 10,4 млн. будинків загальною площею 1 млрд. м², значна частина з них не відповідає переліченим вище характеристикам. Приблизно 5 тисяч будинків перебувають у аварійному стані, і 36 тисяч будинків вважаються старими. Кожен третій будинок у наявному житловому фонді потребує проведення капітального або поточного ремонту. Приблизно четверта частина використовуваного в Україні палива споживається для теплопостачання житлових та громадських будівель. Тим часом, залежність від поставок природного палива зростає, а його ціна швидко зростає. Ця залежність від імпорту енергії також збільшується в інших великих країнах, таких як США, Китай, Індія і Японія. У ЄС імпортується до 70% енергії. В той же час, 74% німецьких респондентів не уявляло, що обігрівання поглинає найбільшу частину енергії, майже 30% не знали навіть своїх щомісячних витрат на

опалення. Зекономлена енергія, яка також має назву «негаджоулі», стає більш надійним «джерелом» енергії, ніж нафта.

В Україні найбільше тепла споживається для опалення і гарячого водопостачання (рисунок 1.2). Старі будівлі, споруджені в період, коли вважалося, що паливні ресурси нескінченні, сьогодні потребують настільки великої кількості енергії, що це стає важким обтяженням для паливно-енергетичного комплексу. Водночас будівництво нових об'єктів ще більше поглиблює цю проблему. Важливо відзначити, що досвід розвинених країн свідчить про те, що на поточному рівні технологічного розвитку витрати тепла в будівлях можна зменшити більше ніж на третину. Це свідчить про значні можливості у сфері енергозбереження. Реалізація цих можливостей в повному обсязі можлива при виконанні робіт у двох основних напрямках:

- модернізація систем теплопостачання;
- утеплення огорожуючих конструкцій будівель.

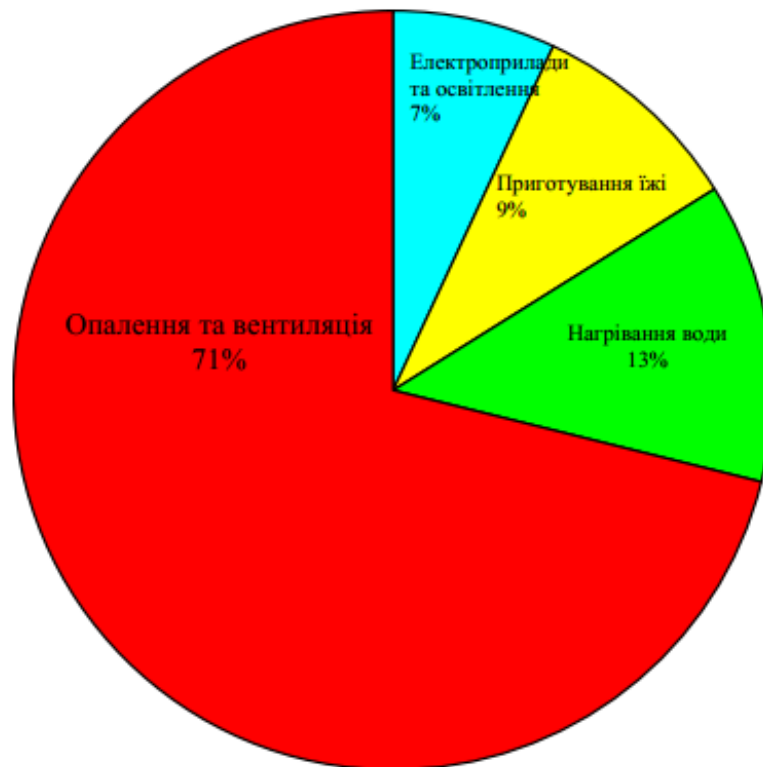


Рисунок 1.2 – Приблизна структура споживання енергії в житлових будинках [27]

Поняття «енергоощадність» і «енергоощадний будинок» в Україні ще недостатньо вживані. З енергоощадністю, перш за все, пов'язані втрати енергії (тепла) як через зовнішні захисні конструкції будинків – стіни, вікна, двері, підлоги, так і постачання енергії в приміщення (системи опалювання), замість втраченого через захисні конструкції для підтримання сталого теплового режиму в приміщеннях. Щоб заощаджувати більше тепла – треба розумно розраховувати і конструювати огорожуючі конструкції. При розрахунках зовнішніх захисних конструкцій будинків використовувалися виключно санітарно-гігієнічні стандарти, що призвело до високого рівня енергоспоживання для всіх будівель, побудованих у колишні роки в Україні. Це, в свою чергу, призвело до значних експлуатаційних витрат. Нині ці будівлі потребують реконструкції, включаючи підвищення теплового опору зовнішніх захисних конструкцій. Це передбачає суттєве зниження рівня теплоспоживання.

Зниження обсягу виробництва будматеріалів, конструкцій та нового будівництва, а також фізичне старіння будинків з кожним роком підвищують відносну частку експлуатаційних витрат.

Ефективний теплозахист будівель та споруд залежить від різноманітних чинників, і його оптимальне вирішення можливе тільки при комплексному урахуванні таких аспектів, як геометрія будівлі, планування, орієнтація на місцевості, ізоляція та герметичність стінових огорожень, вибір будівельних матеріалів, система тепlopостачання і вентиляції.

На сучасному етапі важливо забезпечити можливість втілення різноманітних за своєю природою, іноді протилежних, вимог до теплозахисту будівель та споруд. Наприклад, це може включати:

- забезпечення стійкого теплового режиму протягом різних сезонів, що вимагає належної теплоакumuлюючої здатності будівельних конструкцій;
- швидке нагрівання приміщень, особливо для житлових будівель під час активного перебування мешканців;
- ефективне охолодження приміщень у нічний час та під час спекотних

літніх днів.

Важливо зауважити, що найбільше енергії споживається під час експлуатації вже існуючих будівель, тому підвищення їхньої енергоефективності має велике значення (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Частка різних споживачів теплової енергії в будівельному секторі України [7]

Загальна потреба житлово-комунального сектора України в енергії палива для теплопостачання оцінюється приблизно в 2200 млн. ГДж на рік. При широкому впровадженні енергоефективних технологій у процес реконструкції старих будівель в Україні річні витрати паливно-енергетичних ресурсів у будівлях можна зменшити більше, ніж на третину, або понад 800 млн. ГДж, що еквівалентно 20 млрд. м³ природного газу. Якщо не проводити термомодернізацію житлово-комунального сектора в Україні, то доведеться змиритися з перспективою жити в країні, що засмічує навколишнє середовище продуктами спалювання палива, якого їй постійно не вистачає

внаслідок постійного зростання цін. Внаслідок термомодернізації можлива економія складатиме близько 20 млрд. грн.

1.3 Підвищення рівня енергетичної ефективності будівель і споруд

Початковий етап удосконалення енергоефективності будівель та споруд включає проведення енергетичного аудиту, що дозволяє визначити комплекс заходів з підвищення енергоефективності, етапи їх впровадження та їхню окупність [21].

Для підвищення енергоефективності існуючих будівель рекомендується спочатку привести їхню теплоізоляцію та інженерні системи до мінімальних сучасних стандартів. Це включає утеплення зовнішніх стін, горищних перекриттів, перекриттів над підвалом, а також заміну застарілих вікон та дверей на енергоефективні. Модернізація інженерних систем включає вдосконалення систем електропостачання, теплопостачання та гарячого водопостачання.

Етапи проведення термомодернізації включають у себе такі заходи:

1. Модернізація системи опалення:

- Модернізація теплового пункту для регулювання температури теплоносія в залежності від погодних умов;
- Балансування системи опалення для рівномірного розподілу тепла;
- Встановлення радіаторних терморегуляторів для індивідуального контролю температури в кожній кімнаті.

2. Модернізація теплоізоляції будівлі:

- Заміна вікон для підвищення теплоізоляції;
- Утеплення зовнішніх стін, горищних перекриттів та інших елементів будівлі.

Кожен з цих заходів призводить до значного зменшення споживання тепла. Узагальнений бюджет термомодернізації багатоквартирного будинку розподіляється приблизно так:

- 10% - установка терморегуляторів на радіатори
- 13% - заміна вікон;
- 14% - модернізація теплового пункту і балансування стояків;
- 63% - заходи з утеплення будівлі.

Комплексна оцінка досліджень енергоефективних будівель та конструкцій в Україні включає в себе ряд проблем, питань та методів, які були детально вивчені вітчизняними фахівцями. До цих аспектів відносяться:

1. Використання вітчизняних енергозберігаючих будівельних технологій в тепловому захисті будівель:

- Розробка та впровадження технологій, спрямованих на підвищення теплоізоляції будівель.

2. Застосування розрахункових критеріїв необхідного теплозахисту та методів теплотехнічного розрахунку огорожуючих конструкцій:

- Розробка критеріїв, які визначають оптимальні параметри теплозахисту будівель в різних умовах.

3. Розробка ефективних місцевих будівельних матеріалів, включаючи теплоізоляційні матеріали:

- Створення нових матеріалів, які забезпечують високий рівень теплоізоляції та довговічність.

4. Підвищення енергоекономічності об'ємно-планувальних рішень будівель:

- Розробка та впровадження планувальних рішень, спрямованих на максимальну енергоефективність будівель.

Зазначено, що роботи також враховують економічні аспекти підвищення теплозахисту будівель та раціональний підхід до визначення критеріїв теплозахисту огорожуючих конструкцій, зокрема у працях Гагаріна В.Г.[6].

Зазначена значимість проведення досліджень у сфері енергозбереження та термомодернізації будівель у регіональних умовах експлуатації є вельми важливою, особливо в контексті українського будівельного сектору та його адаптації до вимог сучасних стандартів.

З початку 90-х років минулого сторіччя в Україні спостерігалася значна диференціація темпів економічного розвитку, і це стало причиною зростаючого інтересу до більш ефективного використання матеріально-технічних ресурсів на регіональному рівні. Напрямок досліджень енергозбереження та термомодернізації будівель отримав новий імпульс у 2006 році, коли відбулися зміни в нормативах теплотехнічного проектування огорожуючих конструкцій (ДБН В.2.6-31:2006), а також при створенні нових норм ДБН В.2.6-31:2021.

На будівельному ринку в Україні з'явився потік імпортованих матеріалів і технологій, заснованих на ефективних, але вартісних теплоізоляційних матеріалах, таких як спучені пластмасові і волокнисті мінеральні матеріали [31]. Ці матеріали складають основу конструкцій утеплення будівель. Однак з часом почали розширюватися дослідження щодо розробки вітчизняних ресурсо-енергозберігаючих будівельних технологій, а також виробництва ефективних місцевих будівельних матеріалів, зокрема теплоізоляційних [1, 72, 17].

Вчені та фахівці в Україні почали пропонувати нові, випробувані в регіональних умовах конструкції теплового захисту для будівель [42], а також розробляти техніко-економічне обґрунтування для їх впровадження. Це свідчить про перехід від залежності від імпортованих рішень до розвитку внутрішніх технологій та наукових підходів у сфері енергоефективності будівельного сектору в регіональному контексті [40].

Дослідницька робота цілого ряду вчених присвячена визначенню розрахункових критеріїв необхідної теплозахисту будівель [35, 57, 60] та вдосконаленню методів теплотехнічного розрахунку огорожуючих конструкцій [10, 26, 28, 30, 61]. Результати досліджень авторів, зокрема

Гагаріна В.Г., підтверджують, що ефективна реалізація основних завдань з економії теплової енергії в будівлях може бути досягнута за умови використання надійних та точних методів теплотехнічного розрахунку. Важливо обґрунтовувати вибір розрахункових параметрів, враховувати особливості розвитку будівельного комплексу, умови експлуатації будівель та їх огорожувальних конструкцій, а також кліматичні впливи в районі будівництва [6].

Гагаріним В.Г. були розроблені та науково обґрунтовані економічні критерії, які визначають умови підвищення теплозахисту будівель на рівні країни чи регіону. Введений параметр "w" граничного значення для питомих одноразових витрат та критерій подібності "G" забезпечують можливість проведення комплексного порівняння економіко-кліматичних і фізичних умов утеплення будівель у різних країнах.

Аналіз теплоенергетичного стану огорожувальних конструкцій в річному циклі та метод визначення їх теплотехнічних показників в нестационарних умовах теплопередачі представлені в роботах [8]. Теоретичні основи теплопередачі через стіни з урахуванням їх повітропроникності досліджені в роботах [3, 7, 23, 28], включаючи аналіз тепловитрат в енергоефективних будівлях з урахуванням їх повітропроникності.

На міжнародному рівні країни Єдиної енергетичної системи (ЄЕС) та Європейської економічної Комісії ООН впроваджували нові стандарти і норми з енергозбереження, зосереджуючись на посиленні вимог до теплозахисту житлових будівель вже на початку 80-х років [22, 72].

Критичний аналіз опублікованих норм 2006 року по теплотехнічному проектуванню огорожуючих конструкцій, зокрема вимог ДБН В.2.6-31:2006, викликав сумніви видатних учених і фахівців, які виступили проти обов'язкового підвищення рівня теплозахисту зовнішніх стін будівель, що реконструюються, до вимог II-го етапу. Вказано, що це може спричинити значне подорожчання, зниження обсягів будівництва та довговічності будівель, а також ліквідацію певних вітчизняних підприємств.

Перехід з 2006 року на новий ДБН відбувся без системного обліку всіх супутніх обставин і їх впливу на проектні рішення щодо житлових будинків. У новому виданні ДБН по тепловому захисту будівель [12] враховано ряд критичних зауважень щодо оцінки необхідного рівня теплового захисту будівель, які були висловлені. Новий регламент передбачає визначення рівня теплового захисту за величиною приведенного опору теплопередачі або за показником питомої величини теплової енергії на опалювання будівлі.

З 1 жовтня 2015 року вступив в дію національний стандарт ДСТУ-Н Б В. 3.2-3: 2014 "Керівництво по виконанню термомодернізації житлових будинків". Впровадження цього стандарту спрямоване на:

- Забезпечення зменшення енерговитрат для утримання житлових будинків.
- Зекономлення енергоресурсів.
- Збільшення термінів експлуатації будівель.
- Зменшення витрат коштів на утримання будинків.

Основним завданням цього документу є встановлення переліку та порядку робіт з комплексної термомодернізації житлових будинків, визначення вимог до документації, необхідної для проведення комплексної термомодернізації, а також встановлення правил експлуатації будівель після їх термомодернізації. Гармонізація стандарту також враховує діючі державні, міждержавні та міжнародні стандарти з утеплення будівель та модернізації мереж енергопостачання.

1.4 Енергетична паспортизація будівельних об'єктів

Енергетична паспортизація житлових і громадських будівель в Україні введена з 1 квітня 2007 року, після введення нормативних вимог ДБН В.2.6-31:2006 "Теплова ізоляція будівель". Складання енергетичного

паспорта для будівель до 2009 року було факультативним, але з 1 січня 2009 року воно стало обов'язковою складовою проектної документації для житлових і громадських будівель під час нового будівництва та реконструкції. З 1 липня 2008 року діє ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2008 "Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції", який розкриває методичні положення, необхідні для розрахунку параметрів енергетичного паспорта.

Стандарт розвиває положення ДБН В.2.6-31 відносно оцінок параметрів енергетичної ефективності будівель і споруд. Визначення розрахункових параметрів і складання розділу проектної документації, пов'язаного із виконанням вимог з енергозбереження та оцінки енергетичної ефективності будівель згідно з ДБН А.2.2-3-2004, можливе з використанням положень цього стандарту.

Енергетичний паспорт має бути включений як окремий документ до складу розділу проектної документації, що стосується реалізації вимог щодо енергозбереження і оцінки енергетичної ефективності будинку. Складання енергетичного паспорта виконують проектні організації з відповідними ліцензіями під час розробки проекту, під час здачі об'єкту в експлуатацію, під час експлуатації будівлі, вибірково після річної експлуатації, обов'язково після завершення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будинку, а також після порушень умов експлуатації будівлі.

Енергетична паспортизація будівель передбачає привласнення будинку відповідного класу енергетичної ефективності.

Замовник та Державна архітектурно-будівельна інспекція можуть вимагати проведення експертизи, включаючи натурні визначення теплотехнічних показників конструкцій, що захищають, у відомствено атестованих лабораторіях відповідно до чинної нормативної бази. Складання енергетичного паспорта враховує результати енергетичного аудиту будинку, проведеного ліцензованими організаціями та установами, під час експлуатації будівлі. Також проводиться після завершення терміну

ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будинку та внаслідок порушень умов експлуатації, що можуть призвести до ушкодження конструкцій, які захищають будівлю в цілому або їх складових.

Енергетичний паспорт має сприяти зменшенню енерговитрат на утримання будівель, економії енергоресурсів, збільшенню термінів експлуатації будівель та зниженню витрат коштів на їх утримання. Документ також відіграє важливу роль у встановленні переліку і порядку проведення робіт по комплексній термомодернізації житлових будинків, визначенні вимог до документації для проведення такої модернізації та установленні правил експлуатації будівель після їх термомодернізації.

Загалом, енергетична паспортизація та впровадження стандартів теплової ізоляції відіграють ключову роль у розвитку енергоефективного будівництва та сприяють створенню стійкого та ефективного житлового фонду.

У ДБН В. 2.6-31:2006 і ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 встановлене 6 класів енергетичної ефективності будинку (таблиця.2.2). Наявність 6 класів на шкалі маркування дозволяє уніфікувати обґрунтовані заходи, спрямовані на економію енергії в будівлях різного типу, періоду будівництва, конструктивних та інженерних рішень, а також оцінку інвестиційної привабливості будівництва, реконструкції, капітального ремонту (термомодернізації) і експлуатації будівель.

Клас енергетичної ефективності будинку визначається при проектуванні, при введенні будинку в експлуатацію і враховує дані контролю та оцінки фактичного рівня тепловитрат на опалювання. Цей клас може бути уточнений під час експлуатації та впровадження заходів з енергозбереження. Латинські букви "A", "B", "C", "D", "E", "F" використовуються для позначення класів енергетичної ефективності, де "A" відповідає найкращим показникам, а "F" - найгіршим. Рейтинг будинку залежить від відносного відхилення розрахункових і нормативних значень питомої витрати теплової

енергії на опалення. Замовник встановлює клас енергетичної ефективності в завданні на проектування, що реалізується при проектуванні.

Для нових будинків клас енергетичної ефективності не повинен бути нижче "С". Це обмеження пов'язане з можливими відступами від проекту під час будівництва. При здачі будинку в експлуатацію вимагається підтвердження відповідності будівлі вимогам, що визначені ДБН В.2.6-31:2006. При виявленні відхилень від проекту в практиці будівництва норми передбачають повторне заповнення енергетичного паспорта для підтвердження відповідності класу енергетичної ефективності.

Уточнення класу енергетичної ефективності може бути проведено після експлуатації будівлі та впровадження заходів з енергозбереження. Такий підхід надає можливість враховувати реальні умови експлуатації та результати заходів з підвищення енергоефективності, що може бути важливим для оцінки ефективності інвестицій.

Зазначені вимоги та процедури також підкреслюють важливість системи контролю та нагляду за будівництвом, а також виконанням проектних рішень під час експлуатації. Це сприяє забезпеченню відповідності будівлі стандартам енергоефективності та уникненню несанкціонованих змін, які можуть вплинути на ефективність будівлі.

Загалом, система енергетичного паспортування є ключовим елементом стратегії зростання енергоефективності будівельного сектору та сприяє створенню сталого та енергоефективного житлового фонду.

Класифікація існуючих будівель повинна здійснюватися за результатами енергоаудиту та приведена в таблиці 1.1.

Енергетична паспортизація будівель дійсно відіграє ключову роль у забезпеченні та підтримці їхньої енергоефективності. Вона є комплексним інструментом, спрямованим на визначення та контроль енергетичних характеристик будівель, а також на мотивацію власників до впровадження заходів з енергозбереження.

Перший аспект енергетичного паспорта — доказ відповідності проекту нормативним вимогам — гарантує, що будівля відповідає стандартам енергоефективності на етапі проектування та будівництва. Це дозволяє враховувати енергетичні аспекти вже на етапі проектування та підвищує ймовірність досягнення високих стандартів енергоефективності.

Другий аспект — контроль енергоефективності в процесі експлуатації — дозволяє оцінити реальні показники споживання енергії після побудови та визначити, наскільки ефективні заходи з енергозбереження. Цей етап важливий для постійного удосконалення енергоефективності будівлі та визначення потреби в можливих модифікаціях чи удосконаленнях.

Третій аспект — мотивація власників будинків до зниження енергоспоживання — визначається як важливий чинник для створення свідомості серед власників щодо енергоефективності та використання енергетичних ресурсів. Посилення усвідомлення власників може вести до активнішої участі в програмах енергозбереження, встановленні енергоефективного обладнання та впровадженні інших заходів для зменшення впливу будівлі на навколишнє середовище.

Таблиця 1.1 – Класифікація будівель по енергетичній ефективності

Класи енергетичної ефективності будівлі	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловтрат, $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	Мінус 50 і менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до плюс 5
D	Від плюс 6 до плюс 25
E	Від плюс 26 до плюс 75
F	Плюс 76 та більше

Структурна організація енергетичної паспортизації може бути розкладена на кілька ключових етапів:

1. Визначення:

- Загальні будівельні дані, такі як конфігурація та орієнтація будівлі, поверховість, об'єм та площа зовнішніх конструкцій.
- Кліматичні характеристики району будівництва, включаючи опалювальний період та розрахункову температуру внутрішнього повітря.
- Дані про системи підтримки мікроклімату та їх регулювання.
- Проектні дані про теплоізоляцію та енергетичні параметри будинку, включаючи значення приведенного опору теплопередачі та питомі витрати енергії на опалювання.
- Відповідність теплотехнічних та енергетичних параметрів будинку нормативним вимогам.

2. Установка:

- Зміни в порівнянні з проектом, включаючи об'ємно-планувальні, конструктивні та системи підтримки мікроклімату будинку.
- Фактичні параметри енергоспоживання та теплотехнічні показники після року експлуатації.
- Порівняння проектних і експлуатаційних теплотехнічних та енергетичних характеристик.

3. Маркіровка:

- Присвоєння категорій енергетичній ефективності та сертифікація будинку з відповідними пільгами або санкціями.
- Розробка заходів для підвищення енергетичної ефективності.

Енергетичний паспорт базується на двох методиках: методиці теплотехнічного проектування та методиці контролю енергетичних параметрів у процесі експлуатації. Коефіцієнт теплопередачі визначає як трансмісійні, так і інфільтраційні тепловтрати будинку. При оцінці енергоспоживання враховуються всі джерела енергії, які виділяють тепло усередині будинку, такі як гаряче водопостачання, освітлення та побутові пристрої. На сьогоднішній день, із введенням обов'язкової паспортизації, почали з'являтися програмні продукти, які служать інструментом для

проектувальників під час виконання відповідних завдань. Ці програми призначені для розрахунку енергетичного паспорта і спрощують процес визначення фактичних значень показників енергетичної ефективності будівель.

В загальних положеннях ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 "Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції" встановлено, що визначення фактичних значень показників енергетичної ефективності і привласнення класу енергетичної ефективності існуючих будівель відбувається на основі результатів енергетичних обстежень. Якщо результати відповідають класам "D", "E", "F", то передбачено розробку заходів щодо підвищення енергоефективності будівлі, з метою підтвердження її класу не нижче "C". Це вимагає відповідного запису в розділ "Виводи за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку" енергетичного паспорта.

У світі також існує система оцінки енергетичних показників і маркування будівель за цими показниками. Ці системи вже успішно впроваджені в країнах західної Європи та США. Вони спрямовані на стимулювання використання енергоефективних конструктивних заходів та інженерних систем у будівлях, зокрема громадського та житлового призначення. При цьому встановлюються ранжирування будинків по комплексу показників, що характеризують енергоефективність будівлі (рисунок 1.4).

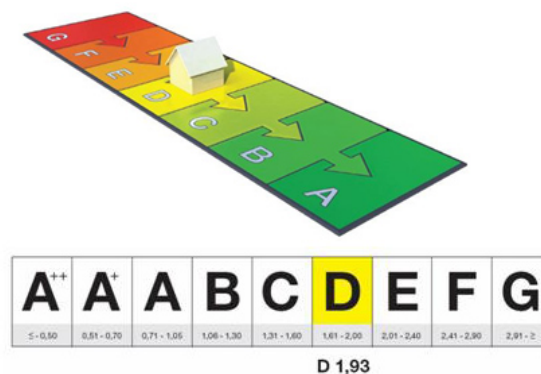


Рисунок 1.4 – Система оцінки енергетичних показників

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

2.1 Методика визначення енергоефективності будівель і споруд

Наведена методика визначає механізм енергетичної ефективності будівель і включає в себе:

- Перелік показників енергетичної ефективності будівель.
- Методи визначення енергетичної ефективності будівель.
- Особливості визначення енергетичної ефективності будівель, які виконують різні функціональні завдання.
- Проведення розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів.
- Визначення класу енергетичної ефективності будівель.

Терміни, використані у цій методиці, мають такі значення:

- Виявлення фактичного стану будівлі: процес оцінки конструктивних параметрів теплоізоляційної оболонки та інженерних систем будівлі фахівцями з подальшим використанням отриманих результатів при визначенні та оцінці показників енергетичної ефективності.

- Еталонна будівля: будівля, яка відображає типову геометрію та системи будівлі, має типові енергетичні характеристики, типові елементи теплоізоляції, інженерні системи та функціональність, а також структуру витрат з урахуванням кліматичних умов та географічного розташування.

- Клас системи управління/регулювання: оцінка рівня впливу автоматизації та технічного управління будівлею на її енергоспоживання.

- Питома енергопотреба: показник енергетичної ефективності, що визначає необхідну кількість енергії для забезпечення нормованих теплових умов у приміщеннях та належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі або об'єму будівлі.

- Питоме споживання енергії: показник енергетичної ефективності, який визначає кількість енергії, що надходить до систем опалення, охолодження, постачання гарячої води, вентиляції, освітлення тощо та належить до одиниці опалюваної (кондиціонованої) площі/об'єму будівлі.

- Показник енергетичної ефективності: числове значення, яке використовується для порівняння та ранжування енергетичної ефективності будівель.

Інші терміни використовуються в значеннях, визначених у законах України "Про енергетичну ефективність будівель" та "Про регулювання містобудівної діяльності".

Продовжуючи опис запропонованої методики визначення енергетичної ефективності будівель, основні показники включають:

- Питоме енергоспоживання на опалення, охолодження, та постачання гарячої води.

- Питоме енергоспоживання систем вентиляції.

- Питоме енергоспоживання при освітленні.

- Питоме енергоспоживання первинної енергії.

- Питоме енергоспоживання викидів парникових газів.

Ці показники визначаються за допомогою розрахункових методів, які враховують різні фактори, такі як конструкційні особливості будівлі, ефективність інженерних систем, кліматичні умови тощо.

Методика також використовує терміни, такі як "виявлення фактичного стану будівлі" та "еталонна будівля". Виявлення фактичного стану будівлі означає процес оцінки конструктивних параметрів теплоізоляційної оболонки та інженерних систем будівлі фахівцями з подальшим використанням отриманих результатів при визначенні та оцінці показників енергетичної ефективності. Еталонна будівля відображає типову геометрію та системи будівлі, має типові енергетичні характеристики, елементи теплоізоляції, інженерні системи та функціональність, а також враховує кліматичні умови та географічне розташування.

Зазначена методика визначення енергетичної ефективності має за мету створення об'єктивного і надійного інструментарію для оцінки та порівняння енергетичної ефективності будівель, а також сприяння розвитку та впровадженню енергоефективних технологій у будівництві.

Відповідно до статті 7 Закону України «Про енергетичну ефективність будівель», необхідно враховувати вихідні дані та виконувати розрахунки показників енергетичної ефективності будівель, дотримуючись встановлених вимог. Процедура збору та обробки інформації про характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем повинна відповідати нормативам. Обов'язковим етапом визначення енергетичної ефективності громадських будівель є розрахунок питомого енергоспоживання на освітлення.

Обов'язкова інформація, що враховується при визначенні енергетичної ефективності будівель:

1. Кліматичні умови на місцевому рівні визначаються відповідно до вимог розділів 5, 6, 7, 9 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» та додатку А ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні».

2. Функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне вирішення будівлі визначаються шляхом аналізу проектною документації, інженерних обстежень або документації, складеної в результаті технічної інвентаризації, або за допомогою паспорта об'єкта. Цей паспорт складається відповідно до встановленого Порядку обстеження об'єктів будівництва, що прийняті в експлуатацію, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 року № 257.

3. Геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі визначаються відповідно до

проектної документації відповідно до вимог розділу 4 ДСТУ Б А.2.2-8:2010 «Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів» (далі - ДСТУ Б А.2.2-8) або паспортом будівлі.

У випадку відсутності необхідної проектної документації, характеристики будівлі визначаються на основі результатів обстеження фактичного стану будівлі, згідно з розділами 6, 7 та 9 ДСТУ Б EN 15603:2013 «Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки» (EN 15603:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN 15603), розділу 4 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції» (далі - ДСТУ Н Б А.2.2-5), розділів 5 та 7 ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель. Настава з проведення енергетичної оцінки» (далі - ДСТУ-Н Б А.2.2-13), ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 «Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження» (EN ISO 13790:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN ISO 13790).

4. Умови санітарно-гігієнічного та мікроклімату в приміщеннях будівлі визначаються відповідно до нормативно-технічних документів, що залежать від функціонального призначення будівлі. Зазначено, що допускається визначати розрахункові показники мікроклімату та критерії локального теплового комфорту відповідно до розділів 3-9 та додатків А, В, F, G до 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)» (далі - ДСТУ Б EN 15251), розділів 3, 4, 5, 6, 7, 8 та додатку А до ДСТУ Б EN ISO 13790, розділу 13 та додатку Г до ДСТУ Б А.2.2-12.

5. Строк експлуатації огорожувальних конструкцій та їх елементів, включаючи обладнання, і також інженерних систем встановлюється відповідно до вимог підрозділу 4.19 розділу 4 ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова

ізоляція будівель» (далі - ДБН В.2.6-31), розділу 5 ДСТУ Б В.2.6-35:2008 «Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови» (далі - ДСТУ Б В.2.6-35), підрозділу 6.10 розділу 6 ДБН В.2.6-33:2008 «Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації» (далі - ДБН В.2.6-33) та підрозділу 4.6 розділу 4 ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будинків» (ДСТУ Б В.2.6-189).

6. Технічні параметри інженерних систем встановлюються відповідно до проектної документації або паспорта об'єкта. У випадку відсутності необхідної документації, ці характеристики визначаються під час встановлення фактичного стану будівлі.

7. Врахування використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та заходів захисту від сонця, а також енергії, згенерованої через когенерацію, та їх вплив на енергоефективність будівель визначається відповідно до вказівок, наведених у розділах 14, 15 ДСТУ Б А.2.2-12, а також у розділах 11, 14 та додатку Е до ДСТУ Б EN ISO 13790, і додатку G до ДСТУ Б EN 15603.

8. Площа будівлі, яка піддаватиметься кондиціонуванню або опаленню (A_f), і об'єм кондиціонованого (опалювального) простору будівлі (V) визначаються наступним чином:

1. Площа будівлі (A_f):

- Визначається відповідно до проектної документації.
- У відсутності проектної документації, площа включає в себе:
 - Площу поверхів, включаючи мансардні, опалювані цокольні та підвальні приміщення.
 - Внутрішню площу зовнішніх стін, враховуючи перегородки та внутрішні стіни.

- Опалювані сходові клітки, ліфтові та інші шахти з урахуванням їх площі на кожному поверсі.

- Не включає площі теплих горищ і техпідпілля, неопалюваних технічних поверхів, холодних неопалюваних веранд, сходових клітин, холодного горища або його частини, не зайнятої під мансарду.

- При визначенні площі мансардного поверху враховується площа з висотою до похилої стелі 1.2 м при нахилі 30° до горизонту; 0.8 м - при 45° - 60° ; при 60° і більше - площа вимірюється до плінтуса.

2. Об'єм будівлі (V):

- Визначається відповідно до проектної документації.

- У відсутності проектної документації, об'єм визначається як добуток опалювальної площі поверху на внутрішню висоту будівлі, виміряну від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху.

- У випадку складних форм внутрішнього об'єму будівлі, об'єм визначається як об'єм простору, обмеженого внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, покриття або горищного перекриття, цокольного перекриття).

- Для підземних автостоянок, об'єм обмежується перекриттям над автостоянкою.

2.2 Параметри для визначення питомої енергопотреби на опалення, охолодження та постачання гарячої води

Розрахунок питомої енергопотреби на опалення, охолодження та постачання гарячої води для житлових будівель виконується відповідно до відповідних формул (2.1):

$$EN = (Q_{H,rd} + Q_{C,rd} + Q_{DHW,nd}) / A_f \quad (2.1)$$

Для громадських будівель за формулою (2.2)

$$EN = (Q_{H,rd} + Q_{C,rd} + Q_{DHW,nd}) / V \quad (2.2)$$

де $Q_{H,rd}$ - річна енергопотреба будівлі на опалення, кВт·год,

$Q_{C,rd}$ - річна енергопотреба будівлі на охолодження, кВт·год;

$Q_{DHW,nd}$ - річна енергопотреба будівлі для постачання гарячої води, кВт·год, розраховується за формулою (2.29).

A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та об'єм кондиціонований або опалювальний для громадської будівлі (або її частини), м³.

2.2.1 Технічні параметри визначення питомого енергоспоживання при опаленні

Питоме енергоспоживання при опаленні ($EP_{H,use}$) кВт·год/м² [кВт·год/м³] розраховується за формулами для житлових будівель за формулою (2.3):

$$EP_{H,use} = Q_{H,use} / A_f \quad (2.3)$$

для громадських будівель за формулою (2.4):

$$EP_{H,use} = Q_{H,use} / V \quad (2.4)$$

де $Q_{H,use}$ - річне енергоспоживання будівлі на опалення, кВт·год, що розраховується за формулою (2.5);

A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та об'єм кондиціонований (опалювальний) для громадської будівлі м³, що визначаються в порядку, встановленому у цієї Методики.

Напрямок розрахунку річного енергоспоживання визначається як протилежний потоку енергії в системі теплозабезпечення і враховує енергопотребу ($Q_{H,nd,i}$), виміряну в кількості кіловат-годин, від джерела енергії ($Q_{H,gen,out,i}$), також в кількості кіловат-годин. Розрахунок структурується відповідно до компонентів системи теплозабезпечення, таких як тепловіддача, теплорозподілення, акумулювання теплоти та генерування теплоти. Для кожної функціональної складової системи визначається необхідна на вході теплота шляхом сумування розрахованих тепловтрат та теплоти на виході з неї.

Енергетичне споживання протягом року для опалення ($Q_{H,use}$), виражене у кількості кіловат-годин, обчислюється за допомогою формули (2.5):

$$Q_{H,use} = EQ_{H,gen,out,i} + EQ_{H,gen,ls,i} \quad (2.5)$$

де $Q_{H,gen,out,i}$ - це енергія, яка виходить з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти протягом і-го місяця і обчислюється за допомогою формули (2.6);

$Q_{H,gen,ls,i}$ - це загальні тепловтрати від підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти протягом і-го місяця, виражені у кількості кіловат-годин, що розраховуються згідно з формулою (2.7).

З періодом опалення (в годинах) визначається відповідно до вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

Загальна енергія, що виходить з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти, розраховується за допомогою формули (2.6):

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i} \quad (2.6)$$

де $Q_{H,dis,in,i}$ - енергія, що вводиться в підсистему розподілення протягом і-го місяця, виражена в кількості кіловат-годин, і розраховується за формулою (2.8).

Загальні тепловтрати від підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти протягом і-го місяця ($Q_{H,gen,ls,i}$), також виражені у кількості кіловат-годин, розраховуються за формулою (2.7):

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} \cdot (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen} \quad (2.7)$$

де $\eta_{H,gen}$ - показники ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначаються на основі значень сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти, які вказані у додатку 1.

У випадку наявності джерела теплопостачання з показником ефективності, визначеним у технічній документації на обладнання і відрізняється від значень додатка 1, застосовується значення, вказане у технічній документації на обладнання.

Енергія, що вводиться в підсистему розподілення протягом і-го місяця ($Q_{H,dis,in,i}$), розраховується за формулою (2.8).

$$Q_{H,dis,ih,i} = Q_{H,dis,ls,nnd,i} + Q_{H,dis,out,i} \quad (2.8)$$

де $Q_{H,dis,ls,nnd,i}$ - тепловтрати підсистеми розподілення, які не були використані (неутилізовані) протягом і-го місяця, обчислюються за формулою (2.9);

$Q_{H,dis,out,i}$ - енергія, що виходить з підсистеми розподілення протягом і-го місяця, обчислюється за формулою (2.12). Не використані тепловтрати цієї підсистеми протягом і-го місяця розраховуються за формулою (2.9):

$$Q_{H,dis,ls,nnd,i} = Q_{H,dis,ls,nndl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,nd,i}) \quad (2.9)$$

де $Q_{H,dis,ls,nndl,i}$ - неутилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.10);

$Q_{H,dis,ls,rbl,i}$ - утилізаційні тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.10);

$Q_{H,dis,ls,nd,i}$ - утилізовані тепловтрати, кВт·год, розраховується за формулою (2.11).

Тепловтрати підсистем розподілення протягом і-го місяця розраховуються відповідно до формули. Тепловтрати, що відбуваються в неопалюваних просторах, вважаються неутилізаційними, тоді як тепловтрати в опалюваних просторах вважаються утилізаційними, розраховують за формулою (2.10):

$$Q_{H,dis,ls,rbl,i} = \sum \psi_{L,j} \cdot (\theta_{mi} - \theta_{ij}) \cdot L_j \cdot t_{op,on,i} \quad (2.10)$$

$\psi_{L,j}$ - Коефіцієнт теплопередачі j-го трубопроводу, визначається відповідно до стандартних значень лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ , що вказані для нових та існуючих будівель у додатку 2;

θ_{mi} - середню температуру теплоносія в зоні протягом і-го місяця визначають, керуючись графіком регулювання теплоносія відповідно до погодних умов та середньомісячної температури зовнішнього середовища за

відповідним місяцем, яка визначається згідно з таблицею А.2 ДСТУ Б А.2.2-12;

θ_{ij} - температура оточуючого середовища упродовж i -го місяця, °С;

L_j - довжина j -го трубопроводу, м;

$t_{op,on,i}$ - час опалення упродовж i -го місяця;

j - індекс трубопроводів з однаковими граничними умовами.

Тепловтрати що були утілізовані, кВт·год, розраховується за формулою (2.11):

$$Q_{H,dis,ls,nd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} \cdot 0,9 \cdot \eta_{H,gen,i} \quad (2.11)$$

де $\eta_{H,gen,i}$ - Коефіцієнт використання надходжень для опалення протягом i -го місяця безрозмірний і розраховується відповідно до визначень, наведених у пункті 12.2 ДСТУ Б А.2.2-12.

Енергія, яка виходить з підсистеми розподілення протягом i -го місяця, обчислюється за допомогою формули: (2.12):

$$Q_{H,dis,out,i} = Q_{H,em,in,i} \quad (2.12)$$

$Q_{H,em,in,i}$ - Енергія, необхідна для підсистеми тепловіддачі протягом i -го місяця, обчислюється за допомогою формули (2.13): Енергія, необхідна для підсистеми тепловіддачі протягом i -го місяця, обчислюється за допомогою формули:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out} + Q_{H,em,ls,i} \quad (2.13)$$

$Q_{H,em,out}$ - енергія виходу підсистеми тепловіддачі за i -й місяць, кВт·год, розраховується за формулою (2.14);

$Q_{H,em,ls,i}$ - Загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі/виділення протягом і-го місяця, які вважаються 100% придатними для утилізації, обчислюються за допомогою формули (2.15).

Енергія виходу підсистеми тепловіддачі за і-м місяцем дорівнює енергопотребі, що розраховується за формулою (2.14):

$$Q_{H,em,out} = Q_{H,nd,i} \quad (2.14)$$

$Q_{H,nd,i}$ - Теплота, яку необхідно подати до кондиціонованого об'єму для підтримки температури протягом визначеного періоду часу, без урахування інженерних систем теплозабезпечення будівлі, визначається відповідно до підпункту 7.2.1 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць ($Q_{H,em,ls,i}$), кВт•год, обчислюються за формулою:ю (2.15):

$$Q_{H,em,ls,i} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out} \quad (2.15)$$

f_{hydr} - коефіцієнт, який враховує гідравлічне налагодження системи, визначається відповідно до коефіцієнтів ефективності, наведених у додатку3;

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

$f_{im} = 1$ - для постійного теплового режиму;

$f_{im} = 0,98$ - для системи опалення з періодичним регулюванням, в якій відсутній інтегрований зворотний зв'язок;

$f_{im} = 0,97$ - для системи опалення з періодичним регулюванням, яка включає інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим запуском);

f_{rad} - коефіцієнт, який враховує променеву складову теплового потоку (застосовується лише для променевих систем опалення) і обчислюється згідно з додатком 3;

η_{em} - загальний показник ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні розраховується відповідно до формули (2.16):

$$\eta_{em} = \frac{1}{(4 \cdot (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb}))} \quad (2.16)$$

η_{str} - фактор, що враховує вертикальний профіль температури повітря у приміщенні, розраховується згідно з додатком 3;

η_{ctr} - фактор, що враховує регулювання температури у приміщенні, розраховується згідно з додатком 3;

η_{emb} - фактор, який враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем), розраховується відповідно до додатка 3.

У випадку, якщо характеристики складових загального рівня ефективності, таких як нагрівальні поверхні та гідравлічне налагодження систем (f_{hydr} , f_{im} , f_{rad} , η_{em}), у технічній документації на обладнання відрізняються від значень, вказаних у додатку 3, застосовується значення, визначене на підставі технічної документації на обладнання.

2.2.2 Визначення питомого енергоспоживання при охолодженні

Питоме енергоспоживання при охолодженні (EPC_{use}), кВт·год/м² [кВт·год/м³], розраховується за формулами:

- для житлових будівель за формулою (2.17):

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / A_f \quad (2.17)$$

- для громадських будівель за формулою (2.18):

$$EP_{C,use} = Q_{C,use} / V \quad (2.18)$$

$Q_{C,use}$ - річне енергоспоживання при охолодженні, кВт·год, розраховується за формулою (2.19).

A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³.

Річне енергоспоживання при охолодженні ($Q_{C,use}$), кВт·год, розраховується за формулою (2.19):

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,ls} + Q_{C,gen,out} \quad (2.19)$$

$Q_{C,gen,ls}$ - загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховується за формулою (2.20);

$Q_{C,gen,out}$ - енергія, яка виходить від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, вимірюється у кількості кіловат-годин і розраховується за формулою (2.21).

Загальні тепловтрати цієї підсистеми ($Q_{C,gen,ls}$) обчислюються за допомогою формули, що подається далі. (2.20):

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} \cdot (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} \quad (2.20)$$

$\eta_{C,gen}$ - Ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні визначається на основі показників річної ефективності (SEER) конкретних охолоджувальних машин, які зазначені у додатку 4.

У випадку, якщо показники відомостей про ефективність для цієї підсистеми відрізняються від значень у додатку 4, приймається значення, вказане в технічній документації на обладнання.

Якщо підсистема включає більше одного типу генератора/трансформатора, розрахунки ефективності проводяться окремо для кожної частини з відповідним показником ефективності.

Загальна енергія, що надходить від підсистем виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні ($Q_{C,gen,out}$), вимірюється у кількості кіловат-годин і обчислюється за допомогою формули (2.21).

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac} \quad (2.21)$$

$Q_{C,dis,in}$ - Енергія, яка вводиться в підсистему розподілення, вимірюється у кількості кіловат-годин і розраховується відповідно до формули (2.22).

$\eta_{C,ac}$ - Ефективність автоматичного управління/регулювання ($\eta_{C,ac}$) залежить від класу ефективності системи управління/регулювання і має такі значення:

- для систем класу А: $\eta_{C,ac} = 0,99$;
- для систем класу В: $\eta_{C,ac} = 0,93$;
- для систем класу С: $\eta_{C,ac} = 0,88$;
- для систем класу D: $\eta_{C,ac} = 0,82$.

Якщо в будівлі відсутня система охолодження, для визначення енергетичної ефективності будівлі приймають значення:

- $\eta_{C,ac} = 0,93$ для ефективності автоматичного управління/регулювання;
- 2,4 для показника ефективності підсистеми виробництва/генерування.

Період охолодження (години) визначається по таблиці А.3 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12.

Енергію входу, необхідну для підсистеми розподілення, визначають за формулою (2.22).

$$Q_{C,dis,in} = \sum_i Q_{C,dis,out,i} / 100 + Q_{C,dis,ls} \quad (2.22)$$

$Q_{C,dis,out,i}$ - енергію виходу для підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, виміряну у Вт•год, приймають рівною енергопотребі для охолодження у даному місяці ($Q_{C,nd,i}$). Ця енергія включає в себе комбіновану потребу зон, яку обслуговує та сама підсистема виділення/тепловіддачі та розподілення. Значення визначається згідно з підрозділом 7.2.2 розділу 7 ДСТУ Б А.2.2-12.

$Q_{C,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення охолодженого повітря, виміряні у кВт×год, визначаються згідно з формулою (2.23).

Річні тепловтрати підсистеми розподілення охолодження визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,ls} = Q_{C,nd} ((1 - \eta_{C,oe}) + (1 - \eta_{C,oe,sens}) + (1 - \eta_{c,d})) \quad (2.23)$$

$Q_{C,nd}$ - річні енергопотреби для охолодження, виміряні у кВт•год, визначаються згідно з розділом 14 ДСТУ Б А.2.2-12.

$\eta_{C,oe}$ - ступінь утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження визначається згідно з показниками усереднених річних коефіцієнтів систем охолодження, які наведені у додатку 5.

$\eta_{c,d}$ - ступінь утилізації підсистеми розподілення приймають за даними додатка 5.

Загальне енергоспоживання за наявності центрального попереднього охолодження розраховується за допомогою формули (2.24).

$$Q_{V,pre-cool,use} = Q_{V,pre-cool,gen,out} / \eta_{V,pre-cool,gen} \quad (2.24)$$

$Q_{V,pre-cool,gen,out}$ - загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного повітря розраховується за допомогою формули (2.25).

$\eta_{V,pre-cool,gen}$ - ефективність підсистеми виробництва/генерування системи центрального попереднього охолодження визначається згідно з додатком 4.

У випадку, якщо генераційно-акумуляційна підсистема включає охолоджувальні пристрої різних видів, розрахунки слід проводити окремо для кожної частини, визначаючи відповідні показники ефективності. Загальну енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного повітря, кВт·год, розраховують за формулою (2.25.):

$$Q_{V,pre-cool,gen,out} = \sum_m (f_{C,m} Q_{V,nd,pre-cool,m} / \eta_{V,sys,pre-cool}) \quad (2.25)$$

$f_{C,m}$ - доля m -го місяця, яка є частиною фактичного періоду охолодження для роботи сезонозалежних технічних засобів, розраховується відповідно до таблиці А.3 додатка А ДСТУ Б А.2.2-12.

$Q_{V,nd,pre-cool,m}$ - енергопотреба для попереднього охолодження для m -го місяця, кВт·год.

$\eta_{V,sys,pre-cool}$ - загальна ефективність розподілення і тепловіддачі/виділення для системи попереднього охолодження приймається відповідно до значень загальної ефективності розподілення і тепловіддачі/виділення, які визначені для систем попереднього охолодження і представлені у додатку 6.

2.2.3 Параметри технічного визначення питомого енергоспоживання при постачанні гарячої води

Питоме споживання енергії при постачанні гарячої води ($EP_{dhw,use}$), кВт·год/м²[кВт·год/м³], розраховується за формулами (2.26), (2.27):

- для житлових будівель:

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / A_f \quad (2.26)$$

- для громадських будівель:

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / V \quad (2.27)$$

$Q_{DHW,use}$ - річне енергоспоживання будівлею при постачанні гарячої води, кВт·год, розраховується за формулою (2.28);

A_f, V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³;

Річне енергоспоживання при постачанні гарячої води ($Q_{DHW,use}$), кВт·год, розраховується за формулою (2.28):

$$Q_{DHW,use} = (Q_{DHW,nd} + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,ls,col,m} + Q_{W,em/i}) / \eta_{gen} \quad (2.28)$$

$Q_{DHW,nd}$ - енергопотреби гарячого водопостачання, кВт·год, розраховується за формулою (2.29);

$Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води, кВт·год;

$Q_{W,dis,ls,col,m}$ - тепловтрати використаної води при водорозборі, кВт·год, при

цьому період постачання гарячої води (години), встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;

$Q_{W,em/i}$ - річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води, кВт·год;

η_{gen} - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначається згідно з додатком 1 до цієї Методики.

У разі наявності джерела тепlopостачання з ефективністю, встановленою при визначенні фактичного стану будівлі та відмінною від показника, визначеного у додатку 1.

Енергопотреба для гарячого водопостачання ($Q_{DHW,nd}$), кВт·год, розраховуються за формулою (2.29)

$$Q_{DHW,nd} = c_w \cdot V_w \cdot (\theta_{W,del} - \theta_{W,0}) \cdot \alpha_x \quad (2.29)$$

c_w - питома теплоємність води, (кДж/кг·°C);

V_w - річний обсяг споживання води, (кг), розраховується за формулою (2.30);

$\theta_{W,del}$ - встановлена температура подачі гарячої води, °C;

$\theta_{W,0}$ - середня річна температура холодної води, яку приймають рівною 10 °C;

α_x - коефіцієнт переведення, кДж, в кВт·год, який приймають рівним $0,278 \times 10^{-3}$ (кВт·год/кДж);

Річний обсяг споживання гарячої води, (V_w), кг, розраховується за формулою (2.30):

$$V_w = q_w \cdot n_m \cdot n_d \cdot \rho_w \cdot 10^{-3} \quad (2.30)$$

q_w - середньодобова витрата води за рік (л/добу) визначається або згідно з Таблицями А.1 та А.2 ДБН В.2.5.-64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво" або розрахунковим методом. Розрахунок проводиться з урахуванням фактичного обсягу споживання гарячої води, визначеного на основі показників вузла комерційного обліку, і не враховуючи поставлену гарячу воду для потреб басейнів (за наявності).

n_m - Кількість розрахункових одиниць споживання гарячої води визначається згідно з Таблицями А.1 та А.2 ДБН В.2.5.-64:2012. Водночас, кількість може бути також визначена на основі фактичних значень, зазначених у конкретному випадку.

n_d - кількість діб роботи системи гарячого водопостачання (діб);

ρ_w - густина води за нормальних умов (кг/м³).

Річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води $Q_{W,dis,ls}$, кВт·год, розраховується за формулою (2.31):

$$Q_{W,dis,ls} = \sum \psi_{W,j} \cdot L_{W,j} (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot t_w / 1000, \quad (2.31)$$

$Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП, кВт·год;

$\sum \psi_{W,j}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м·К), визначається згідно з додатком 2;

$L_{W,j}$ - довжина секції трубопроводу, м;

$\theta_{W,dis,avg,j}$ - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;

$\theta_{amb,j}$ - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;

t_w - період користування ГВП (години/рік), що встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;

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

Розрахунок тепловтрат здійснюється окремо для трубопроводів, які пролягають через неопалювані та опалювані об'єми будівлі. Для цього використовують формулу (2.32). Ця формула враховує річні тепловтрати циркуляційного контуру, забезпечуючи постачання гарячої води для різних груп трубопроводів з аналогічними граничними умовами.

$$Q_{W,dis,ls,col,m} = Q_{W,dis,ls,col,on} + Q_{W,dis,ls,col,off} \quad (2.32)$$

$Q_{W,dis,ls,col,on}$ - тепловтрати трубопроводів під час періодів циркуляції обчислюються за допомогою формули (2.33).;

$Q_{W,dis,ls,col,off}$ - тепловтрати трубопроводів протягом періодів відсутності циркуляції, кВт·год, визначають за формулою (2.34).

$$Q_{W,dis,ls,col,on} = \sum Y_{W,i} \cdot L_{W,i} \cdot (\theta_{W,dis,avg,i} - \theta_{amb,i}) \cdot t_{w,on,i} / 1000 \quad (2.33)$$

$$Q_{W,dis,ls,col,off} = \sum \rho_w c_w \cdot V_{W,dis,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot n_{n,orm} / 1000 \quad (2.34)$$

$Y_{W,i}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м·К), визначається згідно з додатком 2;

$L_{W,i}$ - довжина секції трубопроводу, м;

$\theta_{W,dis,avg,j}$ - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;

$\theta_{amb,j}$ - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;

$\rho_w c_w$ - теплоємність води, приймають 1150 Вт·год/(м³·К);

$V_{W,dis,j}$ - об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м³, визначений за допомогою значень довжини та діаметру трубопроводу;

$t_{w,on,i}$ - період циркуляції, години/рік; за відсутності точних даних приймають $t_{w,on} = 8760$ годин;

$n_{n,orm}$ - кількість робочих циклів циркуляційного насоса протягом року; за відсутності точних даних приймають $n_{norm} = 1-2$ цикли в день;

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

Тепловтрати використаної води при водорозборі $Q_{W,em,l}$ кВт·год, розраховується за формулою (2.35):

$$Q_{W,em,ls} = Q_W \cdot \eta_{eq} / 100 \quad (2.35)$$

Q_W - річні енергопотреби ГВП, кВт·год;

η_{eq} - Еквівалент збільшення, який враховує тепловтрати використаної води при водорозборі, визначається відповідно до даних щодо тепловтрат використаної води при водорозборі в будівлях без циркуляційного контуру, як це вказано у додатку 7.

Регулярні тепловтрати з секцій трубопроводу, розміщених в опалюваних приміщеннях, використовуються для опалення цих приміщень протягом опалювального періоду. Частина цих втрат може бути утилізована, що призводить до додаткового нагріву приміщення. Утилізаційні регулярні тепловтрати, вимірювані в кВт·год, визначаються як частка тепловтрат у підсистемі розподілення гарячої води з трубопроводів, що проходять через опалювані приміщення. Ця частка визначається відношенням тепловтрат в опалюваних приміщеннях до загальних тепловтрат підсистеми розподілення

гарячої води. Додаткове споживання енергії при розподіленні враховується за допомогою відповідної формули.

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls} \cdot f_{W,dis,ls,rbl} + W_{w,dis,a01} \cdot f_{W,dis,a01x,rbl} \quad (2.36)$$

$f_{W,dis,ls,rbl}$ - частка тепловтрат в підсистемі розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення;

$f_{W,dis,a01x,rbl}$ - частка додаткового енергоспоживання при розподіленні, яку можна утилізувати для опалення приміщення, залежить від тривалості опалювального періоду та розташування насоса.

У спрощеній моделі приймається, що 50% утилізаційних тепловтрат протягом опалювального періоду може бути використано в підсистемі розподілення гарячої води, і, додатково, 80% додаткової енергії може бути утилізовано для опалення приміщення.

2.3 Технічні параметри визначення питомого енергоспоживання систем вентиляції

Питоме енергоспоживання при вентиляції ($EP_{V,use}$), кВт×год/м² [кВт×год/м³], розраховується за формулами (2.37), (2.38):

- для житлових будівель:

$$EP_{V,use} = Q_{V,use} / A_f \quad (2.37)$$

- для громадських будівель:

$$EP_{V,use} = Q_{V,use} / V \quad (2.38)$$

$Q_{V,use}$ - річне енергоспоживання при вентиляції, кВт·год, розраховується за формулою (2.39);

$A_{f,V}$ - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³.

Річне енергоспоживання при вентиляції ($Q_{V,use}$), кВт·год, розраховується за формулою (2.39):

$$Q_{V,use} = Q_{V,sys,fan} \quad (2.39)$$

$Q_{V,sys,fan}$ - енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції, кВт·год, розраховується за формулою (2.40).

Енергоспоживання припливного та витяжного вентиляторів системи вентиляції ($Q_{V,sys,fan}$), кВт·год, розраховується за формулою (2.40):

$$Q_{V,sys,fan} = P_{el} \cdot t_v \quad (2.40)$$

P_{el} - електрична потужність вентилятора, кВт, розраховується за формулою (2.41);

t_v - час роботи системи вентиляції (години).

Електрична потужність вентиляторів (P_{el}), кВт, розраховується за формулою (2.41):

$$P_{el} = SFP \cdot V_L / 3600 \quad (2.41)$$

де SFP – питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції, виражена в кВт/(м³/с), може бути визначена на основі проектної питомої потужності вентилятора, яка наведена в додатку 8. Якщо такі дані відсутні, можна використовувати фактичні дані про потужність системи вентиляції.

Важливо враховувати, що при відсутності механічної системи вентиляції розрахунок не проводиться.

V_L - витрата повітря в системі механічної вентиляції, м³ /год.

2.4 Технічні параметри щодо розрахунку питомого енергоспоживання при освітленні

Питоме енергоспоживання при освітленні (EPW_{use}), кВт·год/м² [кВт×год/м³], розраховується за формулою (2.42):

$$EPW_{use} = W_{use} / A_f \quad (2.42)$$

W_{use} - річний обсяг енергоспоживання при освітленні кВт·год, розраховується за формулою (2.43);

A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні (W_{use}), кВт·год, розраховується за формулою (2.43):

$$W_{use} = W_L + W_p \quad (2.43)$$

W_L - енергія, яка необхідна для забезпечення штучного освітлення в будівлі, розраховується за допомогою формули (2.44) у кількості кіловат-годин.

W_p - Енергія, необхідна для заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та для управління/регулювання освітленням в будівлі, вимірюється у кількості кіловат-годин.

Обсяг енергії, потрібної для виконання функції штучного освітлення в будівлі (W_L), розраховується за допомогою вказаної формули. (2.44)

$$W_L = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_0 \cdot F_D + t_N \cdot F_0)] \cdot A_f / 1000 \quad (2.44)$$

P_N - питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, вимірювана у ватах на квадратний метр ($\text{Вт}/\text{м}^2$), встановлюється відповідно до проектних даних або при визначенні фактичного стану будівлі з метою забезпечення необхідної освітленості, яка відповідає нормативним значенням.

F_C - постійний коефіцієнт яскравості відноситься до використання встановлення освітлення при функціонуванні системи сталої освітленості в певній зоні. Цей коефіцієнт розраховується відповідно до показників типових значень, які вказані для розрахунку енергоспоживання при освітленні і подані у додатку 9.

F_0 - коефіцієнт використання освітлення представляє собою відношення використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання конкретної зони. Цей коефіцієнт може бути прийнятий згідно з даними, наведеними у додатку 9, або розрахований на основі фактичних потужностей освітлювальних приладів, що застосовуються в даній зоні освітлення. 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;

t_D - коефіцієнт природного освітлення представляє собою відношення використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення в певній зоні. Цей коефіцієнт може бути прийнятий відповідно до вказаних даних у додатку 9, який містить відомості про розподіл та характеристики природного освітлення в різних зонах.

t_N - Час використання природного освітлення протягом року, вимірюваний у годинах, може бути прийнятий згідно з відомостями,

наведеними у додатку 9. Цей додаток містить дані про розподіл та характеристики природного освітлення в різних зонах, що дозволяє визначити час використання природного освітлення відповідно до рекомендацій або норм;

A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

Енергію, необхідну для заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та управління/регулювання освітленням в будівлі (означеною як WP), розраховують за допомогою формули (2.45).

$$W_p = (P_{em} + P_{pc}) \cdot A_f \quad (2.45)$$

де P_{em} - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт·год/м² (приймають згідно з додатком 9);

P_{pc} - Загальна встановлена потужність всіх систем управління приладами освітлення в зоні, коли лампи не використовуються, приймають відповідно до вказаних даних у додатку 9 і вимірюють у кількості кіловат-годин на квадратний метр (кВт·год/м²).

A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

2.5 Особливості визначення ефективності використання енергії в будівлі з різними функціональними зонами.

Визначення енергетичної ефективності будівлі з різними функціональними зонами здійснюється, враховуючи показники

функціонального призначення тієї частини будівлі, об'єм якої, підігріваний (охолоджуваний), є пропорційно більшим. Цей підхід передбачає врахування в розрахунках відповідно до підрозділу 13.4 розділу 13 ДСТУ Б А.2.2-12.

Оцінка енергетичної ефективності проводиться за допомогою розрахунків первинної енергії та викидів парникових газів. Первинна енергія (E_p), вимірювана у кількості кіловат-годин, обчислюється для кожного виду енергоносія за вказаною формулою (2.46):

$$E_p = \sum (E_{del,i} \cdot f_{P,del,i}) \quad (2.46)$$

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

$f_{P,del,i}$ - фактор первинної енергії для i -го поставленого енергоносія.

Поставлена енергія ($E_{del,i}$) розраховується за формулою (2.47):

$$E_{del,i} = Q_{H,use} + Q_{C,use} + Q_{DHW,use} + EP_{V,use} + EP_{W,use} \quad (2.47)$$

Питомий показник споживання первинної енергії (e_p), кВт·год/м², розраховується за формулою (2.48):

$$e_p = E_p / A_f \quad (2.48)$$

A_f - кондиціонована (опалювана) площа будівлі, м².

Маса викидів парникових газів m_{CO_2} , кг, розраховується з поставленої та експортованої енергії для кожного енергоносія за формулою (2.49):

$$m_{CO_2} = \sum (E_{del,i} \cdot K_{del,i}) / 1000 \quad (2.49)$$

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

$K_{del,i}$ - коефіцієнт викидів CO₂ для поставленого i -го енергоносія, г/кВт·год.

Коефіцієнти викидів парникових газів (CO₂) включають всі викиди парникових газів, які пов'язані з первинною енергією, використовуваною в будівлі. Фактори первинної енергії ($fP, nren$) та коефіцієнти викидів парникових газів (CO₂) (K), вимірювані у грамах на кількість кіловат-годин, приймаються відповідно до показників, наведених у додатку 10, який вміщує в себе дані щодо факторів первинної енергії та коефіцієнтів викидів парникових газів (CO₂).

2.6 Технічні параметри для визначення енергетичної ефективності будівлі

Клас енергетичної ефективності будівель визначається на основі показника загального питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP), вимірюваного у кількості кіловат-годин на квадратний метр або на кубічний метр (кВт·год/м² або кВт·год/м³). Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP) обчислюється за допомогою формули (2.51).

$$EP = EP_{H,use} + EP_{C,use} + EP_{DHW,use} \quad (2.51)$$

$EP_{H,use}$ - питоме енергоспоживання при опаленні, кВт·год/м² [кВт·год/м³], що розраховується за формулами (2.3), (2.4);

$EP_{C,use}$ - питоме енергоспоживання при охолодженні, кВт·год/м² [кВт·год/м³], що розраховується за формулами (2.17), (2.18);

$EP_{DHW,use}$ - питоме енергоспоживання гарячого водопостачання, кВт×год/м² [кВт×год/м³], що розраховується за формулами (2.26), (2.27).

Класифікація енергетичної ефективності будівель проводиться відповідно до категорій функціонального призначення будівель, як визначено в додатку 11. Мінімальні стандарти для енергетичної ефективності будівель встановлюються згідно із Законом України "Про енергетичну ефективність будівель".

Процес визначення мінімальних вимог враховує еталонні будівлі, які є представниками для кількох категорій будівель з аналогічними геометричними та теплотехнічними характеристиками. Ці вимоги диференціюються відповідно до функціонального призначення будівель, їх висоти, а також типу будівництва (нова конструкція, реконструкція, капітальний ремонт).

Мінімальні вимоги розраховуються з урахуванням економічних облікових показників для еталонних будівель за макроекономічним або фінансовим підходом, включаючи початкові інвестиційні витрати (для кожного компонента або системи), щорічні витрати (з посиланням на перший рік) та загальні витрати, відповідно до ДСТУ EN 15459-1:2017.

Оцінка економічної доцільності враховує різні рівні мінімальних вимог до енергетичної ефективності на основі витрат на заходи з підвищення енергоефективності протягом розрахункового строку служби будівлі з урахуванням її функціонального призначення.

Клас енергетичної ефективності будинку визначається під час проектування, при введенні в експлуатацію та з урахуванням фактичного рівня тепловитрат на опалення під час експлуатації. Цей клас може бути коригований згідно з результатами експлуатації та впровадження заходів з енергозбереження.

Класифікація енергетичної ефективності будинків позначається латинськими буквами від "А" до "F", де "А" відповідає найвищому рівню енергетичної ефективності, а "F" - найнижчому. Оцінка ґрунтується на рівні відхилення між розрахунковими та нормативними значеннями питомої витрати теплової енергії для опалення.

Вимоги до класу енергетичної ефективності будинку встановлюються Замовником у завданні на проектування та враховуються під час проектування в відповідних розділах проекту. Для нових будівель клас не повинен бути нижче "С". Підтвердження відповідності нормативам проводиться після завершення будівництва.

Класифікація будинків за енергетичною ефективністю подана в таблиці 2.1. Енергетичний паспорт будинку є обов'язковим для забезпечення його енергоефективності. Він розробляється для підтвердження відповідності показників енергетичної ефективності вимогам ДБН В.2.6-31 та складається за формою, наведеною у самій ДБН В.2.6-31.

Таблиця 2.1 – Класифікація будівель по енергетичній ефективності

Класи енергетичної ефективності будівлі	Різниця в % розрахункового або фактичного значення питомих тепловтрат, $q_{\text{буд}}$, від максимально допустимого значення, E_{max} , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
А	Мінус 50 і менше
В	Від мінус 49 до мінус 10
С	Від мінус 9 до плюс 5
D	Від плюс 6 до плюс 25
Е	Від плюс 26 до плюс 75
F	Плюс 76 та більше

ДБН В.2.6-31 визначає 6 класів енергетичної ефективності будинку, позначених літерами "А", "В", "С", "D", "Е", "F". Ця шкала дозволяє уніфікувати заходи з енергозбереження в будинках різного типу, конструкції,

періоду будівництва та умов експлуатації. Літера "А" вказує на найвищий рівень енергетичної ефективності, тоді як "F" відповідає будинкам з найнижчими показниками.

Основою для класифікації будинків служить відхилення розрахункових та нормативних значень питомих витрат теплової енергії для опалення. Для нових будинків клас не повинен бути нижче "С". Якщо результати вказують на класи "D", "E", "F", необхідно вжити заходів для підвищення енергоефективності з досягненням класу не нижче "С".

Теплотехнічне проектування та теплоізоляція будинку мають відповідати вимогам ДБН В.2.6-31 для забезпечення ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки.

Показники енергетичного паспорта будинку включають питомі тепловитрати на опалення за опалювальний період, позначені як $q_{\text{буд}}$ і вимірювані в $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ або $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$.

- загальний коефіцієнт теплопередачі $K_{\text{буд}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;
- приведений коефіцієнт теплопередачі $k_{\text{упр}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$;
- умовний коефіцієнт теплопередачі $k_{\text{у кінф}}$, $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, що враховує тепловтрати ції;
- середня кратність повітрообміну;
- коефіцієнт скління фасадів;
- показник компактності будинку.

Енергетичний паспорт має включати три ключові аспекти енергетичної ефективності будівлі: перший - демонстрацію відповідності проекту нормативним вимогам, другий - контроль за рівнем енергоефективності під час експлуатації та третій - стимулювання власників будинків до зменшення споживання енергії. Важливо також, щоб цей документ підтверджував енергетичну ефективність будинку при оцінці його ринкової вартості в житловому сегменті.

Основними структурними елементами розділу «Енергоефективність» є:

- загальна інформація про проєктований об'єкт;

- характеристика прийнятих рішень щодо забезпечення ефективного використання енергії інженерними системами та обладнанням об'єкта;
- розрахунок кліматичних, об'ємно-планувальних, теплотехнічних і енергетичних показників;
- розрахунок теплових втрат на опалення;
- аналіз ефективності та раціональності прийнятих площ світлових прорізів;
- розрахунок класу енергоефективності об'єкта;
- енергетичний паспорт об'єкта.

Розрахунок енергоефективності. Енергетичний паспорт.

В ході розробки розділу з енергоефективності об'єкта проектування розраховуються основні показники, які визначають його енергетичну ефективність, а саме:

- тепловтрати на опалення;
- загальний і наведений коефіцієнт теплопередачі теплоізоляційної оболонки об'єкту;
- умовний коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій об'єкта;
- кратність повітрообміну;
- коефіцієнт скління фасадів;
- показник компактності.

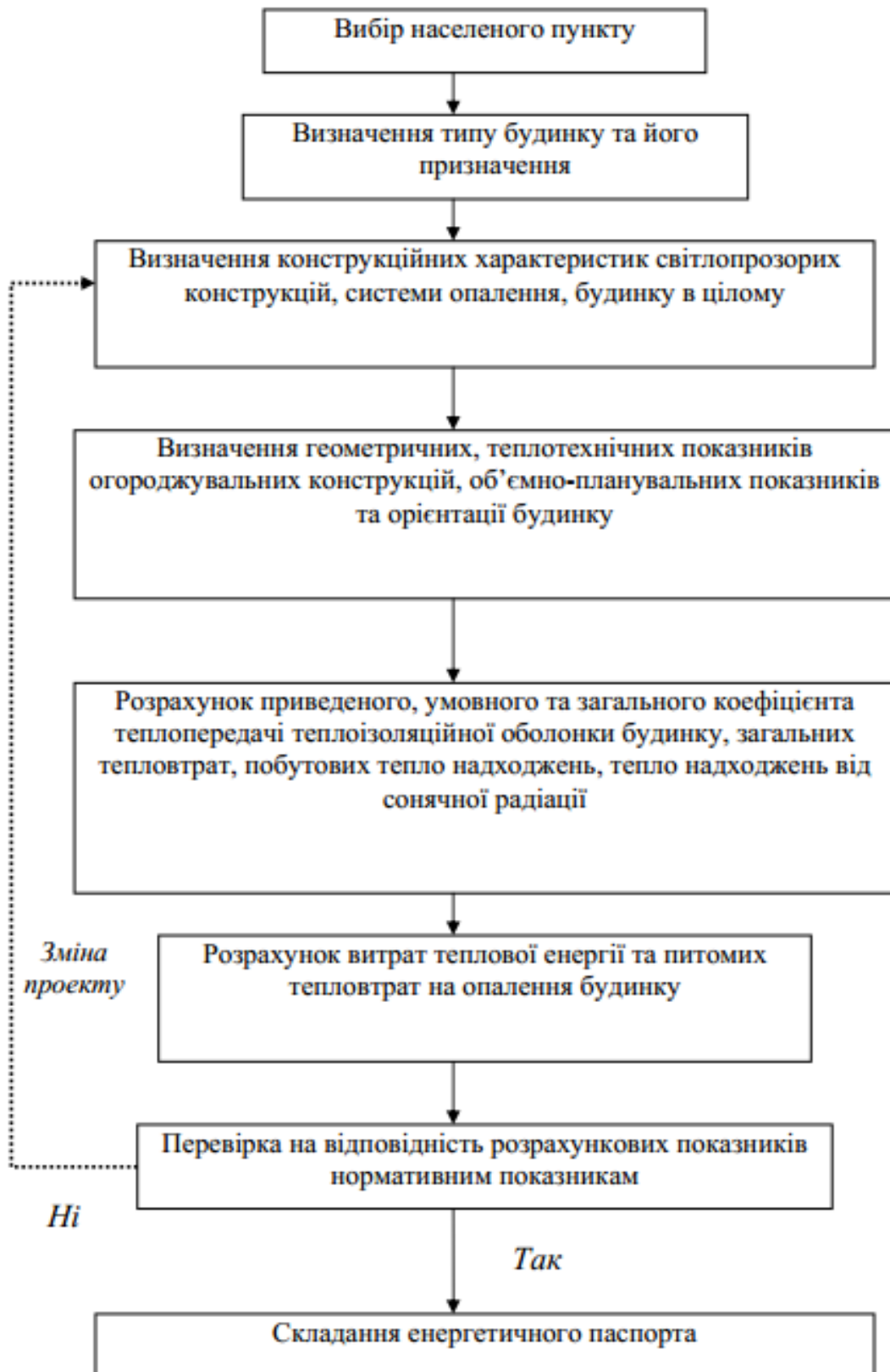


Рисунок 2.1 – Алгоритм послідовності розрахунку параметрів енергетичного паспорта

РОЗДІЛ 3 ПРИКЛАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

3.1 Обчислення витрат енергії на опалення, охолодження та постачання гарячої води для житлового будинку.

Приклад розроблено відповідно до вимог ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 та ДСТУ Б EN ISO 13790.

Мета розрахунку полягає у наданні прикладу використання основних вхідних даних та рівнянь цього стандарту для обчислення енергоспоживання при опаленні, охолодженні та ГВП. Цей приклад не призначений для сертифікації енергоефективності відповідно до нормативних вимог. Таким чином, він не включає оцінку відповідності нормативним вимогам і не проведено аналізу наявності помилок.

Опис будівлі: житловий будинок у м. Києві, односекційний, 25 поверхів, технічне підпілля та холодне горище. Загальна кількість квартир - 124. Загальна висота будинку 72,8 м, а висота типового поверху - 2,8 м.

У будинку одна сходові клітка та три підйомних ліфти. Орієнтація будівлі - за основними напрямками (фасад будівлі з головним входом, орієнтований на північ).

Зонування будівлі при розрахунку не проводиться, розрахунок виконується однозонний. Кондиціонована площа будівлі - 11855 м².

Характеристики теплопередачі трансмісії взяті такими, що відповідають нормативам ДБН В.2.6-31. Значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією визначені як для режиму опалення, так і для режиму охолодження.

Таблиця 3.1 – Площі зовнішніх огорожень будинку

Ч.ч.	Вид огорожувальної конструкції	Загальна площа, м ²
1	Зовнішні стіни	7330
2	Суміщене покриття	60
3	Перекрыття холодного горища	415
4	Перекрыття над техпідпіллям	475
5	Світлопрозорі конструкції, в т.ч. (світлопрозорі конструкції, що знаходяться за зашкеленими балконами та лоджіями), орієнтовані на:	940 (497,5)
	- північ;	392,5 (160)
	- схід;	-
	- південь;	547,5 (337,5)
	- захід	-
6	Вхідні двері в будинок	10

У розрахунках теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічної ізоляції не враховувався.

Коефіцієнти теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми визначались з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Вплив теплопровідних включень у даному прикладі визначався шляхом додавання до значення коефіцієнтів теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій додаткової складової.

Рішення щодо врахування термічного впливу теплопровідних включень шляхом збільшення значення коефіцієнтів теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій на додаткову складову обумовлено метою даного прикладу.

Для проектних розрахунків та для цілей енергетичної сертифікації і документування дотримання будівельних норм, врахування термічного впливу теплопровідних включень необхідно здійснювати згідно з вимогами через лінійні та точкові коефіцієнти теплопередачі теплопровідних включень.

Таблиця 3.2 – Характеристики теплопередачі трансмісією

№	Вид огорожувальної конструкції	A_i , м ²	R_{Σ} , м ² /Вт	U , Вт/(м ² ·К)	$\Delta U_{tb\Sigma}$, Вт/(м ² ·К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{x,H}$, Вт/К	$H_{x,C}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	7330	3,3	0,30	0,15	1	1	3321	3321
2	Суміщене покриття	60	5,35	0,19	0,15	1	1	20	20
3	Перекриття холодного горища	415	4,95	0,20	0,15	0,9	0	135	0
4	Перекриття над техпідпіллям	475	1,0	1,0	0	1	1	233	233
5	Світлопрозорі конструкції	442,5	0,75	1,33	-	1	1	590	590
6	Світлопрозорі конструкції за заксленими балконами та лоджіями	497,5	0,75	1,33	-	0,85	1	564	663
7	Вхідні двері	10	0,5	2,0	-	1	1	20	20

$$H_{tr,adj,H} = H_D + H_q + H_u + H_A = 3321 + 20 + 135 + 233 + 590 + 564 + 20 = 4882 \text{ Вт/К}.$$

$$H_{tr,adj,C} = H_D + H_q + H_u + H_A = 3321 + 20 + 135 + 233 + 590 + 663 + 20 = 4847 \text{ Вт/К}.$$

Сумарна теплопередача трансмісією розрахована і подана в таблиці 3.5 для режиму опалення та в таблиці 3.6 для режиму охолодження. Характеристики теплопередачі вентиляцією також враховані.

Для розрахунку прийнято, що система вентиляції житлового будинку відповідає вимогам ДБН В.2.5-67 і передбачає наявність засобів для регулювання за потребою у системах механічної загальнообмінної вентиляції. Технічний принцип забезпечується підключенням системи живлення витяжного вентилятора у санвузлі до вимикача освітлення: вентилятор працює тільки за наявності людей у даному приміщенні (включення світла) та вимикається за їх відсутності (виключення світла). У

кухні витяжний вентилятор підключений до системи керування, яка спрацьовує за сигналом датчика концентрації CO₂.

Величина повітрообміну при вентиляції, включаючи інфільтрацію, прийнята на рівні мінімального значення кратності повітрообміну для багатоквартирних житлових будинків і складає 0,8 год⁻¹ (0,8 = 0,64 год⁻¹). Наявність теплоутилізаційних установок в системі вентиляції будівлі не передбачено. Додаткова складова вентиляції за рахунок природного охолодження та нічної вентиляції протягом періоду охолодження прийнята на рівні 20% від загальної величини повітрообміну приміщень.

Центрального попереднього підігріву та охолодження вентиляційного повітря не передбачено. Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією становлять:

- для опалювального періоду $H_{ve\ adj, n} = 6023$ Вт/К;
- для періоду охолодження $H_{ve\ adj, c} = 7227$ Вт/К.

Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно з формулами (22) та (23) ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015 для кожного місяця і подана в таблиці 3.5 для режиму опалення та в таблиці 3.6 для режиму охолодження.

Щодо внутрішніх теплонадходжень, враховані наступні теплонадходження: внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення. Згідно з методикою стандарту, загальна сумарна величина усередненого теплового потоку приймається згідно з таблицею 6 [22] і становить $\Phi_{int} = 5,8$ Вт/м². Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця подані в таблиці 3.4. Наведені значення розраховані за формулою (35) [22] з урахуванням графіка використання згідно з таблицею 6 та характеристиками періоду невикористання згідно з таблицею 7 [22].

Характеристики сонячних теплонадходжень враховуються за допомогою світлопрозорих конструкцій, розташованих лише на північному та південному фасаді будинку. Середньомісячна сонячна радіація на ці площини визначена згідно з додатком А [22] і наведена в таблиці 3.4.

Світлопрозорі конструкції, що використовуються для засклення будинку, представлені віконними та балконними блоками на основі ПВХ-профілів із заскленням двокамерними склопакетами з енергозберігаючим покриттям на внутрішньому склі. Для цього типу скління коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії при нормальному куті падіння становить $g_n = 0,58$.

Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорою частиною визначається за формулою (39) [22] і становить $g_{gi} = 0,9 \cdot 0,58 = 0,52$.

Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними складає:

- на північному фасаді - $A_{wnH} = 392,5 \text{ м}^2$;
- на південному фасаді - $A_{wnD} = 547,5 \text{ м}^2$.

Частка обрамлення приймається згідно з 11.4.3 [22] і становить $F_f = 0,3$.

В якості рухомих засобів затінення передбачено використання білих венеціанських жалюзі зсередини вікон низької ефективності (понижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 [22] дорівнює 0,45).

Відповідно понижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення визначається за формулою (41) [22].

При цьому $g_{gl+sh} = 0,52 \cdot 0,45 = 0,23$, а коефіцієнт затінення f_{sh} визначається згідно з таблицею 11 [22] для відповідного місяця та відповідного напрямку.

Тоді, $F_{sh gl}$ становить:

Місяць	$F_{sh gl}$	
	Пн	Пд
Червень	0,95	0,85
Липень	0,96	0,79
Серпень	0,98	0,80

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

Понижувальний коефіцієнт затінення зовнішніми перешкодами визначається згідно з 11.4.2 [22]. При цьому прийнято, що будівля затінюється тільки від власних елементів, таких як звиси та ребра.

Кут затінення від звисів $\alpha = 30^\circ$ (згідно з рисунком 3а [22]), кут затінення від ребер зліва та справа становить $\beta = 40^\circ$ (згідно з рисунком 3 б,в [22]).

Згідно з таблицями 13, 14-1, 14-2, [22] поправочні коефіцієнти затінення становлять:

Наменування	Опалювальний період		Період охолодження	
	$\underline{P_n}$	P_d	$\underline{P_n}$	P_d
F_{ov}	0,88	0,96	0,89	0,66
$F_{fi\ n\ left}$	0,95	0,95	0,86	0,97
$F_{fi\ n\ right}$	0,95	0,95	0,96	0,85

Еквівалентна площа інсоляції вікон A_{solw} з урахуванням понижувальних коефіцієнтів затінення зовнішніми перешкодами F_{sh} розрахована за формулою (38) [22] та наведена в таблиці 3.3. Непрозорі елементи, які піддаються інсоляції, включають зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівлю.

Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

- на північному фасаді - $A_{Пн} = 3100\ m^2$;
- на східному фасаді - $A_{Сх} = 865\ m^2$;
- на південному фасаді - $A_{Пд} = 2500\ m^2$;
- на західному фасаді - $A_{Зх} = 865\ m^2$;
- покриття - $A_{пк} = 60\ m^2$.

Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів A_{S01} розрахована з використанням формули (40) [22] і представлена в таблиці 3.3. У цьому контексті, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною визначається відповідно до таблиці 10, де $s_{,nп} = 0,4$ для кремової штукатурки та $s_{,nК} = 0,9$ для руберойду.

Теплове випромінювання в атмосферу від непрозорих елементів розраховується відповідно до вимог 11.5 [22], враховуючи коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом. Результати цих розрахунків представлені в таблиці 3.3.

Загальний тепловий потік від сонячних теплонадходжень обчислюється за допомогою формули (35) [22] і подається в таблиці 3.3. Теплонадходження від сонця до будинку розраховуються за формулою (36) [22] і вказані в таблиці 3.4.

Динамічні параметри, такі як сумарна теплопередача та теплові надходження, розраховані згідно з формулами (7) та (8) [22], і представлені в таблиці 3.5 для режиму опалення та в таблиці 3.6 для режиму охолодження.

Часова константа будівлі, яка відображає внутрішню теплову інерцію, визначається відповідно до формули (56) [22] і зазначена в таблиці 3.7.

Будівля є важкою, відповідно згідно з таблицею 15 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить $C = 80 \text{ Вт} \cdot \text{год}/(\text{м}^2 \text{ К})$.

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно з формулою (58) [22] і становить: $C_m = 80 \cdot 11855 = 948400 \text{ Вт} \cdot \text{год}/\text{К}$.

Часова константа будівлі розраховується за формулою (56) [22] і становить:

- для режиму опалення:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{948400}{4882 + 6023} = 87 \text{ год};$$

- для режиму охолодження:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj} + H_{ve,extra,adj}} = \frac{948400}{4847 + 7227} = 79 \text{ год}.$$

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\Pi_{H,qr}$, розрахований для кожного місяця згідно з формулами (46) - (49) [22] на

основі співвідношення надходжень втрат теплоти H і числового параметра γ_n , наведений у таблиці 3.5.

Безрозмірний числовий параметр a_n визначається за формулою (50) і становить:

$$a_n = a_{n,0} + \frac{\tau}{\tau_{n,0}} = 1 + \frac{87}{15} = 6,8 .$$

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження $\eta_{c,ls}$, розрахований для кожного місяця згідно з формулами (51) - (54) [22] на основі співвідношення надходжень і втрат теплоти C і числового параметра γ_c , наведений у таблиці 3.6.

Безрозмірний числовий параметр a_c визначається за формулою (55) [22] і становить:

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau}{\tau_{c,0}} = 1 + \frac{79}{15} = 6,2 .$$

Температурний режим опалення для будівлі визначено за допомогою формули (1) [22], враховуючи задані розрахункові температури повітря у внутрішніх приміщеннях, встановлені згідно з ДБН В.2.2-15. Зазначена температура становить $\theta_{int,Hset} = 19,1$ °С.

Температурний режим охолодження прийнято з таблиці 16, і визначена температура складає $\theta_{int,C,set} = 26$ °С.

Таблиця 3.3 – Елементи сонячних теплонадходжень Asd , m^2

Місяць року	Параметр									
	$A_{sol} \cdot F_{sh}, m^2$		A_{sol}, m^2					$A_{sol,w} \cdot F_{sh} \cdot I_{sol},$ Вт	$\Phi_r \cdot F_r, \text{Вт}$	$\Phi_{sol}, \text{Вт}$
	Пн	Пд	Пн	Сх	Пд	Зх	Гор.			
Січень	138	183	16	4	13	4	0,4	11999	2496	9503
Лютий	138	183	16	4	13	4	0,4	17760	2496	15264
Березень	138	183	16	4	13	4	0,4	23591	2496	21095
Квітень	138	183	16	4	13	4	0,4	24758	2496	22262
Травень	134	143	16	4	13	4	0,4	25171	2496	22675
Червень	127	122	16	4	13	4	0,4	23583	2496	21087
Липень	128	114	16	4	13	4	0,4	22234	2496	19738
Серпень	131	115	16	4	13	4	0,4	20279	2496	17783
Вересень	134	143	16	4	13	4	0,4	20944	2496	18448
Жовтень	138	183	16	4	13	4	0,4	17978	2496	15482
Листопад	138	183	16	4	13	4	0,4	9496	2496	7000
Грудень	138	183	16	4	13	4	0,4	8379	2496	5883

Таблиця 3.4 – Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр									
	$\theta_e, ^\circ\text{C}$	$t, \text{год}$	$I_{sol, \text{Пн}},$ Вт/м ²	$I_{sol, \text{Сх}},$ Вт/м ²	$I_{sol, \text{Пд}},$ Вт/м ²	$I_{sol, \text{Зх}},$ Вт/м ²	$I_{sol, \text{гор}},$ Вт/м ²	$Q_{sol},$ кВт·год	Q_{int} кВт·год	
Січень	-4,7	744	13	21	50	22	32	7070	34104	
Лютий	-3,6	672	24	36	70	38	59	10258	30804	
Березень	1,0	744	35	58	90	61	101	15694	34104	
Квітень	9,0	720	39	77	92	73	149	16029	33004	
Травень	15,2	744	56	104	101	99	211	16870	34104	
Червень	18,3	720	67	111	96	105	228	15183	33004	
Липень	19,8	744	61	108	98	104	220	14685	34104	
Серпень	19,0	744	40	93	106	89	185	13230	34104	
Вересень	13,9	720	29	70	102	66	130	13283	33004	
Жовтень	8,1	744	19	38	75	37	71	11519	34104	
Листопад	1,9	720	11	17	39	17	31	5040	33004	
Грудень	-23	744	9	14	35	15	22	4377	34104	

Енергопотреба для опалення розрахована для кожного місяця відповідно до формули (3) [22] і представлена в таблиці 3.5. Енергопотреба для

Значення в таблицях наведені з урахуванням примітки до 14.1 [22].

Щорічні енергопотреби для опалення та охолодження будівлі розраховані згідно з формулою (65) [22].

Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження визначено відповідно до 15.3.3 [22] для I температурної зони України, і складає 4500 годин для опалювання та 740 годин для охолодження [22].

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення описано як двотрубна система з автоматичними регуляторами перепаду тиску на горизонтальних вітках із більше ніж вісімма опалюваними приладами.

В якості опалювальних приладів використовуються секційні радіатори з терморегуляторами (П-регулювання з точністю 2 К), розташовані біля зовнішніх стін під вікнами з радіаційним захистом.

Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення розраховані для кожного місяця за формулою (79) [22] і наведені в таблиці 3.7., при цьому:

$f_{hydr} = 1,01$ - згідно з таблицею 18;

$f_{jm} = 0,98$, $f_{rad} = 1,0$ - згідно з 15.4.2.3 [22];

$H_{sfr} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2 = (0,93 + 0,88)/2 = 0,905$ - згідно з таблицею 17 та формулою (81) [22];

$ctr = 0,93$, $\eta_{em\delta} = 1,0$ - згідно з таблицею 17 [22];

$\eta_{em} = 0,86$ _ згідно з формулою (80) [22].

Згідно з 15.4.3.4 [22], додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення в розрахунках не враховується.

Енергію входу, необхідну для підсистеми тепловіддачі/виділення, розраховано для кожного місяця за формулою (87) [22].

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.7.

Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення.

Тепловтрати підсистеми розподілення розраховуються для кожного місяця за допомогою формули (88) і представлені в таблиці 3.8. Загальні тепловтрати включають суму тепловтрат різних типів трубопроводів: L_v

(розподільні, що розташовані в некондиціонованому технічному підпіллі), L_a (горизонтальні вітки) та L_s (стояки). Зазначено, що ці трубопроводи мають теплоізоляцію, товщина якої приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів.

Довжина трубопроводів відповідного типу визначається згідно з А.3 ДСТУ Б EN 15316-2-3 за спрощеною методикою:

$$L_v = 2 L_l + 0,0325 \cdot L_l \cdot L_w + 6 = 2 \cdot 32,4 + 0,0325 \cdot 32,4 \cdot 18 + 6 = 90 \text{ м};$$

$$L_s = 0,025 \cdot L_l \cdot L_w \cdot h_{lev} \cdot N_{lev} = 0,025 \cdot 32,4 \cdot 18 \cdot 2,8 \cdot 25 = 1020 \text{ м};$$

$$L_a = 0,55 \cdot L_l \cdot L_w \cdot N_{lev} = 0,55 \cdot 32,4 \cdot 18 \cdot 25 = 8019 \text{ м},$$

де L_l , L_w - довжина та ширина будівлі відповідно, м;

h_{lev} - висота поверху, м;

N_{lev} - кількість поверхів.

Запірно-регулювальна арматура, використовувана для системи, є теплоізолюваною, згідно з 15.5.2.3.1 [22].

При розрахунках тепловтрат, додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення, не враховані.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі для трубопроводів визначені за таблицею 24 [22] і складають: $\psi_{L_v} = 0,2 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, $\psi_{L_s} = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, $\psi_{L_a} = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Середня температура теплоносія становить $\theta_m = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ (температурний графік 80/60). Температура навколишнього середовища складає: для кондиціонованого об'єму $\theta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ та $\theta = 13 \text{ }^\circ\text{C}$ для техпідпілля.

Середня температура теплоносія в зоні упродовж i -го місяця m визначається згідно з температурним графіком регулювання теплоносія залежно від погодних умов за середньомісячною температурою зовнішнього середовища відповідного місяця (таблиця А.2 додатка А) [22]. Для цього на температурному графіку в межах температур початку/закінчення опалювального періоду будується графік середніх температур теплоносія.

Середня температура теплоносія для температурного графіка 80/60 при зовнішній температурі повітря найхолоднішої п'ятиденки мінус 22 °С становить $\theta_t = 70$ °С (початок графіка). Середня температура теплоносія упродовж і-го місяця, наприклад, січня (для Києва - мінус 4,7 °С), складає $Q_{m,i} = 51$ °С.

Години опалення $t_{op,an}$ визначаються з урахуванням таких спрощень: з листопада по березень опалення неперервне, в жовтні та квітні - тривалість годин опалення становить половину тривалості відповідного місяця. Визначення утилізованих та неутилізованих тепловтрат підсистем розподілення здійснюється за методикою відповідно до 15.5.3 [22].

Неутилізаційні тепловтрати - тепловтрати трубопроводів в техпідпіллі (типу Lv).

Розрахунок неутилізаційних тепловтрат здійснюється згідно з 15.5.2 [22], результати розрахунків наведені в таблиці 3.8.

Утилізаційні тепловтрати - тепловтрати трубопроводів в опалюваній частині будинку (типу LA та Ls).

Розрахунок утилізаційних тепловтрат здійснюється згідно з 15.5.2, результати розрахунків наведені в таблиці 3.8.

Утилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (91) [22], результати розрахунків наведені в таблиці 3.8.

Неутилізовані тепловтрати розраховуються згідно з формулою (92) [22], результати розрахунків наведені в таблиці 3.8. Енергію входу, необхідну для підсистеми розподілення, розраховують для кожного місяця за формулою (93) [22].

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Розрахунок енергоспоживання при опаленні

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	151929	21475	156224	176596	7358	183954
Лютий	125295	17710	128838	147241	6135	153376
Березень	97077	13722	99827	120243	5010	125253
Квітень	31000	4382	31928	42585	1774	44359
Травень	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0
Жовтень	43860	6200	45126	55595	2316	57912
Листопад	97012	13713	99756	119482	4978	124460
Грудень	136773	19333	140640	161012	6709	167720
Всього за рік	682945					857035

Таблиця 3.8 – Значення енергетичних потоків в підсистемі розподілення

Місяць року	Параметр						
	$Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrvd}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in}$, кВт·год
Січень	156224	131469	763	130706	111098	20372	176596
Лютий	128838	118746	689	118057	100343	18404	147241
Березень	99827	131469	763	130706	111053	20416	120243
Квітень	31928	63614	369	63245	52958	10656	42585
Травень	0	0	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0	0	0
Жовтень	45126	65735	382	65353	55265	10470	55595
Листопад	99756	127228	739	126490	107502	19726	119482
Грудень	140640	131469	763	130706	111097	20372	161012

Значення додаткової енергії для підсистеми розподілення визначають відповідно до даних, представлених у таблиці 26 [22].

Додаткова енергія, витрачена в підсистемі розподілення, використовується для операції циркуляційних, змішувальних та циркуляційно-змішувальних насосів, кількість яких становить 12 одиниць. Регулювання швидкості обертання насосів відбувається для забезпечення змінного перепаду тиску (p_{var}). Використовуються генератори із стандартним об'ємом води.

Враховуючи постійний режим опалення (без чергових режимів), коефіцієнт f_{jm} дорівнює 1,0. Отже, W_{Hdjs} аухап, яке представляє собою річне енергоспоживання при опаленні підсистеми виробництва/генерування теплоти, розраховано за формулою $250 \cdot 12 \cdot 4500 / 5000$, і становить 2700 кВт•год/рік.

Загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування теплоти дорівнює енергії входу в підсистему розподілення, згідно з формулою (94) [22].

Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти визначаються для кожного місяця за формулою (95) [22] і представлені в таблиці 3.7. При цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнята згідно з таблицею 27 [22] для випадку централізованого теплопостачання з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіка і коригуванням в ІТП за погодними умовами, $P_{н.дел} = 96 \%$.

Загальне енергоспоживання при опаленні обчислено для кожного місяця за формулою (96) і представлено в таблиці 3.7. Річне енергоспоживання при опаленні будівлі розраховане згідно з формулою (97) і представлено в таблиці 3.7.

Питоме енергоспоживання будівлі при опаленні складає 72,3 кВт•год/м².

Результати на річній основі представлені в таблиці 3.9.

Річна кількість додаткової енергії для опалення визначена відповідно до формули (99) [22], і її результати на річній основі також подані в таблиці 3.9.

Щодо загального енергоспоживання при охолодженні, проект передбачає використання індивідуальних

настінних холодильних машин - кондиціонерів класу енергоефективності А. Враховуючи формулу (103) [22] і відсутність підсистеми розподілення для системи охолодження, загальна енергія виходу з системи охолодження визначається за формулою (109). З урахуванням відсутності підсистеми розподілення маємо:

$$(Q_{c,dis,in} = Q_{c,nd}): Q_{c,gen,out} = Q_{c,disjn}$$

$$Q_{c,ac} = 8497/0,99 = 8583 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховуються за формулою (110) [22]. При цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування визначена згідно з таблицею 31 [22] і становить $Q_{c,gen} = 2,25$.

Загальне енергоспоживання при охолодженні визначено формулою (111) [22]:

$$Q_{c,use} = Q_{c,gen,out} + Q_{c,gen,ls} = 8583 - 4768 = 3814 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Питоме енергоспоживання будівлі при охолодженні становить 0,3 кВт год/м². Результати на річній основі представлені в таблиці 3.9.

Додаткова енергія при охолодженні. Додаткову енергію для підсистеми тепловіддачі/виділення визначено згідно з формулою (102):

$$W_{C,em,aux} = f_{C,em,aux} \cdot Q_{C,gen,out} \cdot t_{C,op} / 1000 = 0,06 \cdot 8583 \cdot 740 / 1000 = 381 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Ураховуючи відсутність підсистеми розподілення, обчислення річної кількості додаткової енергії для охолодження проведено за допомогою формули (112).

$$W_{C,aux,an} = W_{C,em,aux} + W_{C,dis,aux,an} = 381 + 0 = 381 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Результати на річній основі представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Звіт за результатами розрахунків

Енергетичні послуги	Енергоспоживання, кВт·год	Енергоносії								
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодopостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані* Інші, що виробляються на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення	682945								
	Енергопотреба для центрального попереднього підігріву вентиляційного повітря									
	Енергоспоживання при опаленні					857035				
	Енергоспоживання при центральному попередньому підігріві									
	Додаткове енергоспоживання при опаленні							2700		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому підігріві									
	Загальне енергоспоживання при опаленні					857035		2700		
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (в т.ч. осушення повітря)	8497								
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (в т.ч. осушення повітря)									
	Енергоспоживання при охолодженні (в т.ч. осушення повітря)							3814		
	Енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні (в т.ч. осушення повітря при попередньому охолодженні)									
	Додаткове енергоспоживання при охолодженні							381		
	Додаткове енергоспоживання при центральному попередньому охолодженні									
	Загальне енергоспоживання при охолодженні							4195		
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря									
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти							22696		
	Загалом енергоспоживання при вентиляції (в т.ч. зволоження повітря)							22696		
ГВП	Енергопотреба ГВП	237100								
	Енергоспоживання ГВП					751797				
	Додаткове енергоспоживання ГВП							3504		
	Загальне енергоспоживання ГВП					751797		3504		
Освітлення	Енергоспоживання при освітленні									
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами									
Загалом		928542				1608832		33095		

3.2 Контроль теплозахисту для виявлення будівельних дефектів

У процесі введення будинків в експлуатацію та під час їх будівництва нові стандарти вимагають проведення тепловізійного контролю для оцінки якості теплозахисту та виявлення будівельних дефектів. Це обов'язкове заходження, яке спрямоване на виявлення термічних аномалій на поверхнях огороджуваних конструкцій для подальшого усунення при будівельних роботах. Тепловізійний контроль визначається інтенсивністю теплового випромінювання поверхонь конструкцій, фіксуючи їх температуру за допомогою тепловізора у вигляді термограми. Об'єктом контролю є як зовнішні, так і внутрішні поверхні огороджуваних конструкцій.

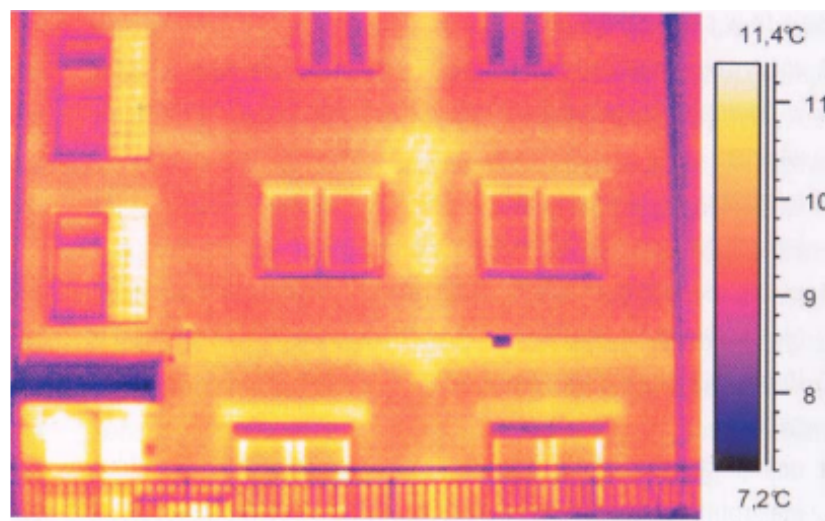
Загальний тепловізійний контроль здійснюється для виявлення аномальних зон, а далі проводиться вибірковий енергоаудит будівель. Цей енергоаудит включає послідовні заходи для збору фактичних даних, обробку і визначення нормалізованих значень енергетичної ефективності та теплозахисних властивостей будівлі. Важливо проводити енергоаудит не раніше, ніж під час другого опалювального періоду при заселеності не менше 70%. Результатом енергоаудиту є визначення класу енергетичної ефективності будівлі.

Ці нові норми стимулюють виробництво прогресивних будівельних матеріалів на рівні світових стандартів, зокрема, високоякісних стінових та теплоізоляційних матеріалів, енергозберігаючих огороджуваних конструкцій та енергоефективних вікон. Це сприяє підвищенню зайнятості населення, зменшенню енергоспоживання та покращенню теплового комфорту у приміщеннях, знижуючи залежність внутрішнього середовища будинків від аварійних та екстремальних ситуацій.

З впровадженням цих норм Україна переходить до створення енергоефективних будівель, що має безпосередній вплив на зниження енергоспоживання та витрат палива.

Однією з ключових складових енергетичного аудиту є тепловізійний контроль, який дозволяє виявляти будівельні дефекти та термічні неоднорідності, що виникають під час будівництва. Це надає можливість вчасно усувати проблеми та забезпечувати високу якість теплоізоляції.

У цілому, нові стандарти є кроком до створення сучасних, енергоефективних та стійких до зовнішніх впливів будівель, що сприятиме покращенню якості життя та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.



а

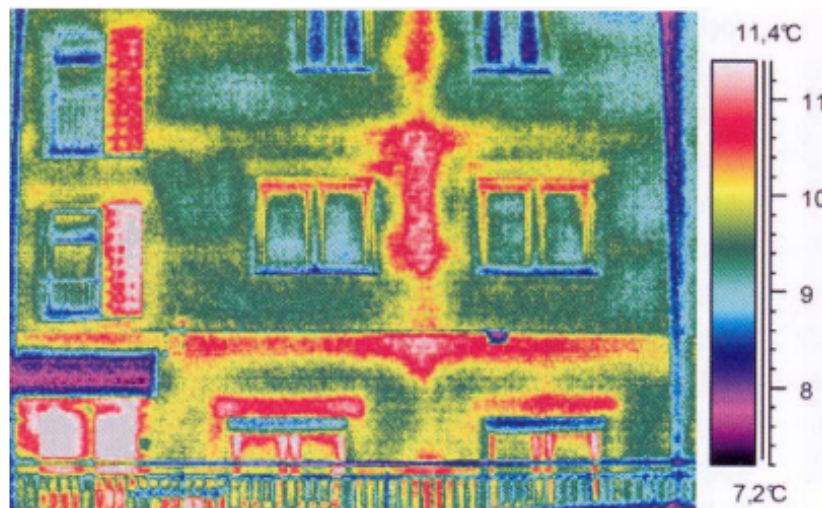


Рисунок 3.1 – Термограми огорджуючих конструкцій

3.3 Рекомендації щодо визначення технічних параметрів енергетичної ефективності будівель

Вхідні дані для розрахунків енергетичної ефективності будівель та вимоги до процедури збору та обробки інформації про фактичні чи проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем визначаються відповідно до норм, визначених в частині восьмій статті 7 Закону України "Про енергетичну ефективність будівель".

Для визначення енергетичної ефективності громадських будівель обов'язковим є розрахунок питомого енергоспоживання на освітлення. При цьому важливо враховувати наступні аспекти:

1. Місцеві кліматичні умови. Визначаються відповідно до розділів 5, 6, 7, 9 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія" та додатку А ДСТУ Б А.2.2-12:2015 "Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, освітленні та гарячому водопостачанні" (ДСТУ Б А.2.2-12).

2. Функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі. Визначається згідно з проектною документацією або результатами технічної інвентаризації, або паспортом об'єкта, який складається відповідно до Порядку проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва, затвердженого Кабінетом Міністрів України постановою від 12 квітня 2017 року № 257.

3. Геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс. Визначаються згідно з проектною документацією відповідно до вимог розділу 4 ДСТУ Б А.2.2-8:2010 "Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів" або паспортом будівлі.

У випадку відсутності необхідної проектної документації, характеристики будівлі визначаються на підставі виявлення фактичного стану будівлі, дотримуючись вимог розділів 6, 7 та 9 ДСТУ Б EN 15603:2013 "Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки" (EN 15603:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN 15603), розділу 4 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 "Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції" (далі - ДСТУ Н Б А.2.2-5), розділів 5 та 7 ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 "Енергетична ефективність будівель. Настава з проведення енергетичної оцінки" (далі - ДСТУ-Н Б А.2.2-13), та ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 "Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження" (EN ISO 13790:2008, IDT) (далі - ДСТУ Б EN ISO 13790).

4. Санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови в приміщеннях будівлі визначаються відповідно до нормативно-технічних документів, залежно від призначення будівлі. Розрахункові показники мікроклімату та критерії локального теплового комфорту можуть бути визначені згідно з відповідними розділами та додатками до ДСТУ Б EN 15251:2011 "Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель" та ДСТУ Б EN ISO 13790.

5. Термін експлуатації огорожувальних конструкцій, їх елементів, обладнання та інженерних систем встановлюється відповідно до положень ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель", ДСТУ Б В.2.6-35:2008 "Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком" та інших відповідних нормативно-технічних документів.

6. Технічні характеристики інженерних систем визначаються відповідно до проектної документації або паспорту об'єкта. У випадку відсутності необхідної документації, вказані характеристики визначаються при виявленні фактичного стану будівлі.

7. Використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, отриманої через когенерацію, і їх вплив на енергоефективність будівель розглядається згідно з розділами 14, 15 ДСТУ Б А.2.2-12, розділами 11, 14 та додатком Е до ДСТУ Б EN ISO 13790, додатком G до ДСТУ Б EN 15603.

8. Енергетична паспортизація є обов'язковою умовою для забезпечення енергоефективності будівель. Енергетичний паспорт повинен включати три аспекти: підтвердження відповідності проекту нормативам, контроль енергоефективності під час експлуатації та стимулювання власників для зниження енергоспоживання. Крім того, цей документ має підтверджувати енергетичну ефективність будівлі при оцінці її вартості на ринку нерухомості.

Енергетичний паспорт будинку складається проектними організаціями, які мають відповідні ліцензії, на різних етапах будівництва та експлуатації будівлі:

1. Під час розробки проекту.

На етапі "Робочий проект" або "Робоча документація" в залежності від складності будівлі.

2. Під час здачі об'єкту в експлуатацію.

З урахуванням відхилень від первинних проектних рішень, що були узгоджені під час авторського нагляду над будівництвом. При цьому враховуються дані технічної документації, такі як виконавчі креслення, акти на приховані роботи, паспорти, довідки, які надаються приймальними комісіями та інші.

3. Під час експлуатації будівлі.

Підсумки поточних і цільових перевірок дотримання теплотехнічних характеристик та інженерних систем. Цей контроль виконується Державною архітектурно-будівельною інспекцією, робочими комісіями та іншими зацікавленими органами. У випадку виявлення відхилень від проекту або відсутності технічної документації може вимагатися експертиза.

4. Під час експлуатації, вибірково:

Після річної експлуатації будівлі проводиться енергетичний аудит, який здійснюють ліцензовані організації та установи.

5. Під час експлуатації, обов'язково.

Після завершення терміну ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки будинку та його елементів.

6. Під час експлуатації, обов'язково

Після порушень умов експлуатації будівлі, які призводять до ушкоджень конструкцій, в тому числі тих, які захищають.

Енергетична паспортизація передбачає привласнення будинку відповідного класу енергетичної ефективності.

3.4 Розділ енергоефективність та енергетичні показники будівель у складі проектної документації

В розділі "Енергоефективність" згідно [10] необхідно включати основні дані, проектні рішення та обґрунтування розрахунками, а саме:

Загальні кліматичні дані згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:

- розрахункові кліматичні характеристики району будівництва (кліматична та температурна зона);
- розрахункові температури та добові амплітуди коливання температури зовнішнього повітря;
- дати переходу добової температури повітря через 8° С та 10° С;
- тривалість опалювального періоду і середня температура за опалювальний період;
- середня місячна відносна вологість;

- максимальна/мінімальна швидкість вітру у січні/липні з повторюваністю більше ніж 16%;
- максимальне й середнє значення сонячної радіації, що надходить на горизонтальну та вертикальну західної орієнтації поверхню;
- середньомісячні дози сонячної радіації осередненої для однієї години, що надходить на горизонтальну та вертикальні поверхні.

Загальні характеристики будівлі (об'єкта проектування):

- функціональне призначення, стислий опис об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі;
- кондиціонована (опалювана) площа, кондиціонований (опалюваний об'єм), розрахункові параметри мікроклімату, поділ будівлі на теплові зони;
- конструктивні та розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів та елементів огорожувальних конструкцій;
- площі та орієнтації конструктивних елементів зовнішньої теплоізоляційної оболонки та внутрішніх огорожень;
- розрахунки значень приведенного опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних та внутрішніх конструкцій;
- різниці температур між температурою внутрішнього повітря і приведеними температурами внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожень;
- оцінка теплостійкості огорожень за літніх умов та зимовий період;
- оцінка показника теплосвоєння підлог опалюваних поверхів та перекриттів, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами.

Використовуючи [10], слід детально вказати основні параметри та характеристики, які визначають енергетичну ефективність будівлі.

Інформація щодо інженерних систем опалення, охолодження, гарячого водопостачання, вентиляції та освітлення включає в себе такі аспекти:

1. Використання альтернативних та відновлювальних джерел енергії:
 - застосування та характеристики альтернативних джерел енергії;

- використання відновлювальних джерел енергії в інженерних системах будівлі.

2. Класи енергетичної ефективності технічного оснащення, автоматизації, моніторингу й управління:

- Визначення класів енергетичної ефективності за стандартом ДСТУ EN 15232-1.

3. Розрахунки енергетичних характеристик будівлі включають:

- Трансмісійні та вентиляційні тепловитрати.
- Теплонадходження від сонячної радіації та внутрішніх джерел енергії.
- Енергопотребу на опалення, охолодження та гаряче водопостачання.
- Енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні.

- Використання первинної енергії.

- Маса викидів CO₂ (парникових газів).

- Встановлений клас енергетичної ефективності будівлі.

4. Зведені характеристики, за формами додатків В, зазначені у [10].

При реконструкції та капітальному ремонті, включаючи термомодернізацію, розділ "Енергоефективність" розробляється відповідно до завдань на проектування. Важливо враховувати всі необхідні розрахунки та навести інформацію щодо енергетичних характеристик будівлі, загальних характеристик, інженерних мереж, та огорожувальних конструкцій, які підлягають проектуванню.

ВИСНОВКИ

В даному дослідженні підтверджено, що аналіз технічних параметрів будівель і споруд, а також розрахунок енергоефективності є ключовою складовою методики, спрямованої на вирішення актуальної проблеми раціонального використання енергоресурсів у сучасному світі. Для досягнення цілей енергозбереження можна використовувати різноманітні енергоефективні технології. Систематичний розрахунок енергоефективності дозволяє обрати оптимальні рішення для кожної конкретної ситуації.

Енергетична паспортизація будівель є необхідною умовою забезпечення їхньої енергоефективності. У процесі складання енергетичного паспорту слід враховувати три основних аспекти енергетичної ефективності будівель: відповідність проекту нормативам, моніторинг енергоефективності під час експлуатації та стимулювання власників будівель до зниження енергоспоживання. Крім того, енергетичний паспорт впливає на оцінку енергетичної якості будинку при його продажу на ринку нерухомості.

При визначенні енергетичної ефективності будівель важливо враховувати різноманітні фактори, такі як місцеві кліматичні умови, архітектурно-планувальне рішення, теплотехнічні характеристики та енергетичний баланс будівлі, мікроклімат приміщень, термін експлуатації конструкцій та інженерних систем, а також використання відновлюваних джерел енергії.

Розроблені рекомендації щодо енергетичної ефективності будівель та алгоритм послідовності розрахунку параметрів енергетичного паспорту представляють собою цінний інструмент для покращення якості будівельної сфери. Запропонований алгоритм сприяє ефективній оцінці та управлінню енергетичною ефективністю будівель, враховуючи різноманітні впливові фактори та технічні параметри.

ДОДАТКИ

Додаток 1

до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

ЗНАЧЕННЯ

сезонної ефективності виробництва/генерування теплоти

Енергоносій/послуга	Джерело теплозабезпечення	Ефективність, %		
		До 1994	1994-2008	Починаючи з 2008
1	2	3	4	5
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Стандартний котел вкл./викл.	69	70	71
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Низькотемпературний котел	74	76	78
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Конденсаційний котел	76	78	80
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Звичайний котел для житлових приміщень	71	74	77
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Котел для опалення та гарячого водопостачання	69	74	76
Природний газ або скраплений вуглеводний газ (LPG)	Газовий конвектор для житлового приміщення	63	67	71
Легкий сорт мазуту	Стандартний котел вкл./викл.	65	68	70
Легкий сорт мазуту	Стандартний котел багатоконтурний	69	72	75
Легкий сорт мазуту	Модуляційний котел	72	76	78
Легкий сорт мазуту	Низькотемпературний котел	72	75	78
Легкий сорт мазуту	Конденсаційний котел	74	77	79
Легкий сорт мазуту	Водяний котел	69	71	74
В'язкий сорт мазуту	Паровий котел	67	70	72
Чорне вугілля	Котел на в'язкому мазуті - з ручним управлінням	53	55	57

Вугілля	Котел на в'язкому мазуті - автоматичний	52	56	60
Дерев'яні пелети	Котел на біомасі - автоматичний	62	66	68
Дерев'яна щепка	Котел на біомасі - автоматизована система подачі	62	64	66
Інша біомаса	Котел на біомасі - ручне управління	52	56	60
Дерев'яні скіпки	Піч/камін з ручною подачею	48	52	54
Дерев'яні скіпки	Котел на біомасі з газифікацією s	62	66	68
Опалення	Централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110 °C зі зрізкою без коригування в ІТП*	70	70	70
Опалення	Централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком 110 °C або вище зі зрізкою без коригування в ІТП*	62	62	62
Опалення	Централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням за температурним графіком до 110 °C без зрізки без коригування в ІТП*. Централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП** без коригування за погодними умовами	86	86	86
Опалення	Централізоване тепlopостачання з постійною температурою теплоносія без коригування в ІТП*	50	50	50
Опалення	Централізоване тепlopостачання з центральним якісним регулюванням та ЦТП** з	93	93	93

	коригуванням за погодними умовами з автоматичним обмеженням витрати системи опалення кожної будівлі			
Опалення	Централізоване теплопостачання з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіка і коригуванням в ІТП* за погодними умовами	95	95	96
ГВП	Централізоване теплопостачання	95	95	96
Опалення та ГВП	Централізоване теплопостачання з тепловими пунктами квартирного типу	-	-	97
Електроенергія	Електронагрівач	99	99	99
Електроенергія	Електричний водонагрівач	98	98	98
Електроенергія	Тепловий насос - повітря-повітря, (компресор)	230	260	290
Електроенергія	Ґрунтовий тепловий насос з використанням геотермальної енергії - від ґрунту до води	320	350	390

* - індивідуальний тепловий пункт.

** - центральний тепловий пункт.

Визначення (якщо не дано інше):

- котел: комбінована котельно-масоспалювальна установка, призначена для передачі отриманої від спалювання теплоти до води чи пари. Максимальна теплопродуктивність повинна закладатися та гарантуватися виробником (виключення з цього визначення становлять установки з ручним завантаженням палива);

- стандартний котел: котел, для якого середня температура води обмежується його конструкцією;

- котел низькотемпературний: котел, який може постійно працювати з температурою води від 35° до 40 °С, за певних обставин можлива поява

конденсації, в тому числі у випадку використання конденсаційних котлів, які функціонують на рідкому паливі;

- конденсаційний котел: котел, призначений для постійної конденсації значної частини водяної пари, що знаходиться у газоподібних продуктах згорання. Котел повинен сприяти виходу конденсату з теплообмінника в рідкому стані шляхом витоку (дренажу) конденсату. Ті котли, які не призначені для забезпечення виходу конденсату в рідкому стані, або котли, які не мають засобів для забезпечення такого виходу, називають неконденсаційними;

- котел з функціями вкл./викл.: котел, який не має здатності варіювати швидкість згорання палива при постійному спалюванні палива. До таких котлів також належать котли з можливістю вибору швидкості горіння, яку задають лише в момент їх установки і називають діапазоном швидкості горіння палива;

- котел плавного регулювання: котел, який дозволяє варіювати швидкість згорання палива при постійному горінні;

- звичайний котел: котел, який не має можливості прямої подачі гарячої води до системи гарячого постачання води (некомбінований котел). Такий котел може здійснювати непряму подачу гарячої води через окремий бак акумулювання гарячої води.

Додаток 2
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

Типові значення лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ , Вт/(м·К), для
нових та існуючих будівель

	Ψ_L , Вт/(м·К), для розподільної складової системи		
	Секція L_V	Секція L_S	Секція L_A
1	2	3	4
Ізольовані відкрито прокладені трубопроводи			
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводу (будівлі побудовані після 2014 року)	0,2	0,3	0,4
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює половині зовнішнього діаметра трубопроводу (будинки побудовані у 1980-1995 роках)	0,3	0,4	0,4
Будинки побудовані до 1980 року	0,4	0,4	0,4
Неізольовані трубопроводи			
$A \leq 200 \text{ м}^2$	1,0	1,0	1,0
$200 \text{ м}^2 < A \leq 500 \text{ м}^2$	2,0	2,0	2,0
$A > 500 \text{ м}^2$	3,0	3,0	3,0
Трубопроводи, прокладені у зовнішніх стінах			
		Загальні / які утилізують ^a	
Зовнішні стіни нетеплоізольовані		1,35/0,80	
Зовнішні стіни із зовнішньою теплоізоляцією		1,00/0,90	
Зовнішні стіни нетеплоізольовані, але мають значний опір теплопередачі ($R \geq 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$)		0,75/0,55	
Примітка 1.	Для правил визначення L_V , L_S , L_A (див. рисунок1).		
Примітка 2.	A - кондиціонована площа будівлі. ^a - (загальні - загальні тепловтрати трубопроводу; які утилізують - тепловтрати трубопроводу, які утилізують).		

де L_V - довжина трубопроводу між теплогенератором та стояками. Цей (горизонтальний) трубопровід може бути розташований в неопалюваному об'ємі (підвал, горище) або в опалюваному об'ємі; L_S - довжина вертикальних трубопроводів (стояки). Ці трубопроводи можуть бути

прокладені в будь-яких опалюваних об'ємах, у зовнішніх стінах або всередині будівлі. У них завжди циркулює теплоносій; L_A - з'єднувальні трубопроводи (вузли обв'язки). У цих трубопроводах витрата теплоносія є регульованою тепловіддавальною складовою системи в опалюваних об'ємах

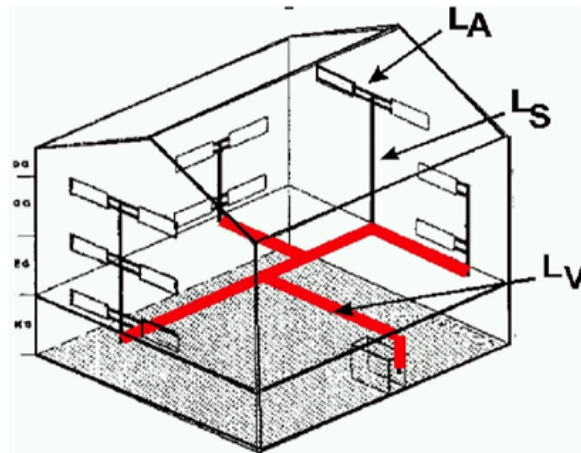


Рисунок 1 - Типи трубопроводів теплорозподільної складової системи

2. Еквівалентна довжина запірно-регулювальної арматури:

1) для врахування тепловтрат у засобах кріплення запірно-регулювальної арматури здійснюють додавання 15 % еквівалентної довжини трубопроводу. При використанні спеціальних теплоізованих засобів кріплення, опір теплопередачі яких дорівнює опору теплопередачі теплоізоляції трубопроводу, додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення, не враховують;

2) за даними проекту або вимірювань безпосередньо на місці визначають кількість елементів запірно-регулювальної арматури. Значення еквівалентної довжини запірно-регулювальної арматури, у тому числі фланці, залежно від наявності теплоізоляції наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Еквівалентна довжина запірно-регулювальної арматури

Запірно-регулювальна арматура, у тому числі фланці	Еквівалентна довжина, м (діаметр $d \leq 100$ мм)	Еквівалентна довжина, м (діаметр $d > 100$ мм)
Неізована	4,0	6,0
Ізована	1,5	2,5

Додаток 3
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

КОЕФІЦІЄНТИ ЕФЕКТИВНОСТІ

1. Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіаторів); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий фактор		Складові загального рівня ефективності			
		η_{str1}	η_{str2}	η_{ctr}	η_{emb}
1	2	3	4	5	6
Регулювання температури повітря приміщення	Відсутнє			0,86	
	За усередненої (характерної) температури повітря приміщень будівлі			0,88	
	П-регулювання* (2 К**)			0,93	
	П-регулювання (1 К**)			0,95	
	ПІ-регулювання***			0,97	
	ПІ-регулювання з оптимізацією (наприклад, наявність диспетчеризації, адаптованого контролю)			0,99	
Температурний напір (за температури повітря 20 °С)	60 К (наприклад, 90/70)	0,88			
	42,5 К (наприклад, 70/55)	0,93			
	30 К (наприклад, 55/45)	0,95			
Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження	Опалювальний прилад встановлено біля внутрішньої стіни		0,87		1
	Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни:				
	вікно без радіаційного захисту		0,83		1
	вікно з радіаційним захистом		0,88		1
	звичайна стіна		0,95		1

* - пропорційне регулювання.

** - точність регулювання температури (в градусах Кельвіна).

*** - пропорційне інтегральне регулювання.

Складову загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення η_{str} розраховують, як середнє значення «температурного напору» та «питомих тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій» за формулою

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2}) / 2.$$

2. Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи

Тип системи	Впливовий фактор	f_{hydr}
1	2	3
Двотрубна	Система не налагоджена. Відсутні балансувальні клапани на стояках (горизонтальних вітках) системи	1,03
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з більше ніж вісьмома опалювальними приладами або наявне тільки статичне налагодження системи (ручні балансувальні клапани)	1,01
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (вітках) з вісьмома та менше опалювальними приладами	1,00
	Система налагоджена. Наявне автоматичне регулювання перепаду тиску в терморегуляторах або електронних регуляторах витрати теплоносія на опалювальних приладах (автоматичних регуляторах температури повітря у приміщенні)	0,98
Однотрубна (постійний гідравлічний режим)	Система не налагоджена. Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках) системи	1,09
	Система налагоджена. Наявна ручна балансувальна арматура на стояках (горизонтальних вітках)	1,07
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (стабілізатори) витрати на стояках (горизонтальних вітках)	1,05
Однотрубна (змінний гідравлічний режим)	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати зі стабілізацією температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної вітки)	1,01
	Система налагоджена. Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати з регулюванням температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної вітки) за температурним графіком	1,00

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, приймають $f_{rad} = 1,0$.

3. Ефективність складових частин вбудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Складову загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень, η_{emb} визначають за даними основних впливових факторів - «система» та «питомі тепловтрати через прилеглу поверхню» за формулою

$$\eta_{emb} = (\eta_{emb1} + \eta_{emb2}) / 2.$$

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, приймають $f_{rad} = 1,0$.

Ефективність складових частин вбудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий фактор		Складові загального рівня ефективності			
		η_{str}	η_{ctr}	η_{emb1}	η_{emb2}
Регулювання температури повітря приміщення	Теплоносій-вода:				
	відсутнє		0,81		
	відсутнє, з центральним якісним регулюванням		0,84		
	відсутнє, з підтриманням середнього значення різниці температур (наприклад, підлогове опалення 55/50)		0,86		
	за усередненою (характерною) температурою приміщень будівлі		0,88		
	двопозиційне або П-регулювання		0,93		
	ІІІ-регулювання		0,95		
	Електроопалення:				
	двопозиційне		0,91		
	ІІІ-регулювання		0,93		
Тип системи	Підлогове опалення:				
	з вологою підлогою	1		0,93	
	з сухою підлогою	1		0,96	
	з сухою підлогою та незначним покриттям	1		0,98	
	Стінове опалення	0,96		0,93	
	Стельове опалення	0,93		0,93	
Специфічні тепловтрати через прилеглі до опалювальних панелей поверхні	Нагрівальна панель без забезпечення мінімальної теплоізоляції згідно з ДБН В.2.5-67				0,86
	Нагрівальна панель із забезпеченням мінімальної теплоізоляції згідно з ДБН В.2.5-67				0,95
	Нагрівальна панель з кращою на 100 % теплоізоляцією ніж необхідно згідно з ДБН В.2.5-67				0,99

4. Ефективність електроопалення; приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий фактор		Сумарна ефективність η_{em}
Розташування опалювальних приладів біля зовнішніх стін	Пряме електроопалення з П-регулюванням (1 К)	0,91
	Пряме електроопалення з ПІ-регулюванням та оптимізацією	0,94
	Акумуляційне нерегульоване без залежної від зовнішньої температури повітря зарядки та статичної/динамічної розрядки	0,78
	Акумуляційне з П-регулюванням (1 К) і залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою, а також статичною/динамічною розрядкою	0,88
	Акумуляційне з ПІД-регулюванням**** та оптимізацією, а також залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною й тривалою динамічною розрядкою	0,91
Розташування опалювальних приладів біля внутрішніх стін	Пряме електроопалення з П-регулюванням (1 К)	0,88
	Пряме електроопалення з ПІ-регулюванням та оптимізацією	0,91
	Акумуляційне нерегульоване без залежної від зовнішньої температури повітря зарядки та статичної/динамічної розрядки	0,75
	Акумуляційне з П-регулюванням (1 К) та залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною/динамічною розрядкою	0,85
	Акумуляційне з ПІД-регулюванням та оптимізацією, а також залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною й тривалою динамічною розрядкою	0,88

**** - пропорційне інтегральне додаткове.

Коефіцієнт, що враховує променеву складову:

$$f_{rad} = 1,0.$$

Коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим:

$$f_{im} = 0,97(\text{застосовують в системах з інтегрованим зворотнім зв'язком}).$$

5. Ефективність повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше 4 м

Конфігурація системи	Регульований параметр	Сумарна ефективність, η_{em}	
		низький рівень регулювання	високий рівень регулювання
Догрівання припливного повітря (доводчиками)	Температура повітря приміщення	0,82	0,87
	Температура повітря приміщення (багаторівневе регулювання температури припливного повітря)	0,88	0,90
	Температура витяжного повітря	0,81	0,85
Догрівання рециркуляційного повітря (у розподільниках, вентиляторах-конвекторах)	Температура повітря приміщення	0,89	0,93

6. Ефективність систем опалення у приміщеннях заввишки більше ніж 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)

Впливовий фактор			Складові загального рівня ефективності					
			η_{str}				η_{ctr}	η_{emb}
			4 м	6 м	8 м	12 м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Регулювання температури приміщення	Відсутнє						0,86	
	Двопозиційне регулювання						0,93	
	II-регулювання (2 К)						0,93	
	II-регулювання (1 К)						0,95	
	III-регулювання						0,97	
	III-регулювання з оптимізацією						0,99	
Система опалення	Радіаторна		0,98	0,94	0,88	0,83		1
	Повітряна без додаткової вертикальної рециркуляції	Горизонтальне витікання	0,98	0,94	0,88	0,83		1
		Вертикальне витікання	0,99	0,96	0,91	0,87		1

	Повітряна з додатковою вертикальною рециркуляцією:	Горизонтальне витікання	0,99	0,97	0,94	0,91		1
		Вертикальне витікання	0,99	0,98	0,96	0,93		1
	Водяними опалювальними панелями		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами трубчатими		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами світлими		1,00	0,99	0,97	0,96		1
Система опалення	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту)	Нагрівальні елементи, вбудовані в підлогу	1,00	0,99	0,97	0,96		0,95
		Нагрівальні елементи, термічно незв'язані з підлогою						1

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку: $f_{\text{rad}} = 0,85$ - для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчатих та підлогового опалення.

Енергетичні параметри ефективності систем опалення великих внутрішніх об'ємів та коефіцієнт f_{rad} представлені середніми значеннями для систем опалення та типів обладнання, котрі приблизно також можуть бути застосовані для компонувань, які відрізняються від наведених.

7. Ефективність систем у приміщеннях заввишки більше ніж 10 м

Впливовий фактор			Складові загального рівня ефективності				
			η_{str}			η_{ctr}	η_{emb}
			12 м	15 м	20 м		
1	2	3	4	5	6	7	8
Регулювання температури приміщення	Відсутнє					0,80	
	Двопозиційне регулювання					0,93	
	П-регулювання (2 К)					0,93	
	П-регулювання (1 К)					0,95	

	III-регулювання					0,97		
	III-регулювання з оптимізацією					0,99		
Система опалення	Повітряна без додаткової вертикальної рециркуляції	Горизонтальне витікання	0,78	0,72	0,63		1	
		Вертикальне витікання	0,84	0,78	0,71		1	
Система опалення	Повітряна з додатковою вертикальною рециркуляцією	Горизонтальне витікання	0,88	0,84	0,77		1	
		Вертикальне витікання	0,91	0,88	0,83		1	
	Водяними опалювальними панелями		0,94	0,92	0,89		1	
	Випромінювачами трубчатими		0,94	0,92	0,89		1	
	Випромінювачами світлими		0,94	0,92	0,89		1	
	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту)	Нагрівальні елементи, вбудовані в підлогу		0,94	0,92	0,89		0,95
		Нагрівальні елементи, термічно незв'язані з підлогою						1

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку: $f_{\text{rad}} = 0,85$ - для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчатих та підлогового опалення.

Енергетичні параметри ефективності систем опалення великих внутрішніх об'ємів та коефіцієнт f_{rad} представлені середніми значеннями для систем опалення та типів обладнання, котрі приблизно також можуть бути застосованими для компонувань, які відрізняються від наведених.

Для системи повітряного опалення з високим коефіцієнтом ежекції повітророзподілення:

складові енергоефективності визначають осередненням параметрів для систем з горизонтальним або вертикальним витіканням.

**РІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ (SEER)
ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ МАШИН**

Тип холодильної машини / засіб тепловідведення		Ефективність $\eta_{c,gen}$
Компресорна холодильна машина / зовнішнє повітря		2,25 η_{pg}
Компресорна холодильна машина / ґрунтовий теплообмін або використання ґрунтових вод		5,0 η_{pg}
Абсорбційний охолоджувач / зовнішнє повітря		1,0 η_{th}
Безпосереднє охолодження / ґрунтовий теплообмін або використання ґрунтових вод		12,0 η_{pg}
η_{pg}	- ефективність генерації електроенергії (електричний ККД установки, фактична ефективність електрогенератора на рівні будинку, наприклад дизель-генератор (зазвичай від 20 до 40 %)). Якщо електрогенератор відсутній, приймається $\eta_{pg} = 1$;	
η_{th}	- ефективність генерації теплоти (тепловий ККД установки, фактична ефективність теплового генератора в будинку, наприклад газовий котел).	

Додаток 5
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

УСЕРЕДНЕНІ РІЧНІ КОЕФІЦІЄНТИ
систем охолодження

Система охолодження	$\eta_{c,ce,sens}$	$\eta_{c,ce}$	$\eta_{c,d}$
Холодна вода 7/12	0,87	1,00	0,90
Холодна вода 8/14 (наприклад, вентиляторний конвектор)	0,90	1,00	0,90
Холодна вода 14/18 (наприклад, вентиляторний конвектор, доводчик)	1,00	1,00	1,00
Холодна вода 16/18 (наприклад, охолоджуюча стеля)	1,00	1,00	1,00
Холодна вода 18/20 (наприклад, активація складових будівлі)	1,00	0,90	1,00
Пряме випаровування (DX системи)	0,87	1,00	0,90 або якщо його вже було враховано для обладнання, тоді 1,00

Примітка. Коефіцієнти за інших проміжних значень температури охолодженої води на вході отримують шляхом інтерполяції.

Додаток 6
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

ЗАГАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
розподілення і тепловіддачі/виділення для систем попереднього
охолодження

Система попереднього охолодження	η_v
Водний охолоджуючий змійовик, система розподілення менше 10 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,99
Водний охолоджуючий змійовик, система розподілення менше 10 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,98
Водний охолоджуючий змійовик, система розподілення від 10 до 30 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,98
Водний охолоджуючий змійовик, система розподілення від 10 до 30 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,96
Водний охолоджуючий змійовик, система розподілення від 30 до 50 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,96
Водний охолоджуючий змійовик, система розподілення від 30 до 50 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,92

Примітка. Наведені дані довжини розподільної системи від теплогенератора до охолоджувального змійовика. У разі якщо розподільна підсистема довша за 50 метрів, утилізаційними тепловтратами в розподільній підсистемі можна знехтувати згідно з підпунктом 15.5.2 розділу 15 ДСТУ Б А.2.2-12.

Додаток 7
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

ТЕПЛОВТРАТИ
використаної води при водорозборі у будівлях без циркуляційного контуру

Тип системи постачання гарячої води	Додаткові втрати теплоти η_{eq} при зливанні непрогрітої води з системи постачання гарячої води будівлі		
	на одну родину	багатоквартирної або готелю	іншої
Без циркуляційного контуру	5,0 %	25,0 %	10,0 %
Зі статично збалансованими (шайбами, ручними вентилями, діаметрами трубопроводів) циркуляційними стояками (об'єднаними в секційні вузли)	2,0 %	15,0 %	5,0 %
З автоматично збалансованими за температурою води циркуляційними стояками (при однаковій кількості водорозбірних та циркуляційних стояків)	0	0	0
З автоматично збалансованими за температурою води водорозбірними стояками (перед секційними перемичками)	0	0	0

Додаток 8
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

ПРОЕКТНА ПИТОМА ПОТУЖНІСТЬ
вентилятора системи механічної вентиляції

Вид механічної системи вентиляції	SFP, кВт/(м ³ /с)
Збалансована система вентиляції із попереднім підігрівом та/або попереднім охолодженням та блоком рекуперації тепла	4
Збалансована система вентиляції із попереднім підігрівом та/або попереднім охолодженням	3
Децентралізована припливно-витяжна установка з блоком рекуперації тепла	2,25
Лише система припливної вентиляції із попереднім нагрівом та/або попереднім охолодженням	2
Лише витяжна вентиляція	1

Додаток 9
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

ТИПОВІ ЗНАЧЕННЯ
для розрахунку енергоспоживання при освітленні

Додаток 10
до Методики визначення
енергетичної ефективності будівель

ФАКТОРИ

первинної енергії і коефіцієнти викидів парникових газів (CO₂)

№ з/п	Енергоносії		$f_{p,nren}$	K_{CO_2} (г/кВт·год)
	Невідновлюваний			
1	Горючі корисні копалини	Тверді	1,1	350
2		Скраплені	1,1	290
3		Газоподібні	1,1	220
4	Біологічне паливо	Тверде	0,2	40
5		Скраплене	0,5	70
6		Газоподібне	1,1	100
7	Електрична		2,3	420
	Централізований			
8	Централізоване опалення		1,3	260
9	Централізоване охолодження		1,3	260
	Вироблений на місці			
10	Сонячна	термічна	0	0
11	Вітрова		0	0
12	Природна	Гео-, аеро-, гідротермальна	0	0
	Експортований			
13	Електрична	Ніколи не перероблена	2,3	420
14		Тимчасово експортована та перероблена пізніше	2,3	420

<[17]	<[30]	<[33]	<[42]	<[50]	≤[58]	>[58]
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

5. Класифікація будівель дитячих дошкільних навчальних закладів та закладів охорони здоров'я за енергетичною ефективністю

Значення загальних показів питомого енергоспоживання при опаленні, охолодженні та постачанні гарячої води (EP), [кВт·год/м ³] для класу енергетичної ефективності будівель дитячих дошкільних навчальних закладів та закладів охорони здоров'я						
A	B	C	D	E	F	G
<[28]	<[51]	<[56]	<[70]	<[85]	≤[99]	>[99]

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасьєв М.В. Оцінка енергоефективності з позиції концепції сталого розвитку / М.В. Афанасьєв, Т.І. Салашенко // Економіка і менеджмент: Матер. І Міжнар. конф. молодих вчених ЕМ-2010. Львів. політехніки, 2010. С. 198-199.
2. Буренина И.В., Батталова А.А., Гамилова Д.А., Алексеева С.В. Мировая практика управления энергоэффективностью. Наукоеведение, № 3, 2014 год. naukovedenie.ru/PDF/125EVN314.pdf.
3. Будівельне матеріалознавство / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, В.Б. Барановський, М.О. Кочевих, Ю.Г. Гасан, Б.Я. Константинівський, В.О. Ракша. Київ: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004. 704 с.
4. Ванькович Р. Безальтернативна альтернатива //Ринок інсталяцій. №2. 2006. 6-8 с.
5. Впровадження системи енергоменеджменту – шлях до зменшення енергоспоживання об'єктами муніципальної сфери, Мартиненко В.О., Вісник Миколаївського національного університету, №15, 2017.
6. Гагарин В. Г. Экономические аспекты повышения теплозащиты ограждающих конструкций зданий в условиях «рыночной экономики» // Светопрозрачные конструкции. 2002. № 3. С. 2–5 и № 4. С. 50–58.
7. Гершкович В.Ф. Яким повинен бути енергетичний паспорт будинку. //Ринок інсталяцій. №1. 2008. 25-29 с.
8. Гирман Л. В. Алгоритм розрахунку опору теплопередачі замкнутих повітряних прошарків в огорожувальних конструкціях / Л. В. Гирман // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Полтава: ПолтНТУ, 2009. Вип. 2(24). С. 192–200.

9. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 "Енергетична ефективність будівель. Настанова з проведення енергетичної оцінки будівель" Київ, Мінрегіон України, 2022, 29 с.
10. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ, Мінрегіон України, 2022, 24 с.
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК) України, 2011, 127 с.
12. ДБН В.2.6-31:2006 "Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель". Київ: Держбуд України, 2006. 71 с.
13. ДБН В.2.6-33:2008 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 20 с.
14. ДБН В.2.6-36:2008 Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням штукатурками. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. 43 с.
15. ДСТУ В.2.2-19:2007 Будинки і споруди. Методи визначення повітропроникності огорожувальних конструкцій в натурних умовах. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2008. 17с.
16. ДСТУ БВ.2.6-37:2008 Конструкції будинків і споруд. Методи лабораторних випробувань показників повітропроникності огорожувальних конструкцій і їх елементів. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 22 с.
17. ДСТУ Конструкції будинків і споруд. Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 25 с.
18. ДСТУ Б В.2.7-182:2009 Будівельні матеріали. Методи визначення терміну ефективною експлуатації та теплопровідності будівельних матеріалів у розрахункових та стандартних умовах. Київ: Затверджено: Мінрегіонбуд України, наказ від 01.12.2009 р., № 540.

19. ДСТУ В.2.2-21:2008 Будинки і споруди. Метод визначення питомих тепловитрат на опалення будинків. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 32 с.

20. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Будинки і споруди. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустриальними елементами з вентиляльованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 51 с.

21. ДСТУ Б В.2.6 34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 18 с.

22. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 140 с.

23. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. Київ: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК) : 2008. 42 с.

24. Енергетична галузь України: підсумки 2016 року / К. Маркевич, А. Чернова, Г. Пашкова, Т. Овсяник // Центр Разумкова – Київ: Видавництво «Заповіт», 2017. 164 с.

25. Здания с низким энергопотреблением или нулевым энергетическим балансом с пенополистирольной изоляцией, EUMEPS, Ассоциация европейских производителей вспененного полистирола, Бельгия, 2015.

26. Звіт про науково-дослідну роботу «Дослідження сучасних теплоізоляційних систем та розробка принципів будівельно-технічних рішень термореконструкції фасадів житлових будинків 1960-1995 років забудови з метою підвищення їх енергоефективності та зниження рівня споживання енергоресурсів будівель житлового фонду» ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»: Київ, 2012. 93 с.

27. Житловий фонд України у 2020 році. Статистичний бюлетень. Державна служба статистики України. Київ, 2020.
28. Керш В.Я. Енергозберігаючі технології у міському будівництві і господарстві: Навч. посіб. Одеса: Астропринт, 2007. 124 с.
29. Кузич Р.В. Практика будівництва або біофізика сприйняття комфорту // Перспективи фінансування ЕКО-Будівництва та енергозбереження із зарубіжних фондів: Інформаційні матеріали Міжнародної науково-практичної конференції за проектом «ЕКО-Будівництво» енергозберігаюче та екологічне будівництво в умовах трансформації економіки (Львів, 7-8 грудня 2006 р.) / Упорядник Кульчицький І.І. Львів, ЛьвЦНТЕІ, 2006. 63-70 с.
30. Коваль О.О. Світовий досвід енергоефективного будівництва з місцевих матеріалів та доцільність його використання в умовах України / М.В. Савицький, Ю.Б. Бендерський, Є.Л. Юрченко, І.І. Перегінець, О.О.Коваль, М.М. Бабенко // Строительство, материаловедение, машиностроение: Дніпропетровск: ПДАБА, 2011. Вип. №61 С. 375-382.
31. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 12 с. (Державний стандарт України).
32. Колесник Є.С. Потенціал енергозбереження в житловому фонді України / Є.С. Колесник // Энергосбережение 2011. №11. С.6-9.
33. Композиційні водостійкі теплоізоляційні матеріали на основі гірських порід для захисту доквілля від теплового забруднення / Скребнева С.М., Нікандров О. В. // XII Всеукраїнська наукова конференція «Екологічні проблеми регіонів України». Сб. тезисів докладів. Одеса, 24–26 березня 2010 р. С. 234.
34. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації: ДБН В.2.6-33:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 24 с.

35. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 12 с.

36. Муніципальна енергетична реформа в Україні. Практики імплементації Директиви ЄС 2012/27 щодо систем енергоменеджменту та енергоаудиту в Україні, Оглядовий звіт, USAID, серпень 2016

37. Практичний посібник. «Енергоефективний будинок крок за кроком» Книга 3. «Крок третій: Капітальний ремонт і термомодернізація будинку». Київ, 2011. 144 стор.

38. Энергоэффективность и устойчивое развитие: европейский опыт energyland.info

39. Энергетический менеджмент / А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др. К. ИЕЕ НТУУ «КПИ», 2001. 472 с.

40. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г. Г. Фаренюк. Київ: Гама-Принт. 2009. 216 с.

41. Фаренюк Г. Г. Нормативне забезпечення при застосуванні конструкцій фасадної теплоізоляції житлових та громадських будинків / Г.Г. Фаренюк // Будівництво України. 2009. № 1–2. С. 12–16.

42. Фаренюк Г. Г. Методи експериментального визначення показників теплової надійності конструкцій фасадної теплоізоляції / Г.Г. Фаренюк // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: науково-технічний збірник. Вип. 36. 2010. С. 76–83.

43. Bobko T. Podstawy teoretyczne kształtowania technologii energooszczędnych // Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna «Zagadnienia współczesnego budownictwa energooszczędnego o zoptymalizowanym zużyciu potencjału energetycznego». Częstochowa, 2003. 21-26 s.

44. Bonca Z., Lewiński A. Termorenowacja budynków mieszkalnych. Aspekt techniczny i ekonomiczny. IPPU MASTA, 2000. 154 s.

45. Byrdy C. Ciepłochronne konstrukcje ścian zewnętrznych budynków mieszkalnych. Krakow, 2006 190 s.
46. Grabarczyk S. Fizyka budowli. Warszawa, 2005. 189 s.
47. Feist W. a.o. Podstawy budownictwa pasywnego. Polski Instytut budownictwa pasywnego. 2006. 152 s.
48. EN 410:2011, Glass in building - Determination of luminous and solar characteristics of glazing (Скло в будівництві. Визначення оптичних та сонцезахисних характеристик скління)
49. EN 673:2011, Glass in building - Determination of thermal transmittance (U value) - Calculation method (Скло в будівництві. Визначення коефіцієнта теплопередачі (значення U). Розрахункові методи)
50. EN 13363-2:2005, Solar protection device combined with glazing - Calculation of total solar energy transmittance and light transmittance - Part 2: Detailed calculation method (Сонцезахисні пристрої в комбінації зі склінням. Розрахунок загального коефіцієнта пропускання сонячної енергії та коефіцієнта світлопропускання. Частина 2: Деталізований метод розрахунку)
51. EN 15242:2007, Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration (Вентиляція будівель. Розрахункові методи оцінки величини повітряного потоку в будівлю, включаючи інфільтрацію)
52. EN 15265, Thermal performance of buildings-Calculation of energy use for space heating and cooling - General criteria and validation procedures (Теплове виконання будівель. Розрахунок енергії для опалення та охолодження приміщень. Загальні критерії і процедури перевірки)
53. EN 15315:2005, Heating systems in buildings - Energy performance of buildings - Overall energy use, primary energy and CO₂ emissions (Системи теплозабезпечення будівель. Енергоефективність будівель. Використання первинної енергії та викиди CO₂)
54. EN 15316-3-1:2007, Heating systems in buildings-Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-1: Domestic hot

water systems, characterisation of needs (tapping requirements) (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енерго-потреби та енергоефективності системи. Частина 3-1. Системи гарячого водопостачання, характеристика потреби (вимоги))

55. EN ISO 6946:2007, Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method (Будівельні компоненти та елементи. Опір теплопередачі та коефіцієнт теплопередачі. Метод розрахунку)

56. ISO 10077-1:2006, Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1: General (Теплотехнічні властивості вікон, дверей і примикань. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1: Загальні положення)

57. EN ISO 13370:2007, Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods (Теплотехнічні характеристики будівель. Теплопередача до ґрунту. Розрахункові методи)

58. ISO 13786:2007, Thermal performance of buildings - Transmission heat loss coefficient - Calculation method (Теплотехнічні характеристики будівель. Коефіцієнт теплопередачі трансмісією. Розрахунковий метод)

59. ISO 13789:2007, Thermal performance of buildings-Transmission and ventilation heat transfer coefficients - Calculation method (Теплові характеристики будівель. Коефіцієнти теплопередачі трансмісією та вентиляцією. Метод розрахунку)

60. EN 15316-2-3:2007, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 2-3: Space heating distribution systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 2-3. Теплорозподілення в системі опалення)

61. EN 15316-3-2:2007 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-2: Domestic hot water systems, distribution (Системи теплозабезпечення будівель.

Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи.
Частина 3-2. Системи гарячого водопостачання, розподілення теплоти)

62. EN 15316-3-3:2007, Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 3-3: Domestic hot water systems, generation (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 3-3. Системи гарячого водопостачання, генерування теплоти)

63. EN 15316-4-1:2008 Heating systems in buildings-Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-1: Space heating generation systems, combustion systems (boilers)) (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 4-1: Генераційні системи опалення будівель, системи спалювання (котли))

64. EN 15378 Heating systems in buildings - Inspection of boilers and heating systems (Системи теплозабезпечення будівель. Перевірка котлів та опалення)

65. EN 15316-4-7:2008 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-7: Space heating generation systems, biomass combustion systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 4-7: Системи виробництва тепла для опалення приміщень, системи спалювання біомаси)

66. EN 15316-4-2:2008 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-2: Space heating generation systems, heat pump systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 4-2: Генераційні системи опалення будівель, системи опалення за використання теплового насосу)

67. EN 15316-4-3:2007 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-3: Heat

generation systems, thermal solar systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 4-3: Системи виробництва тепла, сонячні теплові установки)

68. EN 15316-4-4:2007 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-4: Heat generation systems, building-integrated cogeneration systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 4-4: Системи виробництва тепла, інтегровані в будівлі когенераційні системи)

69. EN 15316-4-5:2007 Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies - Part 4-5: Space heating generation systems, the performance and quality of district heating and large volume systems (Системи теплозабезпечення будівель. Методика розрахунку енергопотреби та енергоефективності системи. Частина 4-5: Генераційні системи опалення будівель, ефективність та якість центрального опалення та систем великого обсягу)

70. Laskowski L. Ochrona cieplna I charakterystyka energetyczna budynku. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2005 173 s.

71. Markiewicz P. Prezentacja nowoczesnych technologii budowlanych. Krakow, 2002. 200 s.

72. Mikoś J. Budownictwo ekologiczne. Gliwice, wydawnictwo politechniki śląskiej, 2000. 492 s.

73. Piotrowski R., Dominiak P. Budowa Domu Pasywnego. Krok po Kroku. Przewodnik BUDOWLANY. 250 s.

74. Ulbrich R. Audyt energetyczny a dom energooszczędny. Opole, 2001. 141 s.

75. Wiley J. Environmental Physics second edition. New York, 1999. 287 p.

76. Wnuk R. Budowa Domu Pasywnego w praktyce. Przewodnik BUDOWLANY. 180 s.

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи
 другого (магістерського) рівня вищої освіти,
 виконаної на тему «Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для
підвищення енергоефективності»
 здобувачем групи 8.1922-мбг-з
 Щербаком Олександром Сергійовичем
 (П.І.Б. здобувача у орудному відмінку)

Актуальність дослідження. Однією з ключових сучасних проблем є питання енергоефективності. Методи аналізу енергетичних процесів важливі для виявлення та вирішення енергозберігаючих можливостей в різних галузях, починаючи від промисловості та закінчуючи побутовою сферою. Енергоефективні технології та методи аналізу дозволяють зменшити споживання енергії, знижуючи викиди та забезпечує сталість постачання. Розрахунок енергоефективності є частиною методики, спрямованої на вирішення проблеми раціонального використання енергоресурсів, яка є однією з актуальних проблем сучасності.

Відповідність виконаної кваліфікаційної роботи завданню. Кваліфікаційна робота на тему: «Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності» повністю відповідає завданню.

Ефективність використаних методик. Запропоновані в кваліфікаційній роботі науково-практичні рішення мають глибоке обґрунтування, повнота розкриття теми та наявність багатоваріантності доводять ефективність використаних методик досліджень.

Рівень застосування здобутих у процесі навчання теоретичних знань та підготовки до виконання наукових досліджень. Коректно використані наукові методи для аналізу проблем та обґрунтування рішень з теми предмета професійної діяльності. Рівень застосування здобутих у процесі навчання теоретичних знань та підготовки здобувача другого рівня вищої освіти відповідає прийнятим вимогам.

Вміння логічно, послідовно та аргументовано викладати матеріал і робити висновки. Кваліфікаційна робота викладена послідовно, три розділи логічно взаємопов'язані між собою та підтверджені аргументованими матеріалами. Кожен розділ має чітко визначені завдання та допомагає досягти загальної мети дослідження. Висновки є послідовними та аргументованими, відображають основні дослідження та результати кваліфікаційної роботи.

Вміння самостійно вирішувати практичні та наукові задачі. Наукова робота виконана автором самостійно на достатньо професійному рівні, вирішує практичні та наукові задачі є творчою й оригінальною.

Не виявлення (виявлення) в роботі елементів плагіату та компіляції. Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Недоліки в роботі (у разі необхідності). Рекомендовано докладніше висвітлити питання, пов'язані з реалізацією прикладів впровадження енергоефективності щоб зрозуміти практичний аспект дослідження. Взагалі, це вже високоякісна робота, і ці маленькі коригування покращать її в цілому.

Загальні оцінки виконаної кваліфікаційної роботи, відповідності якості підготовки здобувача вищої освіти вимогам ОПП і можливості присвоєння йому відповідної кваліфікації; інші питання, які характеризують професійні якості здобувача вищої освіти.

Кваліфікаційна робота є практичним та вражаючим дослідженням, яке відзначається своєю важливістю та високим рівнем виконання. Його цінність полягає в новаторстві підходів та глибокому аналізі, що робить його значущим внеском у галузь архітектури та будівництва.

Кваліфікаційна робота здобувача другого рівня вищої освіти Щербака Олександра Сергійовича на тему: «Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності» за актуальністю, обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичним значенням відповідає спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 – Архітектура та будівництво) та вимогам ОПП «Міське будівництво та господарство»,

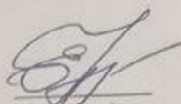
Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Кваліфікаційна робота виконана у повному обсязі, відповідає встановленим вимогам і заслуговує позитивної оцінки, а її автору, Щербаку Олександру Сергійовичу, може бути присвоєна кваліфікація магістра з будівництва та цивільної інженерії.

Кількість балів за шкалою ECTS 5,0 Відмінно
(1-2 – "задовільно", 3-4 – "добре", 5 – "відмінно")

Керівник кваліфікаційної роботи

Кандидат техн. наук, доцент
(науковий ступінь, посада)


(дідпис)

Фостащенко О.М.
(ініціали, прізвище)

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу
другого (магістерського) рівня вищої освіти,
виконаної на тему «Аналіз технічних параметрів будівель і споруд
для підвищення енергоефективності»
здобувачем групи 8.1922-мбг-з
Щербаком Олександром Сергійовичем
(П.І.Б. здобувача у орудному відмінку)

Актуальність дослідження. Дослідження технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності є актуальним у зв'язку з ростом усвідомлення екологічних проблем і необхідністю зменшення впливу людської діяльності на довкілля. Багато країн встановлюють обов'язкові стандарти енергоефективності для нових будівель і реконструкції існуючих. Дослідження в цьому напрямку може допомогти відповідати цим вимогам і покращити ефективність енергоспоживання. Зменшення залежності від імпортованої енергії та забезпечення власної енергетичної безпеки стає стратегічним завданням для багатьох країн. Оптимізація технічних параметрів будівель може вплинути на загальну енергоефективність країни.

Обґрунтованості висновків та пропозицій. Кваліфікаційна робота виконана на високому науковому рівні, вивчення даної проблеми є широко виваженою, застосовані загальнонаукові методи досліджень, наявні елементи наукової новизни. Висновки є обґрунтованими та послідовними, відображають основні результати кваліфікаційної роботи.

Використання наукових методів дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи, збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

Вміння студента чітко, грамотно і аргументовано викладати матеріал, правильно оформлювати його. Кваліфікаційна робота виконана послідовно, тема розкрита повністю, розділи пов'язані між собою, застосовані комп'ютерні технології, матеріал чіткий та має наукову стилістику, оформлення технічно грамотно.

Участі студента у проведених дослідженнях, теоретичній та аналітичній обробці отриманих результатів. Здобувач Щербак Олександр Сергійович активно приймає участь у проведених дослідженнях, теоретичній та аналітичній обробці отриманих результатів. Запропоновані в кваліфікаційній роботі науково-практичні рішення мають глибоке обґрунтування, повнота розкриття теми доводять ефективність використаних методик досліджень.

Якість виконання. Кваліфікаційна робота викладена послідовно, три розділи логічно взаємопов'язані між собою та підтверджені аргументованими матеріалами. Кожен розділ має чітко визначені завдання та допомагає досягти загальної мети дослідження. Висновки є послідовними та аргументованими, відображають основні дослідження та результати кваліфікаційної роботи.

Не виявлені (виявлені) в роботі елементів плагіату та компіляції. Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Можливості впровадження результатів роботи. Результати роботи мають практичну значимість, результати відповідають високому рівню реальності, пропозиції мають перспективний характер. За темою роботи опубліковані тези доповіді у науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів.

Недоліки роботи. Бажано у третьому розділі розширити інформацію щодо аналізу параметрів для підвищення енергоефективності типових проектів житлових будинків перших масових серій. Але це зауваження суттєво не впливає на загальну якість виконання кваліфікаційної роботи.

Оцінки кваліфікаційної роботи і можливості присвоєння здобувачу вищої освіти відповідної кваліфікації.

Кваліфікаційна робота здобувача другого рівня вищої освіти Щербак Олександра Сергійовича на тему: «Аналіз технічних параметрів будівель і споруд для підвищення енергоефективності» за актуальністю, обсягом виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, змістом, рівнем новизни та практичним значенням відповідає спеціальності 192 - Будівництво та цивільна інженерія (галузь знань 19 – Архітектура та будівництво) та вимогам ОПП «Міське будівництво та господарство».

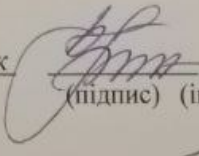
Кваліфікаційна робота виконана у повному обсязі, відповідає встановленим вимогам і заслуговує позитивної оцінки, а її автору Щербак Олександр Сергійовичу, може бути присвоєна кваліфікація магістра з будівництва та цивільної інженерії.

Елементи плагіату у кваліфікаційній роботі не виявлені.

Кількість балів за шкалою ECTS

90/А/Вдм.

Рецензент кваліфікаційної роботи
професор кафедри промислового
та цивільного будівництва, докт. техн. наук
(науковий ступінь, посада)


В. А. Банах
(підпис) (ініціали, прізвище)