

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

**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ**

Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему Дослідження джерел генерації теплової енергії для житлового будинку у м.Запоріжжя

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1449
спеціальності теплоенергетика
(код і назва спеціальності)
освітньої програми теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

Сичов І.Д.
(ініціали та прізвище)

Керівник зав. каф., доцент, д.т.н. Чейлитко А.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент доцент каф. ТГЕ., к.т.н. Бердишев М.Ю.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики

Рівень вищої освіти другий магістерський

Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код та назва)

Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)

Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« 16 » грудень 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Сичова Ігоря Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Дослідження джерел генерації теплової енергії для житлового будинку у м.Запоріжжя

керівник роботи Чейлитко Андрій Олександрович, д.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом ЗНУ від «25» травня 2020 року №601-с

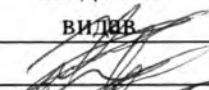
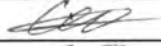
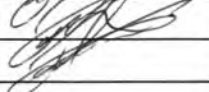

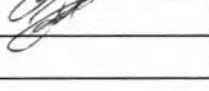
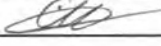
2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи м.Запоріжжя, Обсяг приміщення житлового будинку 185,26 м³, загальна площа 77,194 м². Кухня та ванна кімната утеплювано пінополістіролом екструзійним. Твердопаливний котел розміщено у неотеплювальному сараї, а газопаливний котел у кухні.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) енергоефективна стратегія використання паливно-енергетичних ресурсів; енергоаудит житлового будинку; заходи з підвищення енергоефективності зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку; впровадження системи енергетичного менеджменту; підвищення зберігання тепла у будинку.

- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
План житлового будинку; компонування обладнання

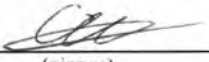
6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Чейлитко А.О.		
2	Чейлитко А.О.		
3	Чейлитко А.О.		

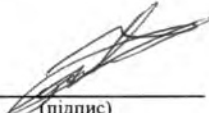
- 7 Дата видачі завдання 05 травня 2020 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис житлового будинку по вул. Промислова 45	01.06.2020	
2	Аналіз теплопровідності та фактичне використання тепла	01.09.2020	
3	Розрахунок економії енергоспоживання для опалювання обох видів котлів	20.10.2020	
4	Оформлення роботи	01.12.2020	
5	Підготовка презентації та доповіді	10.12.2020	

Студент 
 (підпис)

І.Д. Сичов
 (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) 
 (підпис)

А.О. Чейлитко
 (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено
 Нормоконтролер 
 (підпис)

Ю.М. Каюков
 (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Сичов І.Д. Дослідження джерел генерації теплової енергії для житлового будинку місті Запоріжжя по вулиці Промислова 45.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник докт.техн.наук, доцент А.О. Чейлитко. Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

В роботі розраховано та проаналізовано енергопотреба та енергоспоживання житлового будинку, що надало можливість досліджувати ефективність різних джерел генерації теплової енергії. Об'єктом дослідження є житловий будинок у місті Запоріжжя, розслідувано матеріал стіни та його теплопровідність, вивчено технічний паспорт, та визначили кількість витрати газу за останні 3 роки. Потім проведено результати для поточення висновка у потрібності утеплювача у другіх кімнатах.

Ключові слова: мікроклімат, витрати газу, теплоємність, утеплювач, тепла енергія.

ABSTRACT

Sychov I.D. The study is a source of thermal energy for a residential building in Zaporozhye on the street Promislovyya 45.

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 144 – Heat power engineering, scientific supervisor doc.tch.silence docent A.O. Cheylitko. Engineer Scientific educational Institute Zaporozhye National University, Department of Heat Power Engineering and Hydroenergy, 2020.

This paper calculates and analyzes the energy consumption and energy consumption of an apartment building, which made it possible to study the efficiency of different sources of heat generation. An apartment building in the city of Zaporozhye was taken into account, the material of the wall and its thermal conductivity were investigated, the technical passport was examined, and the

amount of gas consumption for the last 3 years was determined. Then the results for the current conclusion of the need for a heater for other rooms are given.

Keywords: micro-climate, gas consumption, heat capacity, heater, thermal energy.

АННОТАЦИЯ

Сычѳв И.Д. Исследование источник генерации тепловой энергии для жилого дома в городе Запорожье по улице Промысловая 45.

Квалификационная выпускаемая работа для получения степени высшего образования магистр по специальности 144 – Теплоэнергетика, научный руководитель докт.тех.наук. доцент А.О. Чейлытко. Инженерный научно-учебный институт Запорожского национального университета. Факультет энергетика, электроники и информационных технологий, кафедра теплоэнергетика и гидроэнергетика, 2020.

В работе рассчитаны и проанализированы энергопотребностей и энергопотребления жилого дома, что позволило исследовать эффективность различных источников генерации тепловой энергии. Было взято под объект жилой дом в городе Запорожье, исследовано материал стены и его теплопроводность, изучено технический паспорт, и определить количество потери газа за последние 3 года. Потом приведено результаты для уточнения вывода в потребности утеплителя для других комнат.

Ключевые слова: микроклимат, потери газа, теплоемкость, утеплитель, тепловая энергия.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК.....	9
1.1 Опис об'єкта досліджень.....	9
1.2 Опис технічного стану огорожувальної конструкції.....	11
1.2.1 Зовнішні стіни.....	11
1.2.2 Підлоги.....	13
1.2.3 Віконні блоки.....	13
1.2.4 Зовнішні двері.....	14
1.2.5 Дах.....	14
1.3 Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі	15
1.3.1 Система опалення.....	15
1.3.2 Система охолодження, кондиціювання, вентиляції.....	15
1.3.3 Система постачання гарячої води	16
1.3.4 Система освітлення.....	16
1.3.5 Екструдований пінополістирол «Пеноплекс».....	17
1.4 Види використання котлів та їх характеристика	18
1.4.1 Котел «Маяк» - 10Р.....	18
1.4.2 Котел КС-Т-16.....	22
1.5 Розрахунок енергетичного балансу будівлі	25
1.5.1 Теплообмін у пласкій багатошаровій стіні з повітряним шаром (4-ох кімнат).....	25
1.5.2 Теплообмін у пласкій багатошаровій стіні з ізоляцією (кухні та ванни).....	26
1.5.3 Теплообмін у пласкій багатошаровій стіні з ізоляцією (коридор).....	28
1.5.4 Тепловтрата через вікон.....	29
1.5.5 Теплообмін підлоги та тепловтрата через землю.....	30

1.5.6	Теплообмін неопалювального горища.....	32
1.5.7	Результат нормативного значення теплового опору.....	33
1.6	Енергопотреба для опалення та охолодження будівлі.....	34
1.6.1	Методика розрахунку.....	34
1.6.2	Енергопотреба для опалення та охолодження.....	34
1.6.2.1	Енергопотреба для опалення.....	34
1.6.2.2	Енергопотреба для охолодження.....	35
1.6.2.3	Сумарна теплопередача та теплові надходження.....	36
1.7	Теплопередача трансмісією.....	36
1.7.1	Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі.....	37
1.7.2	Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією.....	38
1.7.2.1	Загальні положення.....	38
1.7.2.2	Особливі методики.....	39
1.7.2.3	Теплопередача до ґрунту.....	39
1.7.2.4	Теплопровідні включення.....	40
1.8	Теплопередача вентиляцією.....	46
1.8.1	Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі.....	46
1.8.2	Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією.....	47
1.8.3	Особливі методики. Температурний поправочний коефіцієнт.....	48
1.9	Внутрішні теплонадходження.....	52
1.10	Сонячні теплонадходження.....	54
1.10.1	Методика розрахунку.....	54
1.10.2	Загальні сонячні теплонадходження.....	54
1.10.3	Елементи сонячних теплонадходжень.....	54
1.10.4	Сонячні теплонадходження через елементи будівлі.....	55
1.10.5	Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів.....	56
1.11	Динамічні параметри.....	57
1.11.1	Методика розрахунку.....	57
1.11.2	Коефіцієнт використання надходжень для опалення.....	57
1.11.3	Коефіцієнт використання втрат для охолодження.....	58

1.11.4	Часова константа будівлі.....	59
1.12	Внутрішні умови.....	61
1.12.1	Постійне опалення та/або охолодження.....	61
1.12.2	Квазі постійне опалення та/або охолодження.....	61
1.12.3	Коригування для переривчастості.....	62
1.12.4	Задані значення.....	64
2	СУМАРНЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМАМИ ОПАЛЕННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	67
2.1	Загальні положення.....	67
2.2	Регулярні тепловтрати в системі та додаткова енергія.....	67
2.2.1	Загальні положення.....	67
2.2.2	Енергія, що споживається підсистемами, розраховується окремо для теплової енергії та додаткової енергії.....	68
2.3	Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення.....	70
2.3.1	Загальні положення.....	70
2.3.2	Тепловтрати під системи тепловіддачі/виділення.....	71
2.3.3	Додаткова енергія під системи тепловіддачі/виділення.....	73
2.3.4	Енергія входу до підсистеми тепловіддачі/виділення.....	74
2.4	Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення.....	75
2.4.1	Загальні положення.....	75
2.4.2	Тепловтрати підсистеми розподілення.....	76
2.4.3	Утилізовані та неутілізовані тепловтрати.....	77
2.4.4	Енергія входу в підсистему розподілення.....	78
2.5	Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання.....	79
2.5.1	Енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти.....	79
2.5.2	Тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти.....	80

2.6 Споживання теплової енергії при опаленні.....	81
2.7 Загальне енергоспоживання при охолодженні.....	83
2.7.1 Підсистеми тепловіддачі/виділення при охолодженні.....	83
2.7.2 Тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення.....	83
2.7.3 Додаткова енергія для підсистем тепловіддачі/виділення.....	83
2.7.4 Енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі.....	85
2.8 Підсистеми розподілення при охолодженні.....	85
2.8.1 Тепловтрати в підсистемах розподілення.....	85
2.8.2 Енергія входу для підсистем розподілення.....	86
2.8.3 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні.....	87
2.8.4 Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання.....	88
2.9 Енергоспоживання при охолодженні.....	88
2.10 Енергоспоживання при освітленні.....	89
3 АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ	
РЕСУРСІВ.....	91
3.1 Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів.....	91
3.1.1 Електроенергія.....	91
3.1.2 Споживання природного газу.....	93
3.1.3 Споживання твердого палива.....	94
3.2 Витрати на паливно-енергетичні ресурси.....	94
3.2.1 Тарифи на паливно-енергетичні ресурси.....	94
3.2.2 Грошові витрати на електроенергію.....	95
3.2.3 Грошові витрати за природний газ.....	97
3.2.4 Грошові витрати за дерев'яні вугілля.....	98
ВИСНОВОК.....	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	102

ВСТУП

Актуальність роботи. Завдання економії енергоносіїв стає дедалі більш актуальним з огляду на постійне зростання їх вартості. Теплову енергію використовують для надання тепла кожному будівлі та житловому будинку України. Частка теплової енергії змінюється в межах 60–70 % від загальної вартості та зміни клімату, тому її економне використання є першочерговою умовою. Системи опалення служать для створення і підтримки в приміщеннях в холодний період року необхідних температур повітря, що регламентуються відповідними нормами. Таким чином, вони дозволяють вирішити лише одну із завдань щодо створення та забезпечення мікроклімату в приміщенні - необхідного теплового режиму. У тісному зв'язку з тепловим режимом приміщень знаходиться повітряний режим, під яким розуміють процес обміну повітрям між приміщеннями і зовнішнім повітрям.

Причинами неефективного використання теплової енергії є:

- незадовільний технічний стан об'єктів генерації, транспортування і споживання теплової енергії;
- незадовільна система державного регулювання, яка не заохочує до ефективного використання теплової енергії;
- низький рівень обліку та регулювання теплової енергії, недосконалість нормативного забезпечення приладового обліку теплової енергії.

Об'єкт дослідження – житловий будинок у місті Запоріжжя по вул. Промислова 45.

Предмет дослідження – Дослідження джерел генерації теплової енергії для житлового будинку, рішення для модернізації.

Мета роботи - провести аналіз ефективності та економічності двох видів котлів для житлового будинку.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- аналіз структури та теплопровідності стіни;

- аналіз газопотреби для утеплення кімнати;
- аналіз викидів після спалювання газу та твердого палива;
- пристрій і принцип роботи газопаливного та твердопаливного котла;
- дослідити ефективність двох котлів та його економічність.

Методи та засоби дослідження. Метод дослідження – розрахунково-табличний з використанням стандартних методик. Поставлені задачі вирішувались шляхом виконання детального теплотехнічного розрахунку зовнішньої стіни, кровлі та підлоги. В роботі використані основні теоретичні положення щодо теплової схеми опалення.

Наукова новизна отриманих результатів. Виконано детальний аналіз складу стіни, кровлі та горища. Проведено розрахунок та аналіз твердопаливного котла та газового котла.

Практична цінність роботи полягає в наступному – виконано техніко-економічний розрахунок теплопостачання у житловому будинку.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні дослідження виконанні безпосередньо автором Інженерного інституту Запорізького національного університету. Автору належать основні ідеї роботи, постановка завдання, обґрунтування основних припущень, теоретичні викладки та аналіз отриманих результатів і формулювання висновків за результатами проведених досліджень.

Апробація результатів магістерської роботи. Матеріали магістерської роботи були представлені та обговорені на наукових конференціях: XXV Науково – технічна конференція студентів, магістрантів та аспірантів ІННІ ЗНУ, м.Запоріжжя, 2020; Міжвузівська науково-практична студентська інтернет-конференція «Актуальні проблеми сучасної енергетики» м.Херсон, 2020.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота включає вступ, три розділи, висновки та перелік джерел посилань з 40 позиції. Загальний обсяг складає 106 сторінки у тому числі 53 таблиць та 20 рисунків.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Опис об'єкта досліджень

Житловий будинок є об'єктом дослідження дипломного проекту збудована в м. Запоріжжя, в Комунаровському районі, по вулиці Промислова 45, будівля 1. Цей будинок житловий, одноповерховий з горищем та з неопалювальним сараєм. Загальна площа складає 77,194 м², а його загальний об'єм складає 185,26 м³.

Житловий будинок збудований для однієї сім'ї. З наявністю чотирьох кімнат, кухні, ванни, коридору.

Чотири кімнати збудовані різної площі, але однакового складу матеріалу зовнішньої конструкції стіни, підлоги та суміщеного покриття без наявності утеплення.

У кухонному приміщенні встановлено газовий котел «Маяк» - 10Р працюючий на природному газі, також встановлено електричний нагрівальний водяний бак, що індивідуально забезпечує нагрівання води для гарячого водопостачання ванни та кухні. Тому розрахунки ГВС не враховується. Так же зовнішні стіни кухонного приміщення утеплена утеплювачем пінополістиролом екструзійним.

Зовнішні конструкції ванного приміщення також утеплена пінополістиролом екструзійним.

Електроенергією забезпечується від міської електричної мережі ЗГЕС. Теплова енергія забезпечується від індивідуальних котлів.

У будинку передбачено водяне опалення, підключення до системи централізованого теплопостачання. Також є електрика, водогін, каналізація.

Тепловою енергією для опалювання будівлі забезпечується від особистого газового та твердопаливного котла.

На рисунку 1.1 показує схема плану житлового будинку, його розміри приміщення, наявності утепління, котлів та радіаторів.

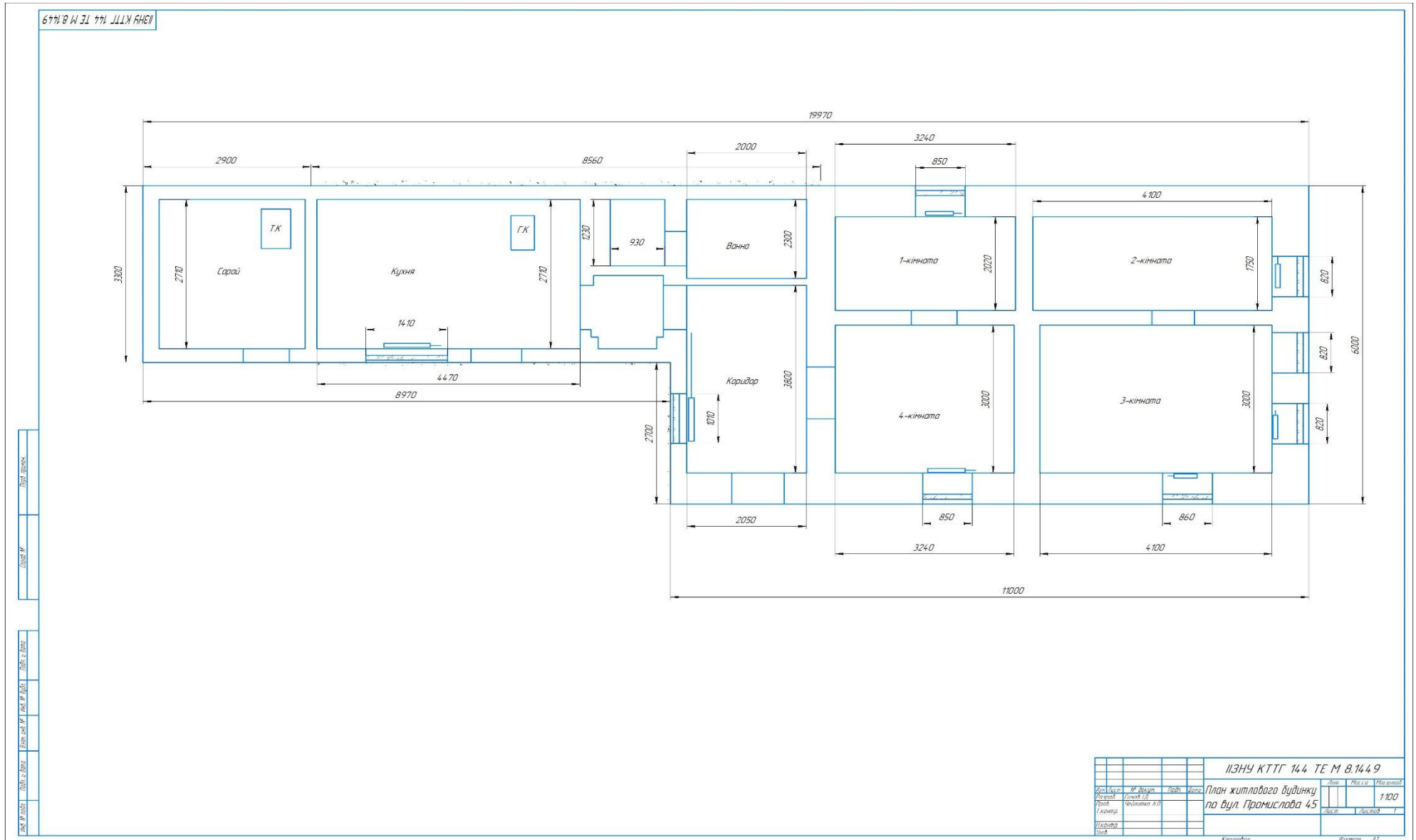


Рисунок 1.1 – План схема житлового будинку

1.2 Опис технічного стану огорожувальної конструкції

1.2.1 Зовнішні стіни

Згідно з технічного паспорта житлового будинку передбачено декілька стін для різних приміщень з різними товщинами та матеріалу конструкції. Чотири кімнати, кухня, коридор та ванна кімната утеплені плитами пінополістірольні екструзійні. Сарай не утеплена та не опалюється, тому це приміщення не враховується для розрахунку енергопотреб, та енергоспоживання. Але у сараї встановлено твердопаливний котел КС-Т-16.

Стіни кімнат виконані з саману товщиною 400 мм., зовні обкладена цементно-перлитовими цеглями товщиною 120 мм., ще зовні обґрунтована цементно-пісчаним розчином. З внутрішньої поверхні стіни обкладена плитами гіпсокартону товщиною 30 мм з каркасом наявністю повітря. Стан зовнішніх стін будівлі – задовільний. На таблиці 1.1 показано вхідні дані товщини кожного матеріалу та його теплопровідність усіх кімнат.

Таблиця 1.1 – Товщини та теплопровідність матеріалів стін кімнати

Стіна (4-ох кімнат)				
Саман	$\delta=$	0,4 м	$\lambda=$	0,6 Вт/(м*К)
Цегла (перлит)	$\delta=$	0,12 м	$\lambda=$	0,47 Вт/(м*К)
Гіпсокартон	$\delta=$	0,03 м	$\lambda=$	0,15 Вт/(м*К)
Каркас з повітря	$\delta=$	0,08 м	$\lambda=$	0,13 Вт/(м*К)
Загал. товщина	$\Sigma\delta=$	0,63 м		

Стіни ванни виконані з цементно-перлитовими цеглями товщиною 240 мм, обґрунтована цементно-пісчаним розчином, та обкладена керамічними плитками товщиною 6 мм. А ззовні утеплена плитами пінополістірольні екструзійні товщиною 100 мм. Стан зовнішніх стін будівлі – задовільний. На таблиці 1.2 показано вхідні дані товщини кожного матеріалу та його теплопровідність ванни.

Таблиця 1.2 - Товщини та теплопровідність матеріалів стін ванни

Стіна (Ванна)				
Цегла (перлит)	$\delta=$	0,24 м	$\lambda=$	0,47 Вт/(м*К)
Плитка (керамічна)	$\delta=$	0,006 м	$\lambda=$	0,5 Вт/(м*К)
Утеплювач	$\delta=$	0,1 м	$\lambda=$	0,034 Вт/(м*К)
Загал. товщина	$\Sigma\delta=$	0,346 м		

Стіни кухні виконані з шлакоблоку товщиною 240 мм, обкладена з керамічної плитки товщиною 8 мм. А ззовні утеплена з плитами пінополістирольні екструзійні. Стан зовнішніх стін будівлі – задовільний. На таблиці 1.3 показано вхідні дані товщини кожного матеріалу та його теплопровідність кухні.

Таблиця 1.3 - Товщини та теплопровідність матеріалів стін кухні

Стіна (кухня)				
Шлакоблок	$\delta=$	0,24 м	$\lambda=$	0,56 Вт/(м*К)
Плитка (керамічна)	$\delta=$	0,008 м	$\lambda=$	0,5 Вт/(м*К)
Утеплювач	$\delta=$	0,1 м	$\lambda=$	0,034 Вт/(м*К)
Загал. товщина	$\Sigma\delta=$	0,348 м		

З стінами коридору трохи інакше. Згідно з технічного паспорту житлового будинку стіни виконані з саману товщиною 400 мм., зовні обкладена цементно-перлитовими цеглями товщиною 120 мм., ще зовні обґрунтована цементно-пісчаним розчином. Але одна стіна утеплена пінополістиролом екструзійним, друга має металеві двері. Стан зовнішніх стін будівлі – задовільний. На таблиці 1.4 показано вхідні дані товщини кожного матеріалу та його теплопровідність коридору.

Таблиця 1.4 – Товщина та теплопровідність матеріалів стіни коридору

Стіна (3) (коридор)				
Саман	$\delta=$	0,4 м	$\lambda=$	0,6 Вт/(м*К)
Цегла (перлит)	$\delta=$	0,12 м	$\lambda=$	0,47 Вт/(м*К)
Загал. товщина	$\Sigma\delta=$	0,52 м		
Стіна (Пн3) (коридор)				
Саман	$\delta=$	0,4 м	$\lambda=$	0,6 Вт/(м*К)
Цегла (перлит)	$\delta=$	0,12 м	$\lambda=$	0,47 Вт/(м*К)
Ізоляція	$\delta=$	0,05 м	$\lambda=$	0,034 Вт/(м*К)
Загал. товщина	$\Sigma\delta=$	0,57 м		

1.2.2 Підлоги

Згідно з технічного паспорта житлового будинку передбачено підлога, яка напряму без фундаменту з'єднється з природною землею без повітряної вентиляції.

Підлога 4-ох кімнат та коридору виконана з керамзита, обґрунтована стяжкою цементного розчину, та обкладена з ламінатами усю поверхонь площі. На таблиці 1.5 показано вхідні дані товщини кожного матеріалу та його теплопровідність 4-ох кімнат та коридору.

Таблиця 1.5 - Товщини та теплопровідність матеріалів підлоги

Підлога (4-ох кімнат та коридору)				
Керамзит	$\delta=$	0,2 м	$\lambda=$	0,14 Вт/(м*К)
Стяжка цементу	$\delta=$	0,1 м	$\lambda=$	1,4 Вт/(м*К)
Ламинат	$\delta=$	0,05 м	$\lambda=$	0,2 Вт/(м*К)

Підлога кухні та ванни виконана з керамзита, обґрунтована стяжкою цементного розчину, та обкладена з керамічними плитами усю поверхонь площі. На таблиці 1.6 показано вхідні дані товщини кожного матеріалу та його теплопровідність кухні та ванни.

Таблиця 1.6 - Товщини та теплопровідність матеріалів підлоги

Підлога (Ванна + Кухня)				
Керамзит	$\delta=$	0,2 м	$\lambda=$	0,14 Вт/(м*К)
Стяжка цементу	$\delta=$	0,1 м	$\lambda=$	1,4 Вт/(м*К)
Плити (керамічні)	$\delta=$	0,008 м	$\lambda=$	0,5 Вт/(м*К)
Загал. товщина	$\Sigma\delta=$	0,308 м		

1.2.3 Віконні блоки

Загальна площа віконних та балконних блоків складає 9,97 м² від загальної площі фасаду (коефіцієнт скління фасаду становить 0,18). Усі вікна встановлені металопластикові з подвійним склінням.

1.2.4 Зовнішні двері

Вхідні двері – металеві та пластикові, на момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у задовільному стані.

1.2.5 Дах

Дах чотирьохсхилий, плита перекриття толь та обкладена звичайним шифонером. Стан даху задовільний.

Усі конструкції з площами, розмірами та орієнтацією перенесено до таблиці 1.8

Таблиця 1.7 – Конструкція будинку з орієнтацією та площі фасаду.

Фасад	Орієнтація	Конструкція	К-сть	Товщина	Висота (довжина)	Ширина	Площа м2
1-кімната	ПнСх	Ст	1	0,63	2,4	3,17	7,608
	ПнСх	В	1	0,08	1,18	0,85	1,003
	-	П	1	0,35	3,17	2,02	6,4034
	-	Ч	1	0,4	3,17	2,65	8,4005
2-кімната	ПнСх	Ст	1	0,63	2,4	4,73	11,352
	ПдСх	Ст	1	0,63	2,4	1,75	4,2
	ПдСх	В	1	0,08	1,18	0,82	0,9676
	-	П	1	0,35	4,1	1,75	7,175
	-	Ч	1	0,4	4,73	2,38	11,2574
3-кімната	ПдСх	Ст	1	0,63	2,4	3,63	8,712
	ПдСх	В	2	0,08	1,18	0,82	1,9352
	ПдЗ	Ст	1	0,63	2,4	4,6	11,04
	ПдЗ	В	1	0,08	1,18	0,86	1,0148
	-	П	1	0,35	3,97	3	11,91
	-	Ч	1	0,4	4,6	3,63	16,698
4-кімната	ПдЗ	Ст	1	0,63	2,4	3,24	7,776
	ПдЗ	В	1	0,08	1,18	0,85	1,003
	-	П	1	0,35	3,24	3	9,72
	-	Ч	1	0,4	3,24	3,63	11,7612
Кухня	ПнЗ	Ст	1	0,248	2,4	4,47	10,728
	ПнЗ	Ст	1	0,248	2,4	6,15	14,76
	ПнЗ	В	1	0,08	1,18	1,41	1,6638
	ПнЗ	В	1	0,08	1,18	1,01	1,1918
	-	П	1	0,35	4,47	2,82	12,6054
	-	Ч	1	0,4	4,47	3,068	13,71396
	ПнЗ	Д	1	0,08	1,95	0,87	1,6965
Ванна	ПнСх	Ст	1	0,246	2,4	3,56	8,544
	-	П	1	0,35	3,29	1,32	4,3428
	-	Ч	1	0,4	3,29	1,566	5,15214
Коридор	ПнЗ	Ст	1	0,63	2,4	3,34	8,016
	З	Ст	1	0,63	2,4	2,5	6
	ПнЗ	В	1	0,08	1,18	1,01	1,1918
	-	П	1	0,35	2,05	3,81	7,8105
	-	Ч	1	0,4	2,68	3,81	10,2108
	З	Д	1	0,08	1,95	0,9	1,755

1.3 Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі

1.3.1 Система опалення

Джерело опалення - двотрубна система централізованого теплопостачання. Температурний графік 130/70 °С. Облік споживання теплової енергії на потреби системи опалення ведеться за показами комерційного вузла обліку теплової енергії.

Підсистема розподілу:

Тип внутрішньої системи опалення: водяна, двотрубна з верхнім розведенням трубопроводів. Частина системи має нижнє розведення. Система налагоджена. Відсутні автоматичні регулятори витрати з регулюванням теплоносія. Підсистема розподілу виконана з сталевих трубопроводів, утеплювач відсутній. Температурний графік 95/70 °С.

Підсистема тепловіддачі.

Система тепловіддачі складається з 7 алюмінієвих радіаторів без автоматичного регулювання теплового потоку. Опалювальні прилади встановлено біля зовнішньої стіни під вікном. Клас енергетичної ефективності системи за:

- регулюванням надходження теплової енергії до приміщення - D;
- регулюванням розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі - D;
- регулюванням періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія - D;
- взаємозв'язком між регулюванням споживання енергії та/або розподілення тепло/холодоносія у системах опалення та охолодження -D.

1.3.2 Система охолодження, кондиціонування, вентиляції

Централізована система охолодження в будівлі відсутня. Значна кількість приміщень охолоджується кондиціонером. Централізована система вентиляції будівлі відсутня. Вентиляція переважної більшості приміщень будівлі

відбувається в природний спосіб за рахунок перепаду тиску зовні та в середині будівлі. Механічна система вентиляції охоплює декілька приміщень.

1.3.3 Система постачання гарячої води

Інженерними мережами будинку не передбачено централізованого ГВП. У будинку встановлено електричний бойлер для індивідуального ГВП, втім враховуючи їх незначну кількість та переривчастий графік роботи їх енергоспоживанням знехтувано.

Проточно — накопичувальний електричний водонагрівач ATLANTIC серія O'PRO SLIM. Компактні і вище звичайного ефективні водонагрівачі з діаметром зовнішнього бака всього 338 мм.! За рахунок зменшеного дзеркала змішування модель Slim O'Pro нагріває за однаковий час на 30% більше води, ніж бойлер електроводонагрівач звичайного діаметру.



Рисунок 1.2 – Водонагрівач ATLANTIC

1.3.4 Система освітлення

Для освітлення використовуються світлодіодні люстри потужністю 10 Вт. Вмикання та вимикання системи освітлення ручне.

1.3.5 Екструдований пінополістирол «Пеноплекс»

Плити «Пеноплекс» – це спінений екструзійний полістирол, що виготовляється методом екструзії з полістиролу загального призначення.

Завдяки своїй структурі плити «Пеноплекс» володіють стабільними теплотехнічними показниками і незвичайно високою міцністю на стискування.

Основні переваги матеріалу: низька теплопровідність, мінімальне водопоглинання і висока міцність роблять його незамінним в цивільному і промисловому будівництві.

Основні властивості теплоізоляційних плит «Пеноплекс»:

- низька теплопровідність;
- відсутність водопоглинання;
- низька паропроникність;
- висока міцність на стискування;
- не схильний до біологічного розкладання;
- екологічна чистота;
- простота і зручність вживання;
- довговічність.

Це екологічно чистий матеріал, за природою хімічно інертний, не схильний до гниття. Працювати з ним можна за будь-яких погодних умов без яких-небудь засобів захисту від атмосферних опадів. Плити легко обробляються (добре ріжуться з використанням звичайного ножа) і надзвичайно прості в монтажі.

Ці плити універсальні в застосуванні. Аналіз теплоізоляційних і механічних властивостей плит «Пеноплекс» дозволяє рекомендувати основні області їх застосування:

- теплоізоляція фундаментів;
- теплоізоляція підлог;
- теплоізоляція стін;
- теплоізоляція крівель;
- застосування в транспортному будівництві.

Пінополістирол «Пеноплекс» не схильний до біологічного розкладання в умовах довкілля і не представляє жодної небезпеки для екології і здоров'я людей, про що свідчить наявність всіх необхідних висновків і сертифікатів.

Висока хімічна стійкість до наступних речовин:

- кислоти (органічні і неорганічні), розчин солей;
- хлорне вапно;
- спирт і спиртні красителі;
- вода і фарби на водній основі;
- аміак, вуглекислий газ, кисень, ацетилен, пропан, бутан;
- фторировані вуглеводи (фреони);
- цементи (будівельні розчини і бетони);
- тваринне і рослинне масло, парафін.

Експлуатувати теплоізоляційні плити «Пеноплекс» рекомендується в діапазоні температур від -50 до $+75$ °С. У цьому температурному режимі всі фізичні і теплотехнічні характеристики матеріалу залишаються незмінними.

1.4 Види використання котлів та їх характеристика

1.4.1 Котел «Маяк» - 10P

Котел опалювальний газовий з водяним контуром «Маяк» - 10P призначений для обігріву приміщень, обладнаних системою водяного опалювання з примусовою циркуляцією.

Котел призначений для роботи на природному газі. Котел даної серії сумісний з кімнатними регулювальниками або контроллерами, що забезпечують автоматичне регулювання встановленої температури в приміщенні.

Згідно схеми на рисунку 1.10 котел, представляє собою теплообмінник, який складається з чавунних секції (їх кількість залежить від потужності котла). Між секціями встановлені турбулізатори, виготовлені з неіржавіючої сталі.

Теплообмінник котла по контуру ізольований ізоляційним матеріалом, який перешкоджає передачі тепла в приміщення. До верхньої частини теплообмінника приєднаний тягопереривач з патрубком для відведення

продуктів згорання. На задній стінці тягопереривача закріплений датчик тяги, який відключає котел за відсутності тяги.

До нижньої частини теплообмінника приєднаний пристрій газопальника, який складається з панелі, запальної і основних пальників POLIDORO, колектора з газовими клапанами HONEYWEL Vr4601, Vr4605 і форсунками.

На запальному пальнику встановлені електрод для розжигу запального пальника і іонізаційний електрод для контролю полум'я. Розжиг запального пальника відбувається в автоматичному режимі від електронного блоку розжигу. Розжиг основних пальників відбувається автоматично після розжигу запального пальника. При згасанні основних пальників гасне запальний пальник.

У верхній частині котла розміщена панель управління на якій встановлені комбінований термоманометр, що показує температуру води в котлі і робочий тиск в системі опалювання, головний вимикач, термостат управління з діапазоном регулювання від 30 до 90 °С і захисний термостат. Захисний термостат зупиняє котел досягнувши температури води в котлі вище 100 °С.

Основні переваги котла газового «Маяк» - 10P:

- призначений для систем опалювання з примусовою циркуляцією теплоносія;
- електронне займання і іонізаційний контроль полум'я;
- ККД не менше 90%;
- антикорозійна обробка поверхонь котла і якісне порошкове фарбування;
- котли даної серії сумісні з різного вигляду контролерами і електронними пристроями;
- тривалий, практично необмежений термін служби чавунного секційного теплообмінника VIADRUS;
- надійність і безпека в роботі газової арматури HONEYWEL;
- безшумна робота, якісне згорання газу забезпечуються низькофакельними щілинними пальниками з нержавіючої сталі POLIDORO.

На рисунку 1.3 показує газовий котел «Маяк» – 10Р встановлений у кухонному приміщенні. На зворотному трубопроводі встановлено циркуляційний насос.

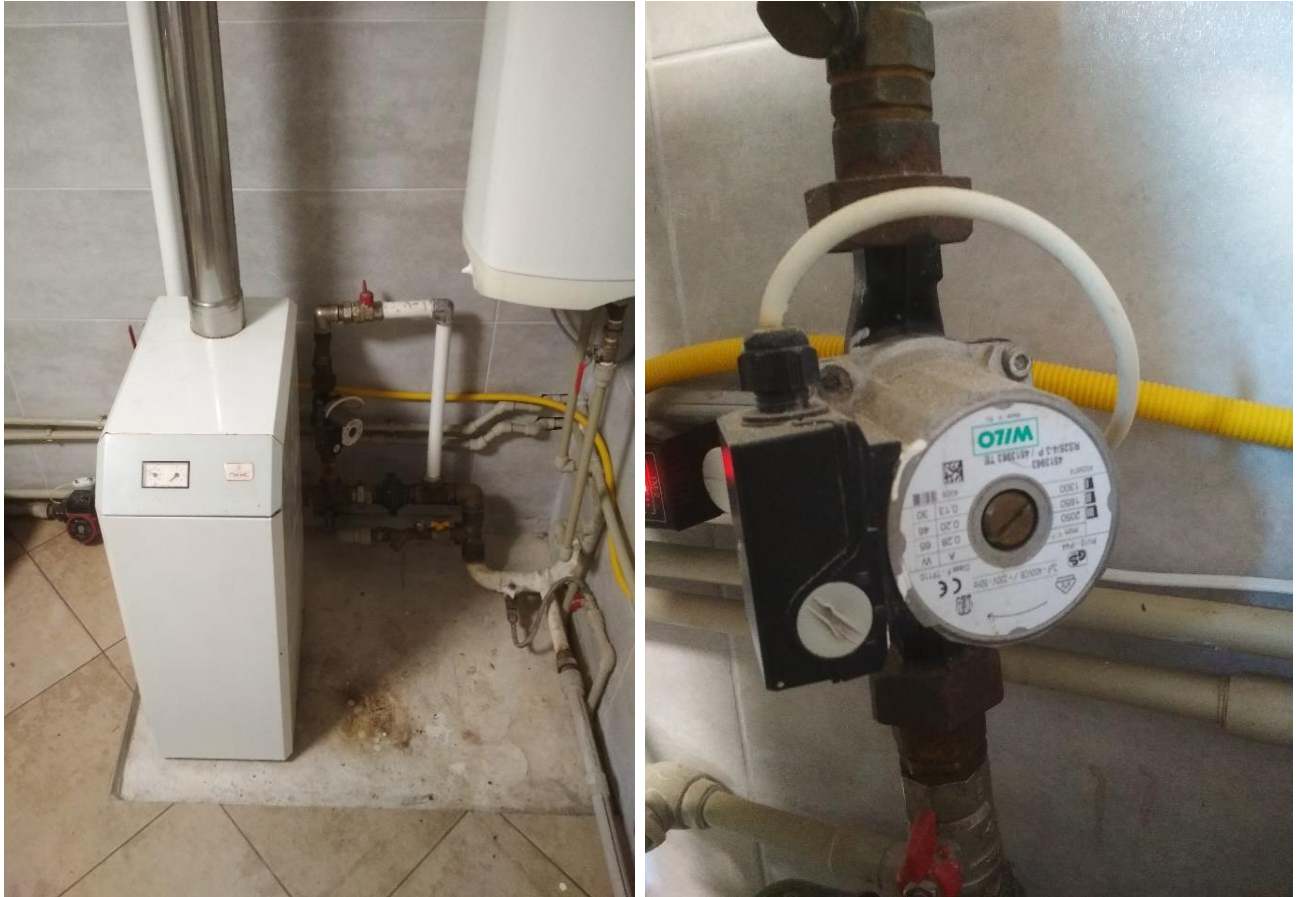
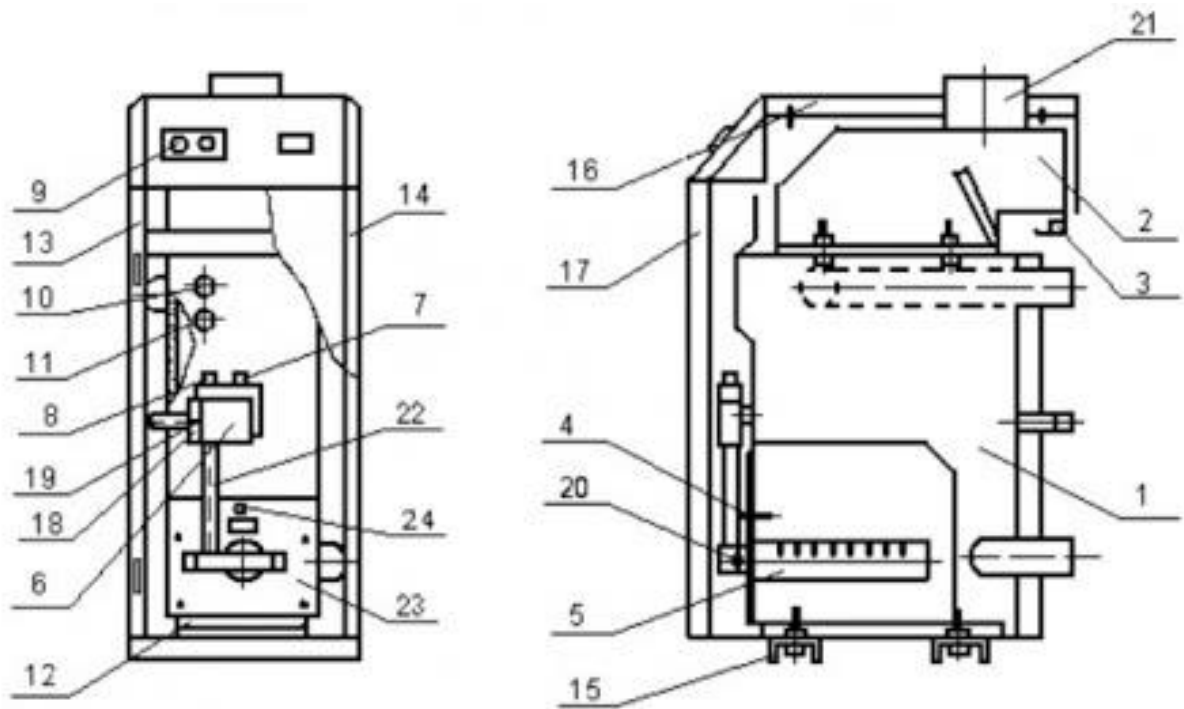


Рисунок 1.3 – Котел «Маяк» - 10Р (зліва), та циркуляційний насос фірми WILO 25/6/130 (справа).

На рисунку 1.4 показано схема газового котла «Маяк» - 10Р з перерахуванням наявності частини роботи котла.



1 – Теплообмінник; 2 – переривач тяги; 3 – датчик тяги; 4 – запальний палик; 5 – основні палики; 6 - газовий клапан; 7 – ручка управління; 8 – ручка регулювання; 9 – термоманометр; 10 – зворотний клапан; 11 – гільза; 12 – піддон; 13, 14 – бокові стінки; 15 – ніжки; 16 – кришки; 17 – дверцята; 18, 19 – штуцери для вимірювання тиску; 20 – форсунки; 21 – патрубок відводу продуктів згорання; 22 – колектор; 23 – панель газопального пристрою; 24 – оглядове вікно.

Рисунок 1.4 – Схема котла «Маяк» - 10Р

1.4.2 Котел КС-Т-16

Котел опалювальний водогрійний сталевий універсальний призначений для теплопостачання житлових будинків, обладнаних системами водяного опалення з природною циркуляцією, з робочим тиском води до 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) і максимальною температурою води на виході з котла до 95°C. Гаряче водопостачання здійснюється від водопровідної мережі через вбудований в котел проточний водопідігрівач. Робочий тиск води в системі гарячого водопостачання складає не більше 0,6 Мпа (6 кгс/см²).

По виду палива котел КС-Т-16 відносяться до багатопаливним котлам, призначеним для спалювання твердого і газоподібного палива шляхом переобладнання, що не потребує демонтажу котла. В якості палива використовують вугілля, дрова, торф'яні брикети, а також відходи лісопиляння упереміж з основним паливом в співвідношенні 1:1. При переобладнанні та установки газовими пальниками котли можуть працювати на газоподібному паливі. Котли працюють на газоподібному паливі обладнані атмосферними пальників. Дане горючі пристрій застосовується для газифікації житлових будинків та перекладу раніше встановленої опалювальної апаратури з твердого палива на природний газ. Номінальний тиск природного газу становить 1,274 кПа

Робота традиційних систем здійснюється за наступною схемою: згорання твердого палива, нагрівання теплоносія, віддача тепла від теплоносія приміщенню.

Основні переваги котла КС-Т-16:

- Використання при виготовленні топки низьколегованої, вуглецевої сталі для котлів і посудин, що працюють під тиском ГОСТ 5520-79, марка сталі 09Г2С товщиною $\neq 3,0$ мм дозволяє добитися терміну служби котлів не менше 15 років.
- Твердопаливний котел не потребує електроенергії, що дозволяє створювати повністю автономні системи.

- Котли монтуються в тепломагістралі спільно з розширювальним бачком, який оберігає від руйнування опалювальної системи в результаті перегріву.
- Котли виключно прості в монтажі і сервісному обслуговуванні.
- Невеликі розміри, сучасний привабливий дизайн.

Важливим атрибутом для якісного функціонування твердопаливного котла і забезпечення оптимальних умов для спалювання палива в ньому є правильно змонтований димохід, інакше в котлі буде створюватися тяга, необхідна для виведення відпрацьованих газів. Тяга в димоході залежить від його внутрішнього перетину, висоти, шорсткості поверхні та різниці температур продуктів згоряння і навколишнього повітря.

До системи твердопаливного котла КС-Т-16 на зворотному трубопроводі встановлено циркуляційний насос фірми Forte GPD 25/4S (див. рис. 1.5).



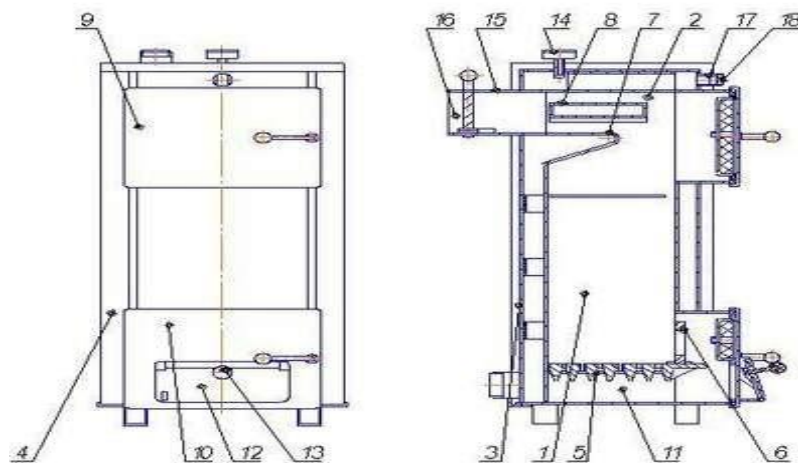
Рисунок 1.5 – Циркуляційний насос фірми Forte GPD 25/4S

На рисунки 1.6 показано твердопаливний котел КС-Т-16 у наявному вигляді, який встановлено у сарайному неопалювальному приміщенні.



Рисунок 1.6 – Твердопаливний котел КС-Т-16 встановлений у сараї

Схема котла КС-Т-16 за наявності перерахунку складу котла зображено на рисунку 1.7



1 – топка котла; 2 – конвективний газоход; 3 – ручка шибер; 4 – декоративний кожух; 5 - колосники; 6 – шуровачний щиток; 7 – теплопоглинаючий козирьок; 8 – теплопоглинаюча панель; 9 – верхня дверця; 10 – нижня дверця; 11 - зольник; 12 – регулюючий дверця; 13 - ручка; 14 – показник температури; 15 – димовий патрубок; 16 - шибер; 17 - штуцер; 18 – заглушник з прокладкой.

Рисунок 1.7 – Креслення котла КС-Т-16

1.5 Розрахунок енергетичного балансу будівлі

1.5.1 Теплообмін у пласкій багат шаровій стіні з повітряним шаром (4-ох кімнат)

Стіну побудовано з більш ніж одного шару, та має повітряний шар. Для кожного шару R_{λ} слід розраховувати за таким значенням $\frac{\delta_n}{\lambda_n}$, для теплопередачів одному шарі пласкої стіни. Потім залишаються 2 поверхні теплових опорів (R_{si} і R_{se}). Для кожного шару товщина стіни відомо з технічної документації, а теплопровідність виявлено з ДСТУ теплофізичних характеристик будівельних матеріалів. На рисунку 1.8 зображено характерний теплообмін у пласкій багат шаровій стіні з наявністю повітряного шару.

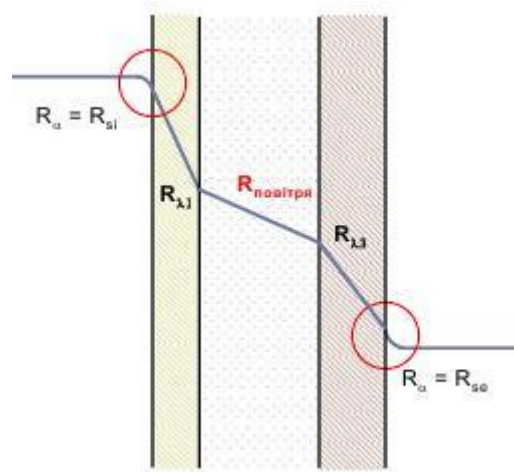


Рисунок 1.8 – Теплообмін у пласкій багат шаровій стіні з наявністю повітряного шару.

Рівняння розрахунок теплообміну багат шарової стіни з повітряним шаром, Вт/м²•К

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{(R_{si} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{\lambda 3} + R_{\lambda_{пов}} + R_{se})}$$

$$= \frac{1}{(0,12 + 0,667 + 0,26 + 0,2 + 0,615 + 0,04)} = 0,527,$$

де U – коефіцієнт теплопередачі;

R_T – тепловий опір;

R_{si} – внутрішній термічний опір поверхні;

R_{se} – зовнішній термічний опір поверхні;

$R_{\lambda_{пов}}$ – термічний опір через повітря;

R_{λ_n} – термічний опір матеріалу стіни.

Дані та результати розрахунку теплообміну багатошарової стіни з наявністю повітряного шару перенесено до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Розрахунки теплообміну багатошарової стіни з наявністю повітряного шару

4-ох кімнат	$R\lambda_1=$	0,667
	$R\lambda_2=$	0,255
	$R\lambda_3=$	0,2
	$R\lambda_{пов}=$	0,615
	$R_{si}=$	0,114
	$R_{se}=$	0,043
	$R_t=$	1,895
	$U=$	0,527

1.5.2 Теплообмін у пласкій багатошаровій стіні з ізоляцією (кухні та ванни)

Теплоізоляцію розглядають як додатковий шар у стіні. Тепловий опір теплоізоляційного шару розраховують так само, як і тепловий опір звичайного огорожувального шару. Для розрахунку коефіцієнта тепловіддачі, що виникає в результаті ізоляції стін, до розрахунку теплового опору наявної стіни додають термічний опір теплоізоляційного шару. На рисунку 1.9 зображено характерний теплообмін у пласкій багатошаровій стіні з ізоляцією.

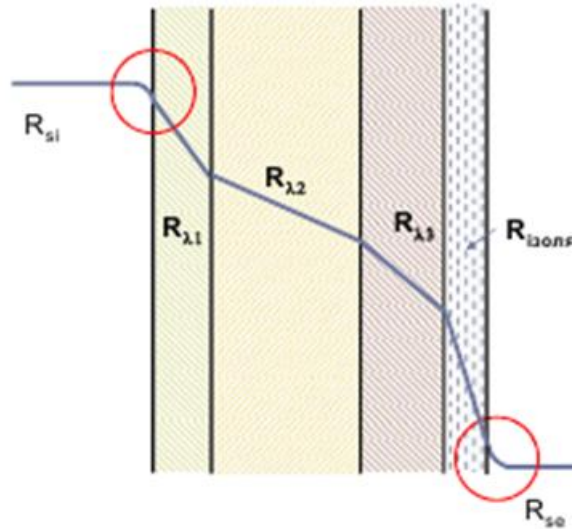


Рисунок 1.9 – Ізоляція стін кухні та ванни

Розрахунок теплообміну багатошарової стіни з ізоляцією, Вт/м²•К

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{(R_{si} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{\text{ізол}} + R_{se})} = \frac{1}{(0,12 + 0,36 + 0,27 + 1,47 + 0,04)} = 0,44,$$

де U - коефіцієнт теплопередачі;

R_T - тепловий опір;

R_{si} - внутрішній термічний опір поверхні;

R_{se} - зовнішній термічний опір поверхні;

$R_{\text{ізол}}$ – термічний опір ізоляційного матеріалу;

$R_{\lambda n}$ - термічний опір матеріалу стіни.

Дані та результати розрахунку теплообміну багатошарової стіни з наявністю ізоляції перенесено до таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Теплообмін стіни кухні та ванни з ізоляцією

Кухня	$R_{\lambda 1} =$	0,428
	$R_{\lambda 2} =$	0,016
	$R_{\text{ізол}} =$	2,941
	$R_{\text{si}} =$	0,114
	$R_{\text{se}} =$	0,043
	$R_t =$	3,544
	$U =$	0,282
Ванна	$R_{\lambda 1} =$	0,511
	$R_{\lambda 2} =$	0,012
	$R_{\text{ізол}} =$	2,941
	$R_{\text{si}} =$	0,114
	$R_{\text{se}} =$	0,043
	$R_t =$	3,622
	$U =$	0,276

1.5.3 Теплообмін у пласкій багат шаровій стіні з ізоляцією (коридор)

Розрахунок теплообміну багат шаровій стіні з ізоляцією для коридору розраховують так само, як і для кухні та ванни з тим же теплоізоляцією пінополістирол екструзійні. Але склад стіни з технічної документації таке саме, як кімнати без гіпсокартону та без повітряного шару.

Розрахунок теплообміну багат шарової стіни з ізоляцією $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{(R_{\text{si}} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{\text{ізол}} + R_{\text{se}})} = \frac{1}{(0,12 + 0,36 + 0,27 + 1,47 + 0,04)} = 0,44,$$

де U - коефіцієнт теплопередачі;

R_T - тепловий опір;

R_{si} - внутрішній термічний опір поверхні;

R_{se} - зовнішній термічний опір поверхні;

$R_{\lambda \text{ізол}}$ - термічний опір ізоляційного матеріалу;

$R_{\lambda n}$ - термічний опір матеріалу стіни.

Дані та результати розрахунку теплообміну багат шарової стіни з наявністю ізоляції перенесено до таблиці 1.10

Таблиця 1.10 – Теплообмін стіни коридору з ізоляцією

Коридор	$R\lambda_1=$	0,6667
	$R\lambda_2=$	0,2553
	$R_{ізол}=$	2,9411
	$R_{si}=$	0,1149
	$R_{se}=$	0,0434
	$R_t=$	4,0215
	$U=$	0,2486

1.5.4 Тепловтрата через вікон

Теплові втрати через вікна й двері розраховують відповідно до стандарту ISO 10077. Цей стандарт містить більш детальну інформацію. У цьому стандарті зазвичай використовують таблиці зі значеннями U .

Метод розрахунку визначено в ISO 10077-1: 2017 «Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта пропускання тепла. Частина 1: Загальні положення (ISO 10077-1: 2017)»

На об'єкті дослідження житлового будинку по всьому приміщенні (окрім ванни) встановлено нові вікна з подвійними склопакетами в пластиковій рамі $U_w = 1,3-1,8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ (див.рис.1.10)



Рисунок 1.10 – встановлене вікно з подвійними склопакетами в пластиковій рамі.

1.5.5 Теплообмін підлоги та тепловтрата через землю

Метод розрахунку визначено в EN ISO 13370 «Теплові характеристики будівель. Втрати тепла через землю. Методологія розрахунку».

Теплові втрати через землю розраховують відповідно до іншого стандарту – ISO 13370. Частина стандарту ISO 13370 включені в ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Є багатотипів тепловтрат через землю, які описано в стандарті.

Для розрахунку тепловтрат через підлогу на землі потрібно розрахувати характерний розмір та еквівалентну товщину. Ці значення використовують у подальших розрахунках, а також визначають, яку формулу використають для подальшого розрахунку U-значення підлоги на землі.

Розрахунок характерного розміру приміщення будівлі

$$B' = A / 0,5 * P = 6,4 / 0,5 * 5,19 = 2,47,$$

де B' – характерний розмір;

A – площа підлоги, m^2 ;

P – периметр підлоги, м.

d_t – еквівалентна товщина підлоги, м

$$d_t = w + \lambda * (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,63 + 1,5 * (0,12 + 1,9 + 0,04) = 3,492,$$

де w – товщина стіни, м;

R_f – тепловий опір підлоги, $m^2 \cdot K / W$;

λ – теплопровідність землі, $2 W / (m \cdot K)$.

Згідно з результатом $d_t > B'$ приймаємо, що підлога добре ізольована та обираємо рівняння з рисунку 1.11.

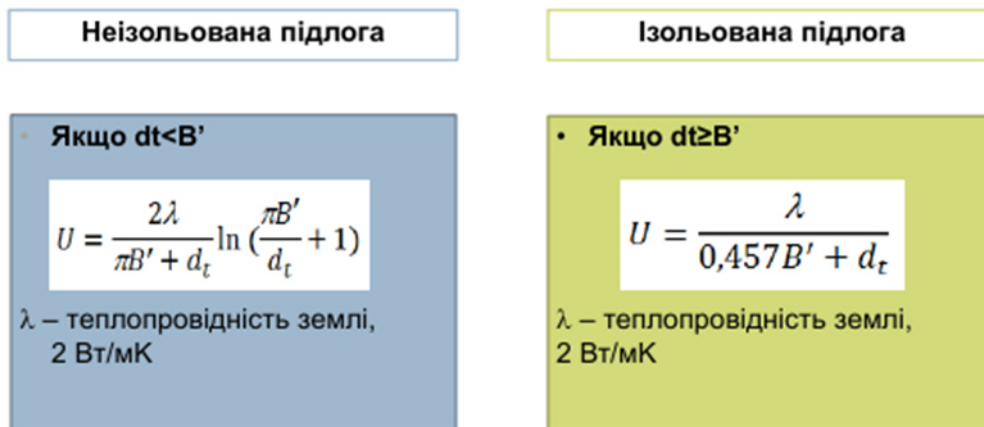


Рисунок 1.11 – Формули визначення ізольованості підлоги

Розрахунок тепловтрат ізольованої підлоги, Вт/м²•К

$$U = \frac{\lambda}{0,457 * B' + d_t} = \frac{1,5}{0,457 * 2,47 + 3,492} = 0,3247.$$

Дані та результати розрахунку теплообміну підлоги до ґрунту перенесено до таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Дані та розрахунки характерного розміру та еквівалентного товщину

Перша кімната	Друга кімната	Третя кімната	Четверта кімната	Кухня	Ванна	Коридор
A= 6,4034	A= 7,175	A= 11,91	A= 9,72	A= 12,6054	A= 4,3428	A= 7,8105
P= 5,19	P= 5,85	P= 6,97	P= 6,24	P= 7,29	P= 4,61	P= 5,86
B'= 2,46759	B'= 2,45299	B'= 3,4175	B'= 3,11538	B'= 3,45827	B'= 1,88408	B'= 2,6657
dt= 3,49191	dt= 3,49191	dt= 3,49191	dt= 3,49191	dt= 3,14091	dt= 3,14091	dt= 3,49191
w= 0,63	w= 0,63	w= 0,63	w= 0,63	w= 0,63	w= 0,63	w= 0,63
λ = 1,5	λ = 1,5	λ = 1,5	λ = 1,5	λ = 1,5	λ = 1,5	λ = 1,5
U= 0,3247	U= 0,32517	U= 0,29681	U= 0,30515	U= 0,32026	U= 0,37482	U= 0,31846

U-значення підлоги на землі буде значно нижче за U-значення для тієї ж огорожувальної конструкції будівлі, що не знаходиться в безпосередньому контакті із землею. Земля діє як ізоляційний шар і може зменшити тепловтрати більш ніж на 50 %.

1.5.6 Теплообмін неопалювального горища

Спочатку розраховується за стандартною формулою теплового опору та зрівняється з нормативним значенням. Потім розраховують теплообмін суміщеного покриття, як показано нижче $Вт/м^2 \cdot К$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{(R_{si} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{ізол} + R_{se})} = \frac{1}{(0,12 + 0,36 + 0,27 + 1,47 + 0,04)} = 0,44,$$

де U - коефіцієнт теплопередачі;

R_T - тепловий опір;

R_{si} - внутрішній термічний опір поверхні;

R_{se} - зовнішній термічний опір поверхні;

$R_{\lambda ізол}$ - термічний опір ізоляційного матеріалу;

$R_{\lambda n}$ - термічний опір матеріалу стіни.

Дані та результати розрахунку теплообміну суміщеного покриття перенесено до таблиці 1.12

Таблиця 1.12 – Теплообмін суміщеного покриття

Усього будинку	$R_{\lambda 1} =$	1,7647
	$R_{\lambda 2} =$	0,7142
	$R_{si} =$	0,1149
	$R_{se} =$	0,0833
	$R_t =$	2,6772
	$U =$	0,3735

1.5.7 Результат нормативного значення теплового опору

За отриманими результатами розрахунків термічного опору огорожень зрівнюємо з нормативним значенням теплового опору за рисунком 1.12

Так як об'єкт знаходиться у місті Запоріжжя то нормативне значення R_{qmin} приймаємо за другим кліматичним зоном по Україні. Результати наведені до таблиці 1.13.

Нормативні значення коефіцієнта теплового опору R 

Огороджувальні конструкції будівлі	Тепловий опір для кліматичних зон, м²К/Вт	
	I	II
1 Зовнішні стіни	3.3	2.8
2 Суміщені покриття	6.0	5.5
3 Покриття опалюваних горищ та покриття мансардного типу	4.95	4.5
4 Горищні перекриття неопалюваних горищ	4.95	4.5
5 Перекриття над неопалюваними підвалами та проїздами	3.75	3.3
6 Світлопрозорі огороджувальні конструкції	0.75	0.6
7 Зовнішні двері	0.6	0.5



Рисунок 1.12 – Нормативні значення теплового опору

Таблиця 1.13 – Зрівняння теплового опору за нормативним значенням

Вид огорожі		Зрівняння розрахункового теплового опору з номінальним м²*К/кВт $R_q \geq R_{qmin}; R_q \leq R_{qmin}$
Зовнішня стіна	4-ох кімнат	1,89 < 2,8
	Кухня	3,5 > 2,8
	Ванна	3,62 > 2,8
	Коридор	4,02 > 2,8
Підлога	4-ох кімнат + Коридор	1,91 < 3,3
	Ванна + Кухня	1,67 < 3,3
Суміщене покриття		2,67 < 4,5

1.6 Енергопотреба для опалення та охолодження будівлі

1.6.1 Методика розрахунку

Цим стандартом передбачено два кроки розрахунку:

- 1) розрахунок енергопотреби для опалення та охолодження;
- 2) розрахунок сезонної тривалості роботи сезонозалежних технічних засобів.

Методика розрахунку з визначення енергопотреби для опалення та охолодження зони будівлі підсумована нижче:

- а) розрахувати внутрішні умови та кліматологічні умови;
- б) розрахувати характеристики теплопередачі;
- в) розрахувати характеристики теплопередачі;
- г) розрахувати внутрішні теплонадходження;
- д) розрахувати сонячні теплонадходження;
- е) розрахувати динамічні параметри.

Енергопотребу для опалення та охолодження встановлюють за розрахунком 12-місячного опалювального режиму та 12-місячного режиму охолодження, кожен з власним значенням параметра (наприклад, для вентиляції, утилізації теплоти тощо).

1.6.2 Енергопотреба для опалення та охолодження

1.6.2.1 Енергопотреба для опалення

Для житлового будинку та для кожного місяця енергопотребу для опалення $Q_{H,nd}$ Вт•год, за умови постійного опалення, розраховують за формулою Вт•год

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd.cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} * Q_{H,gn} = 3230419 - 0,5 * 277547 \\ = 3091663,01,$$

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

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

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

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

Для житлового будинку та для кожного місяця енергопотребу для опалення $Q_{H,gn}$ за умови переривчастого опалення, визначають за формулою, Вт*год

$$Q_{H,gn} = Q_{H,gn,interm.}$$

У випадку з довготривалим періодом невикористання $Q_{H,gn}$ визначають з поправками.

1.6.2.2 Енергопотреба для охолодження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для охолодження $Q_{C,nd}$ за умови постійного охолодження, розраховують за формулою, Вт*год

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,Is} * Q_{C,ht} = 277547 - 0,11 * 2351292 = 72,239,$$

де $Q_{C,nd,cont}$ - енергопотреба для постійного охолодження будівлі, Вт*год, повинна бути більше чи дорівнювати 0;

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

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

$\eta_{C,Is}$ - безрозмірний коефіцієнт використання втрат.

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для охолодження, $Q_{C,nd}$ за умови переривчастого охолодження, визначають за формулою, Вт*год

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,interm.}$$

У випадку з довготривалим періодом невикористання $Q_{C,nd}$ визначають з поправками.

1.6.2.3 Сумарна теплопередача та теплові надходження

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

$$Q_{h,ht} = Q_{h,tr} + Q_{h,ve} = 252167 + 708782 = 3230419;$$

$$Q_{c,ht} = Q_{c,tr} + Q_{c,ve} = 1743912 + 607380 = 2351292,$$

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

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

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

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol} = 199099 + 78448,4 = 277547,$$

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

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

Перераховані результати занесені до таблиці 1.14.

Таблиця 1.14 – Розрахунок енергопотребі для опалювання та охолодження будівлі

Місяць	Q _{h,tr}	Q _{h,ve}	Q _{c,tr}	Q _{c,ve}	Q _{int}	Q _{sol}	Q _{h,ht}	Q _{c,ht}	Q _{gn}
Січень	2521637	708782	1743912	607380	199099	78448,4	3230419	2351292	277547
Лютий	2196093	617211	1509326	525622	179831	117321	2813304	2034948	297152
Березень	1970120	553306	1298582	451904	199099	185176	2523426	1750485	384275
Квітень	1120535	313870	621998	215738	192676	230342	1434405	837737	423018
Травень	0	0	0	0	199099	299579	0	0	498677
Червень	0	0	0	0	192676	311708	0	0	504384
Липень	0	0	0	0	199099	317225	0	0	516324
Серпень	0	0	0	0	199099	294850	0	0	493949
Вересень	0	0	0	0	192676	236004	0	0	428680
Жовтень	1208024	338466	683216	237064	199099	160040	1546490	920280	359139
Листопад	1761006	494423	1139156	396291	192676	77029,5	2255429	1535447	269706
Грудень	2280975	624341	1549586	545677	199099	60338,6	2905316	2095263	259437

1.7 Теплопередача трансмісією

1.7.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу трансмісією Q_{tr} розраховують для кожного місяця за формулами, Вт•год

- для опалення

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} * (\theta_{int,set,H} - \theta_C) * t = 14,68 * (22 - (-3,5)) * 744 = 289563,1;$$

- для охолодження

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} * (\theta_{int,set,C} - \theta_C) * t = 11,862 * (19 - (-3,5)) * 744 = 198582,7,$$

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

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

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

θ_C - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

t - тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год.

Результати розрахунку теплопередачі трансмісією наведені до таблиці 1.17

1.7.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

1.7.2.1 Загальні положення

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, розраховане згідно з формулою, Вт/К

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g = 4,013 + 2,82 + 7,52 + 0,32 = 14,68,$$

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

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

В загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g , складається з трьох доданків та розраховується за формулою, Вт/К

$$H_x = b_{tr,x} * \sum_i A_i * U_i = 1 * 7,608 * 0,527 = 4,013,$$

де A_i - площа і-го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м²*К). що становить $U_i = 1/R_{npi}$;

R_{npi} - приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м²*К/Вт, що для непрозорих елементів. Для світлопрозорих елементів приймається за відповідними стандартами;

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

- $b_{tr,x} = 1$ – при розрахунках H_d ;

- $b_{tr,x} \neq 1$ – при розрахунках H_g .

Підсумовування здійснюють за всіма складовими будівлі, що розділяють внутрішнє середовище, та середовище з іншої сторони конструкції (зовнішнє, фонт, некондиціонований об'єм тощо).

У випадку наявності більш ніж одного типу нижнього поверху або більш ніж одного суміжного некондиціонованого об'єму значення узагальнених

коефіцієнтів теплопередачі трансмісією складають, використовуючи для кожного елемента відповідне значення поправочного коефіцієнту $b_{tr,x}$.

1.7.2.2 Особливі методики

Теплопередача через світлопрозорі елементи

Приведений опір теплопередачі i -го світлопрозорого елемента будівлі повинен визначатися розрахунком згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-146 за проектними даними.

За відсутності точних даних допускається для спрощення приймати значення частки обрамлення (непрозорої частини) на рівні 0,3 для віконних та дверних блоків та 0,2 для світлопрозорих фасадів будівлі.

1.7.2.3 Теплопередача до ґрунту

Методика розрахунку теплопередачі до ґрунту.

Для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання вимогам будівельних норм як стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту необхідно використовувати значення H_g , що розраховують та знехтувати поправкою на різницю температур (значення ($b_{tr,x} = 1$)).

Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g розраховують за формулою, Вт/К

$$H_g = A * U + P * \psi_g = 6,4 * 0,325 + 5,19 * 1,05 = 7,53,$$

Для інших цілей узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту можливо розраховувати для кожного місяця. У цьому випадку H_g необхідно замінити на $H_{g,m}$ (без коригування на $b_{tr,x}$).

Результати розрахунку коефіцієнта теплопередачі трансмісією наведені до таблиці 1.16.

1.7.2.4 Теплопровідні включення

Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі необхідно здійснювати на підставі розрахунків двомірних та тримірних температурних полів відповідно.

Лінійні коефіцієнти та точкові коефіцієнти теплопередачі поширених теплопровідних включень наведені в ДСТУ Б В.2.6-189.

У випадку, якщо теплопровідне включення розташоване на межі двох зон, то до кожної зони відносять половину значення лінійного коефіцієнта теплопередачі даного теплопровідного включення.

Для існуючих будівель, за відсутності інформації чи її недостатній кількості щодо теплопровідних включень у конструкції, необхідно використовувати коригуючу поправку до коефіцієнта теплопередачі для врахування впливу теплопровідних включень за формулою, Вт•год

$$U_{op.corp} = U_{op.mn} + \Delta U_{tb} = 0,527 + 0,075 = 0,602,$$

де $U_{op.mn}$ - коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини конструкції (по основному полю), Вт/(м² К);

ΔU_{tb} - додаткова складова за замовчуванням до коефіцієнта теплопередачі непрозорих конструкцій U_{op} , що враховує вплив теплопровідних включень, Вт/(м² К), розрахункові значення наведені в таблиці 1.15.

Таблиця 1.15 - Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі, які враховують вплив теплопровідних включень

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорої частин конструкцій, Вт/(м ² *К)	ΔU_{tb} , Вт/(м ² * К)
$U_{op,mn} \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_{op,mn} < 0,8$	0,075
$U_{op,mn} < 0,4$	0,15

Таблиця 1.16 - Розрахунку коефіцієнти теплопередачі трансмісією.

Приміщення	Вид огорожі	Площа (А) м2	btr,x,H	btr,x,C	Hx,h	Hx,C	U	ΔU_{tb}	$U_{op.corp}$
Перша кімната	Зовн.Стіна	7,608	1	1	4,0131	4,0131	0,52748	0,075	0,60248
	Верхне покриття	8,4005	0,9	0	2,82394	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	6,4034	1	1	7,5287	7,5287	0,3247	0,075	0,3997
	Вікно	1,003	0,2	0,2	0,32096	0,32096	1,6	-	1,6
					ΣH_x	14,6867	11,8628		
Друга кімната	Зовн.Стіна	15,552	1	1	8,20343	8,20343	0,52748	0,075	0,60248
	Верхне покриття	11,2574	0,9	0	3,78433	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	7,175	1	1	8,47562	8,47562	0,32517	0,075	0,40017
	Вікно	0,9676	0,2	0,2	0,30963	0,30963	1,6	-	1,6
					ΣH_x	20,773	16,9887		
Третя кімната	Зовн.Стіна	19,752	1	1	10,4189	10,4189	0,52748	0,075	0,60248
	Верхне покриття	16,698	0,9	0	5,61326	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	11,91	1	1	10,8535	10,8535	0,29681	0,075	0,37181
	Вікно	4,8852	0,2	0,2	1,56326	1,56326	1,6	-	1,6
					ΣH_x	28,4489	22,8357		
Четверта кімната	Зовн.Стіна	7,776	1	1	4,10172	4,10172	0,52748	0,075	0,60248
	Верхне покриття	11,7612	0,9	0	3,95369	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	9,72	1	1	9,51804	9,51804	0,30515	0,075	0,38015
	Вікно	1,003	0,2	0,2	0,32096	0,32096	1,6	-	1,6
					ΣH_x	17,8944	13,9407		

Продовження таблиці 1.16

Кухня	Зовн.Стіна	25,488	1	1	7,19153	7,19153	0,28215	0,075	0,35715
	Верхне покриття	13,71396	0,9	0	4,61013	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	12,6054	1	1	11,6915	11,6915	0,32026	0,075	0,39526
	Вікно	2,8556	0,2	0,2	0,91379	0,91379	1,6	-	1,6
	Двері	1,6965	0,3	0,3	1,0179	1,0179	2	-	2
					ΣНх	25,4249	20,8147		
Ванна	Зовн.Стіна	8,544	1	1	2,35876	2,35876	0,27607	0,075	0,35107
	Верхне покриття	5,15214	0,9	0	1,73196	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	4,3428	1	1	6,46826	6,46826	0,37482	0,075	0,44982
					ΣНх	10,559	8,82703		
Коридор	Зовн.Стіна	14,016	1	1	3,48519	3,48519	0,24866	0,075	0,32366
	Верхне покриття	10,2108	0,9	0	3,4325	0	0,37352	0,075	0,44852
	Підлога	7,8105	1	1	8,64035	8,64035	0,31846	0,075	0,39346
	Вікно	1,1918	0,2	0,2	0,38138	0,38138	1,6	-	1,6
	Двері	1,755	0,3	0,3	1,053	1,053	2	-	2
					ΣНх	16,9924	13,5599		

Таблиці 1.17 – Розрахунок теплопередачі трансмісією за місяцем

Січень									
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c	
1-кімната	23	19	-3,5	744	14,6867	11,8628	289563,1	198582,7	
2-кімната	23	19	-3,5	744	20,773	16,9887	409560,7	284390,5	
3-кімната	23	19	-3,5	744	28,4489	22,8357	560898,9	382268,9	
4-кімната	23	19	-3,5	744	17,8944	13,9407	352806,1	233367,6	
Кухня	20	17	-3,5	744	25,4249	20,8147	444528,4	317466,3	
Ванна	21	18	-3,5	744	10,559	8,82703	192469,2	141197,1	
Коридор	18	15	-3,5	744	16,9924	13,5599	271810,7	186638,7	
							ΣQ	2521637	1743912
Лютий									
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c	
1-кімната	23	19	-2,6	672	14,6867	11,8628	252658,4	172190,4	
2-кімната	23	19	-2,6	672	20,773	16,9887	357362,3	246594,1	
3-кімната	23	19	-2,6	672	28,4489	22,8357	489412,4	331464,1	
4-кімната	23	19	-2,6	672	17,8944	13,9407	307841	202352,3	
Кухня	20	17	-2,6	672	25,4249	20,8147	386132,5	274155	
Ванна	21	18	-2,6	672	10,559	8,82703	167457,1	122194,3	
Коридор	18	15	-2,6	672	16,9924	13,5599	235229,4	160375,9	
							ΣQ	2196093	1509326
Березень									
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c	
1-кімната	23	19	2	744	14,6867	11,8628	229465,1	150040,2	
2-кімната	23	19	2	744	20,773	16,9887	324557,5	214872,9	
3-кімната	23	19	2	744	28,4489	22,8357	444485,9	288825,4	
4-кімната	23	19	2	744	17,8944	13,9407	279582,2	176322,2	
Кухня	20	17	2	744	25,4249	20,8147	340489,8	232292,4	
Ванна	21	18	2	744	10,559	8,82703	149261,9	105076,9	
Коридор	18	15	2	744	16,9924	13,5599	202277,7	131151,5	
							ΣQ	1970120	1298582
Квітень									
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c	
1-кімната	23	19	10,1	720	14,6867	11,8628	136410,1	76016,6	
2-кімната	23	19	10,1	720	20,773	16,9887	192939,7	108863,5	
3-кімната	23	19	10,1	720	28,4489	22,8357	264233,6	146330,9	
4-кімната	23	19	10,1	720	17,8944	13,9407	166203,2	89332,12	
Кухня	20	17	10,1	720	25,4249	20,8147	181228,4	103407,6	
Ванна	21	18	10,1	720	10,559	8,82703	82866,94	50208,12	
Коридор	18	15	10,1	720	16,9924	13,5599	96652,87	47839,39	
							ΣQ	1120535	621998,2

Продовження таблиці 1.17

Травень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	16,4	744	14,6867	11,8628	72117,61	22947,33
2-кімната	23	19	16,4	744	20,773	16,9887	102003,8	32862,91
3-кімната	23	19	16,4	744	28,4489	22,8357	139695,6	44173,3
4-кімната	23	19	16,4	744	17,8944	13,9407	87868,69	26966,92
Кухня	20	17	16,4	744	25,4249	20,8147	68097,96	9291,696
Ванна	21	18	16,4	744	10,559	8,82703	36137,08	10507,69
Коридор	18	15	16,4	744	16,9924	13,5599	20227,77	-14124
						ΣQ	526148,5	132625,8
Червень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	20,2	720	14,6867	11,8628	29608,4	-10249,4
2-кімната	23	19	20,2	720	20,773	16,9887	41878,39	-14678,2
3-кімната	23	19	20,2	720	28,4489	22,8357	57353,02	-19730
4-кімната	23	19	20,2	720	17,8944	13,9407	36075,12	-12044,8
Кухня	20	17	20,2	720	25,4249	20,8147	-3661,18	-47957,1
Ванна	21	18	20,2	720	10,559	8,82703	6081,977	-13982
Коридор	18	15	20,2	720	16,9924	13,5599	-26916	-50768,3
						ΣQ	140419,7	-169410
Липень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	22,4	744	14,6867	11,8628	6556,146	-30008
2-кімната	23	19	22,4	744	20,773	16,9887	9273,072	-42974,6
3-кімната	23	19	22,4	744	28,4489	22,8357	12699,6	-57765,1
4-кімната	23	19	22,4	744	17,8944	13,9407	7988,063	-35264,4
Кухня	20	17	22,4	744	25,4249	20,8147	-45398,6	-83625,3
Ванна	21	18	22,4	744	10,559	8,82703	-10998,2	-28896,2
Коридор	18	15	22,4	744	16,9924	13,5599	-55626,4	-74655,5
						ΣQ	-75506,4	-353189
Серпень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	21,4	744	14,6867	11,8628	17483,06	-21182,2
2-кімната	23	19	21,4	744	20,773	16,9887	24728,19	-30335
3-кімната	23	19	21,4	744	28,4489	22,8357	33865,59	-40775,4
4-кімната	23	19	21,4	744	17,8944	13,9407	21301,5	-24892,5
Кухня	20	17	21,4	744	25,4249	20,8147	-26482,5	-68139,1
Ванна	21	18	21,4	744	10,559	8,82703	-3142,35	-22328,8
Коридор	18	15	21,4	744	16,9924	13,5599	-42984	-64566,9
						ΣQ	24769,43	-272220

Продовження таблиці 1.17

Вересень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	16,2	720	14,6867	11,8628	71906,12	23915,33
2-кімната	23	19	16,2	720	20,773	16,9887	101704,7	34249,18
3-кімната	23	19	16,2	720	28,4489	22,8357	139285,9	46036,69
4-кімната	23	19	16,2	720	17,8944	13,9407	87611,01	28104,49
Кухня	20	17	16,2	720	25,4249	20,8147	69562,43	11989,29
Ванна	21	18	16,2	720	10,559	8,82703	36491,86	11439,83
Коридор	18	15	16,2	720	16,9924	13,5599	22022,17	-11715,8
						ΣQ	528584,2	144019
Жовтень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	9,6	744	14,6867	11,8628	146420,6	82963,43
2-кімната	23	19	9,6	744	20,773	16,9887	207098,6	118812
3-кімната	23	19	9,6	744	28,4489	22,8357	283624,3	159703,5
4-кімната	23	19	9,6	744	17,8944	13,9407	178400,1	97495,8
Кухня	20	17	9,6	744	25,4249	20,8147	196727,4	114597,6
Ванна	21	18	9,6	744	10,559	8,82703	89557,11	55165,38
Коридор	18	15	9,6	744	16,9924	13,5599	106195,8	54478,33
						ΣQ	1208024	683216
Листопад								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	3,5	720	14,6867	11,8628	206201,4	132388,5
2-кімната	23	19	3,5	720	20,773	16,9887	291653,1	189593,7
3-кімната	23	19	3,5	720	28,4489	22,8357	399422,8	254845,9
4-кімната	23	19	3,5	720	17,8944	13,9407	251237,5	155578,4
Кухня	20	17	3,5	720	25,4249	20,8147	302047,4	202319,2
Ванна	21	18	3,5	720	10,559	8,82703	133043,2	92154,15
Коридор	18	15	3,5	720	16,9924	13,5599	177400,8	112276,1
						ΣQ	1761006	1139156
Грудень								
Приміщ	Θint,set,h	Θint,set,c	Θс	t	Htr,h	Htr,c	Qtr,h	Qtr,c
1-кімната	23	19	-1,1	744	14,6867	11,8628	263338,5	177400,5
2-кімната	23	19	-1,1	744	20,773	16,9887	372468,4	254055,6
3-кімната	23	19	-1,1	744	28,4489	22,8357	510100,5	341493,6
4-кімната	23	19	-1,1	744	17,8944	13,9407	320853,9	208475,1
Кухня	20	17	-1,1	744	25,4249	20,8147	399129,7	280299,5
Ванна	21	18	-1,1	744	10,559	8,82703	173615,1	125435,6
Коридор	18	15	-1,1	744	16,9924	13,5599	241469,1	162426,1
						ΣQ	2280975	1549586

1.8 Теплопередача вентиляцією

1.8.1 Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі

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

- для опалення

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} * (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) * t = 4,05 * (22 - (-3,5)) * 744 = 79991,6;$$

- для охолодження

$$Q_{ve} = H_{ve,adj} * (\theta_{int,set,H,z} - \theta_e) * t = 4,05 * (19 - (-3,5)) * 744 = 67917,4,$$

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

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

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

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

θ_e - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С;

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

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

$f_{ve,extra,j,k}$ - частка роботи для конкретної i-ої години доби i-го дня місяця від k-го елемента додаткової вентиляції (якщо нічна вентиляція та/або природне охолодження працює); $f_{ve,extra,j,k} = 1$, якщо не працює, $f_{ve,extra,j,k} = 0$);

j = 1 до 24 - крок розрахунку в годинах;

i = 1 до N - крок розрахунку в добах (N = 31 для січня).

1.8.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

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

$$H_{ve,adj} = p_a * c_a * \left(\sum_k b_{ve,k} * q_{ve,k,mn} \right) = 0,33 * 0,8 * 1 * 83,1 = 4,05,$$

де p_a c_a - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює 0,33 Вт•год/(м³*К);

$q_{ve,k,mn}$ - усереднена за часом витрата повітря від k -го елемента, м³/год;

$b_{ve,k}$ - температурний поправочний коефіцієнт для k -го елемента повітряного потоку зі значенням $b_{ve,k} = 1$, якщо температура припливного повітря $\Theta_{sup,k}$ не дорівнює температурі зовнішнього середовища, як у випадку попереднього нагріву, попереднього охолодження чи утилізації теплоти; значення необхідно визначати;

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

Усереднену за часом витрату повітря k -го елемента повітряного потоку $q_{ve,k,mn}$, розраховують за формулою, м³/год

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} * q_{ve,k} = 1 * 83,1 = 83,1$$

де $q_{ve,k}$ - витрата повітря k -го елемента повітряного потоку, м³/год, визначають за проектними даними або результатами випробувань;

$f_{ve,t,k}$ - частка роботи елемента повітряного потоку, розрахована як частка від загальної кількості годин на добу (повний час: $f_{ve,t,k} = 1$), яку визначають з того ж джерела, що і $q_{ve,k}$.

У випадку переривчастого опалення або охолодження де ефект переривчастості враховують понижувальним коефіцієнтом на енергопотреби для опалення чи охолодження, часову частку розраховують за постійного опалення

чи охолодження, нехтуючи днями з заданим черговим опаленням чи охолодженням та днями з їх відключенням.

У випадку різних властивостей теплопередачі вентиляцією для опалення та охолодження необхідно використовувати окремі вхідні дані. Це застосовують, наприклад, у випадках різної кратності повітрообміну взимку та влітку, наявності теплоутилізаційної установки тощо.

Перераховані результати теплопередачі вентиляції занесені до таблиці 1.18.

1.8.3 Особливі методики. Температурний поправочний коефіцієнт

Вентиляція з інфільтрацією повітря ззовні

При вентиляції (механічній, природній) без попереднього підігріву/охолодження та без утилізації теплоти температуру припливного повітря $\theta_{sup,k}$ приймають такою, що дорівнює середньомісячній температурі зовнішнього середовища θ_e . Внаслідок цього температурний поправочний коефіцієнт $b_{ve,k}$ для витрати потоку повітря від зовнішнього середовища дорівнює $b_{ve,k} = 1$.

Вентиляція з інфільтрацією повітря від суміжного некондиціонованого об'єму та суміжного приміщення оранжерейного типу У випадку вентиляції з інфільтрацією від суміжного некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу температурний поправочний коефіцієнт приймають $b_{ve,k} = 0$.

Таблиці 1.18 – Розрахунок теплопередачі трансмісією за місяцем

Січень							
Приміщ	$\Theta_{int,set,h}$	$\Theta_{int,set,c}$	Θ_c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	-3,5	744	4,05719	79991,6	67917,4
2-кімната	23	19	-3,5	744	4,54608	89630,5	76101,4
3-кімната	23	19	-3,5	744	7,54618	148780	126323
4-кімната	23	19	-3,5	744	6,15859	121423	103095
Кухня	20	17	-3,5	744	7,98678	139641	121814
Ванна	21	18	-3,5	744	2,7516	50156,1	44014,6
Коридор	18	15	-3,5	744	4,94873	79159,9	68114,4
					ΣQ	708782	607380
Лютий							
Приміщ	$\Theta_{int,set,h}$	$\Theta_{int,set,c}$	Θ_c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	-2,6	672	4,05719	69796,7	58891
2-кімната	23	19	-2,6	672	4,54608	78207,1	65987,3
3-кімната	23	19	-2,6	672	7,54618	129818	109534
4-кімната	23	19	-2,6	672	6,15859	105947	89393,2
Кухня	20	17	-2,6	672	7,98678	121297	105195
Ванна	21	18	-2,6	672	2,7516	43638,1	38090,9
Коридор	18	15	-2,6	672	4,94873	68506,3	58529,7
					ΣQ	617211	525622
Березень							
Приміщ	$\Theta_{int,set,h}$	$\Theta_{int,set,c}$	Θ_c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	2	744	4,05719	63389,6	51315,4
2-кімната	23	19	2	744	4,54608	71028	57498,8
3-кімната	23	19	2	744	7,54618	117901	95444
4-кімната	23	19	2	744	6,15859	96221,8	77893,9
Кухня	20	17	2	744	7,98678	106959	89132,5
Ванна	21	18	2	744	2,7516	38896,6	32755
Коридор	18	15	2	744	4,94873	58909,7	47864,1
					ΣQ	553306	451904
Квітень							
Приміщ	$\Theta_{int,set,h}$	$\Theta_{int,set,c}$	Θ_c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	10,1	720	4,05719	37683,2	25998,5
2-кімната	23	19	10,1	720	4,54608	42224	29131,3
3-кімната	23	19	10,1	720	7,54618	70088,9	48355,9
4-кімната	23	19	10,1	720	6,15859	57201	39464,3
Кухня	20	17	10,1	720	7,98678	56929,8	39678,3
Ванна	21	18	10,1	720	2,7516	21594,5	15651,1
Коридор	18	15	10,1	720	4,94873	28148,4	17459,1
					ΣQ	313870	215738

Продовження таблиці 1.18

Травень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	16,4	744	4,05719	19922,4	7848,24
2-кімната	23	19	16,4	744	4,54608	22323,1	8793,94
3-кімната	23	19	16,4	744	7,54618	37054,7	14597,3
4-кімната	23	19	16,4	744	6,15859	30241,2	11913,2
Кухня	20	17	16,4	744	7,98678	21391,8	3565,3
Ванна	21	18	16,4	744	2,7516	9417,07	3275,5
Коридор	18	15	16,4	744	4,94873	5890,97	-5154,6
					ΣQ	146241	44838,9
Червень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	20,2	720	4,05719	8179,3	-3505,4
2-кімната	23	19	20,2	720	4,54608	9164,9	-3927,8
3-кімната	23	19	20,2	720	7,54618	15213,1	-6519,9
4-кімната	23	19	20,2	720	6,15859	12415,7	-5321
Кухня	20	17	20,2	720	7,98678	-1150,1	-18402
Ванна	21	18	20,2	720	2,7516	1584,92	-4358,5
Коридор	18	15	20,2	720	4,94873	-7838,8	-18528
					ΣQ	37569	-60562
Липень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	22,4	744	4,05719	1811,13	-10263
2-кімната	23	19	22,4	744	4,54608	2029,37	-11500
3-кімната	23	19	22,4	744	7,54618	3368,61	-19089
4-кімната	23	19	22,4	744	6,15859	2749,2	-15579
Кухня	20	17	22,4	744	7,98678	-14261	-32088
Ванна	21	18	22,4	744	2,7516	-2866,1	-9007,6
Коридор	18	15	22,4	744	4,94873	-16200	-27246
					ΣQ	-23369	-124771
Серпень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	21,4	744	4,05719	4829,68	-7244,5
2-кімната	23	19	21,4	744	4,54608	5411,65	-8117,5
3-кімната	23	19	21,4	744	7,54618	8982,97	-13474
4-кімната	23	19	21,4	744	6,15859	7331,19	-10997
Кухня	20	17	21,4	744	7,98678	-8319	-26146
Ванна	21	18	21,4	744	2,7516	-818,88	-6960,4
Коридор	18	15	21,4	744	4,94873	-12518	-23564
					ΣQ	4899,27	-96503

Продовження таблиці 1.18

Вересень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	16,2	720	4,05719	19864	8179,3
2-кімната	23	19	16,2	720	4,54608	22257,6	9164,9
3-кімната	23	19	16,2	720	7,54618	36946,1	15213,1
4-кімната	23	19	16,2	720	6,15859	30152,5	12415,7
Кухня	20	17	16,2	720	7,98678	21851,8	4600,39
Ванна	21	18	16,2	720	2,7516	9509,52	3566,07
Коридор	18	15	16,2	720	4,94873	6413,56	-4275,7
					ΣQ	146995	48863,8
Жовтень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	9,6	744	4,05719	40448,6	28374,4
2-кімната	23	19	9,6	744	4,54608	45322,6	31793,5
3-кімната	23	19	9,6	744	7,54618	75232,4	52774,9
4-кімната	23	19	9,6	744	6,15859	61398,7	43070,7
Кухня	20	17	9,6	744	7,98678	61798,5	43972
Ванна	21	18	9,6	744	2,7516	23338	17196,4
Коридор	18	15	9,6	744	4,94873	30927,6	19882
					ΣQ	338466	237064
Листопад							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	23	19	3,5	720	4,05719	56963	45278,3
2-кімната	23	19	3,5	720	4,54608	63827	50734,3
3-кімната	23	19	3,5	720	7,54618	105948	84215,3
4-кімната	23	19	3,5	720	6,15859	86466,6	68729,9
Кухня	20	17	3,5	720	7,98678	94883	77631,5
Ванна	21	18	3,5	720	2,7516	34670,1	28726,7
Коридор	18	15	3,5	720	4,94873	51664,8	40975,5
					ΣQ	494423	396291
Грудень							
Приміщ	Θ _{int,set,h}	Θ _{int,set,c}	Θ _c	t	Htr,h	Qve,h	Qve,c
1-кімната	22	19	-1,1	744	4,05719	69728,6	60672,9
2-кімната	22	19	-1,1	744	4,54608	78130,7	67983,9
3-кімната	22	19	-1,1	744	7,54618	129692	112849
4-кімната	22	19	-1,1	744	6,15859	105844	92098
Кухня	20	17	-1,1	744	7,98678	125380	107553
Ванна	21	21	-1,1	744	2,7516	45242,9	45242,9
Коридор	18	15	-1,1	744	4,94873	70323,5	59277,9
					ΣQ	624341	545677

1.9 Внутрішні теплонадходження

Внутрішні теплонадходження, теплонадходження від внутрішніх теплових джерел, включаючи від'ємні теплонадходження (розсіяна теплота від внутрішнього середовища до холодних джерел або "стоки"), складаються з будь-якої теплоти, що створюється в кондиціонованому об'ємі внутрішніми джерелами, крім тої, що навмисно використовується для опалення, охолодження або ГВП.

Внутрішні теплонадходження включають

- метаболічну теплоту від людей та розсіяну теплоту від обладнання;
- теплоту, розсіяну від освітлювальних приладів;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами гарячої і водопровідної води та каналізації;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами опалення, охолодження та вентиляції;
- теплоту від або до процесів та продукції.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел житлового будинку, що розглядається, Q_{int} для визначеного місяця розраховують за формулою, Вт•год

$$Q_{int} = \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} * A_f \right) * t = ((1,2 + 2 + 2) * 77,194) * 496 = 199099,$$

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

A_f - кондиціонована площа зони будівлі, м²;

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

Згідно з методикою цього стандарту внутрішні теплонадходження від некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу, суміжного з зоною будівлі, що розглядається, не беруть до уваги, оскільки вони вже враховані у значенні поправочного коефіцієнта b_u через температуру θ_u .

Методика даного стандарту визначає, що до уваги взяті наступні теплонадходження:

- внутрішній тепловий потік від людей $\Phi_{int, Oc}$;
- внутрішній тепловий потік від освітлення $\Phi_{int, L}$.
- внутрішній тепловий потік від обладнання $\Phi_{int, A}$.

Перераховані результати занесені до таблиці 1.19.

Таблиця 1.19 - Теплонадходження від людей, освітлення та обладнання, значення за замовчуванням

Внутрішнє теплонадходження				
Місяць	t	$\Sigma\Phi$	Af	Qint
Січень	496	5,2	77,194	199099
Лютий	448			179831
Березень	496			199099
Квітень	480			192676
Травень	496			199099
Червень	480			192676
Липень	496			199099
Серпень	496			199099
Вересень	480			192676
Жовтень	496			199099
Листопад	480			192676
Грудень	496			199099

1.10 Сонячні теплонадходження

1.10.1 Методика розрахунку

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та визначається орієнтацією сприймаючих поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймаючих поверхонь. Коефіцієнт, що включає характеристики та площу сприймаючих поверхонь (включно з впливом затінення), називається еквівалентною площею інсоляції.

1.10.2 Загальні сонячні теплонадходження

Теплонадходження від сонця до житлового будинку, що розглядається, для кожного місяця Q_{sol} розраховують за формулою, Вт•год

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) * t = 105,441 * 744 = 78448,4,$$

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

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

1.10.3 Елементи сонячних теплонадходжень

Сонячні теплонадходження визначають, базуючись на еквівалентних площах інсоляції відповідних світлопрозорих елементів будівлі та на поправках до затінення сонця зовнішніми перешкодами. Також тут надано коригування для теплової радіації до атмосфери (див.рис.1.20).

Таблиця 1.20 – Дані сонячної радіації кожного місяця для м.Запоріжжя

Місяць	Isol(ПнСх)	Isol(ПдСх)	Isol(ПдЗ)	Isol (ПнЗ)
Січень	13	36	40	13
Лютий	24	58	62	24
Березень	40	79	83	38
Квітень	56	98	95	56
Травень	81	113	110	80
Червень	94	113	113	93
Липень	88	116	112	89
Серпень	70	120	120	69
Вересень	46	110	112	46
Жовтень	23	81	81	22
Листопад	12	39	40	12
Грудень	10	29	29	10

Сприймаючі площини, які беруть до уваги, - це скління (включаючи будь-які об'єднані чи додані засоби сонячного затінення). Характеристики залежать від клімату, часу та факторів розташування, таких як положення сонця та співвідношення між прямою та розсіяною сонячною радіацією. Тому, взагалі характеристики змінюються у часі, як погодинно, так і за рік. Як наслідок, адекватні середні чи традиційні значення необхідно вибирати так, щоб відповідати меті розрахунку (опалення, охолодження та/чи літній комфорт).

1.10.4 Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

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

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} * \Sigma(A_{sol,k} * I_{sol,k}) - F_{r,k} * \Phi_{r,k} = 1 * 105,89 - 0,5 * 0,9 = 105,441 ,$$

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

$A_{sol,k}$ - еквівалентна площа інсоляції k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м²;

$I_{sol,k}$ - сонячна радіація, значення енергетичної освітленості сприймаючої площі k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності Вт/м²;

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

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

Перераховані результати занесені до таблиці 1.21.

Таблиця 1.21 – Розрахунок сонячного теплонадходження

Місяць	t	Fsh,ob,k	Asol,k(ПнСх)	Asol,k(ПлСх)	Asol,k(ПлЗ)	Asol,k(ПнЗ)	Fr	Φr,k	Φsol,k	Qsol
Січень	744	1	0,4233663	1,22527188	0,85171338	1,70840754	0,5	0,9	105,441383	78448,4
Лютий	672								174,584571	117321
Березень	744								248,892828	185176
Квітень	720								319,91875	230342
Травень	744								402,659468	299579
Червень	720								432,927668	311708
Липень	744								426,377942	317225
Серпень	744								396,303992	294850
Вересень	720								327,783402	236004
Жовтень	744								215,108197	160040
Листопад	720								106,985425	77029,5
Грудень	744								81,1003109	60338,6

1.10.5 Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів

Еквівалентну площу інсоляції заксленого елемента оболонки (наприклад, вікна) A_{sol} м², розраховують за формулою

$$A_{sol} = F_{sh,gl} * g_{gl} * (1 - F_F) * A_{w.p} = 1 * 0,603 * (1 - 0,3) * 1,003 = 0,42337,$$

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

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

F_F - частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заксленого елемента;

$A_{w.p}$ - загальна площа проекції зашкленого елемента (наприклад, площа вікна), м².

Перераховані результати занесені до таблиці 1.22.

Таблиця 1.22 – Розрахунок еквівалентної площі інсоляції зашкленених елементів.

	(ПнСх)	(ПдСх)	(ПдЗ)	(ПнЗ)
Fsh,gl	1			
Ggl	0,603			
Ff	0,3			
Aw.p	1,003	2,9028	2,0178	4,0474
Fw	0,9			
gn	0,67			
Asol	0,42337	1,22527	0,85171	1,70841

1.11 Динамічні параметри

1.11.1 Методика розрахунку

Динамічний метод моделює теплові опори, теплоємності, теплонадходження від сонця та внутрішніх теплових джерел житлового будинку.

У методиці згідно з цим стандартом динамічні впливи враховують шляхом введення коефіцієнта використання надходжень для опалення та коефіцієнта використання втрат для охолодження. Вплив інерції у випадку переривчастого опалення чи його вимкнення враховується окремо.

1.11.2 Коефіцієнт використання надходжень для опалення

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ це функція спів відношення надходжень і втрат теплоти u_n та числового параметра a_n , який залежить від інерції будівлі:

$$\text{якщо } \gamma_H > 0 \text{ та } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_n}}{1 - \gamma_H^{a_n + 1}};$$

$$\text{якщо } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_n}{a_n + 1};$$

$$\text{якщо } \gamma_H < 0 \text{ та } Q_{H,gn} > 0: \quad \eta_{H,gn} = 1/\gamma_H;$$

$$\text{якщо } \gamma_H \leq 0 \text{ та } Q_{H,gn} \leq 0: \quad \eta_{H,gn} = 1;$$

при:
$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}},$$

де γ_H - безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення;

$Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт*год;

$Q_{H,gn}$ - сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт*год;

a_H - безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі τ_H , визначений за формулою

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{35,74}{15} = 3,38,$$

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

τ - часова константа зони будівлі, год;

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

1.11.3 Коефіцієнт використання втрат для охолодження

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження $\eta_{C,Is}$ є функцією співвідношення надходжень і втрат теплоти для охолодження γ_C та числового параметра a_C , який залежить від інерційності будівлі:

якщо $\gamma_C > 0$ та $\gamma_C \neq 1$:
$$\eta_{C,gn} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}};$$

якщо $\gamma_C = 1$:
$$\eta_{C,gn} = \frac{a_C}{a_C+1};$$

якщо $\gamma_C < 0$ та $Q_{C,gn} > 0$:
$$\eta_{C,gn} = 1/\gamma_C;$$

якщо $\gamma_C \leq 0$ та $Q_{C,gn} \leq 0$:
$$\eta_{C,gn} = 1;$$

при:
$$\gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}},$$

де (для кожного місяця та для кожної зони будівлі):

γ_C - безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження;

$Q_{C,ht}$ - сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією для режиму охолодження, Вт год;

$Q_{C,gn}$ - сумарні теплонадходження для режиму охолодження, Вт*год;

a_c - безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи, τ_c визначений за формулою

$$a_c = a_{c,0} + \frac{\tau_c}{\tau_{c,0}} = 1 + \frac{42,06}{15} = 3,804 ,$$

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

τ - часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 12.4;

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

Перераховані результати занесені до таблиці 1.25.

1.11.4 Часова константа будівлі

Часова константа зони будівлі τ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони, як для періоду опалення, так і для періоду охолодження розраховують за формулою:

$$\tau_h = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{6175,52}{134,779 + 37,995} = 35,74 ;$$

$$\tau_c = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{6175,52}{108,829 + 37,995} = 42,06 ,$$

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

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

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

Репрезентативні значення $H_{tr,adj}$ і $H_{ve,adj}$ - є значеннями, що є показовими для домінуючого сезону опалення: місячні величини для січня. $H_{ve\ extra\ adj}$ розраховують для кожного місяця.

Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі C_m розраховують за формулою, Вт*год/К

$$C_m = C * A_f = 77,194 * 80 = 6175,52 ,$$

де C - внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт • год/(м² • К) (визначається згідно з таблиці 1.24);

A_f - кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м².

Перераховані результати занесені до таблиці 1.23.

Таблиця 1.23 – Розрахунок коефіцієнт використання втрат, часова константа, та внутрішню теплоємність

C_m	Htr,h,adj	Htr,c,adj	Hve,adj	τ_h	τ_c	$\tau_{h,o}$	$\tau_{c,o}$	α_h	α_c
6175,52	134,77	108,82	37,92	35,74	42,06	15	15	3,38	3,804

Таблиця 1.24 - Національні значення для внутрішньої теплоємності

Клас	C , Вт*год/(м ² *К)	Деталізація
Дуже легкий	25	Каркасні будівлі зі стінами полегшеної конструкції – збірно-щитові, каркасно-засипні, каркасно-камишитові, дерев'яні тощо
Легкий	35	Будівлі зі стінами із монолітного шлакобетону, шлакоблоків, блоків з ніздрюватого бетону, черепашнику та інших дрібноштучних виробів із залізобетонними чи дерев'яними перекриттями
Середній	50	Будівлі великопанельні, великоблочні, з цегляними стінами товщиною в одну цеглину, із залізобетонними чи деревними перекриттями
Важкий	80	Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною (1,5-2 цеглини), із залізобетонними перекриттями
Дуже важкий	110	Особливо капітальні будівлі з кам'яними або цегляними стінами (товщиною в 2,5-3,5 цеглини), із залізобетонним чи металевим каркасом, із залізобетонним перекриттям

Таблиця 1.25 – Розрахунок динамічних параметрів

Місяць	Q _{h,ht}	Q _{c,ht}	Q _{gn}	γ _h	γ _c	α _h	α _c	η _h	η _c
Січень	3230419	2351292	277547	0,08592	0,11804	3,382	3,804	0,49994	0,11801
Лютий	2813304	2034948	297152	0,10562	0,14602			0,49988	0,14594
Березень	2523426	1750485	384275	0,15228	0,21952			0,49957	0,21899
Квітень	1434405	837736,7	423018	0,29491	0,50495			0,49595	0,48565
Травень	672390	177464,7	498677	0,74165	2,81001			0,38882	0,98726
Червень	0	0	504384	0	0			0	0
Липень	0	0	516324	0	0			0	0
Серпень	0	0	493949	0	0			0	0
Вересень	675579	192882,8	428680	0,63454	2,22249			0,43988	0,97305
Жовтень	1546490	920280	359139	0,23223	0,39025			0,4982	0,38354
Листопад	2255429	1535447	269706	0,11958	0,17565			0,49981	0,17546
Грудень	2905316	2095263	259437	0,0893	0,12382			0,49993	0,12378

1.12 Внутрішні умови

1.12.1 Постійне опалення та/або охолодження

Для постійного опалення протягом усього опалювального періоду як єдину задану температуру зони будівлі необхідно використовувати задану температуру для опалення $\Theta_{I,H,set}$, °C.

Для постійного охолодження протягом усього періоду охолодження як єдину задану температуру зони будівлі необхідно використовувати задану температуру для охолодження $\Theta_{I,C,set}$, °C.

Для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання вимог будівельних норм значення заданих температур для постійного опалення та охолодження.

1.12.2 Квазі постійне опалення та/або охолодження

Переривчасте опалення та/або охолодження повинні розглядатися як постійне опалення та/або охолодження з урахуванням заданого значення температури, якщо застосовується режим А або режим Б.

Режим А:

Задана температура для розрахунку є осередненою за часом із значень заданих температур для періодів постійного опалення/охолодження та періодів чергового опалення/охолодження,

якщо:

- коливання заданої температури між нормальним режимом опалення чи охолодження та періодами чергового опалення чи охолодження менше ніж 3 К та/або,

- часова константа будівлі менше ніж 0,2 тривалості найкоротшого періоду з черговим режимом опалення (для опалення) або охолодження (для охолодження).

У цьому випадку для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання вимог будівельних норм необхідно використовувати скориговані значення заданої температури для опалення та/або охолодження.

Режим Б:

Задана температура для розрахунку є заданою температурою для звичайного (постійного) режиму опалення або охолодження, якщо часова константа будівлі більша ніж у три рази за тривалість найдовшого періоду з черговим режимом опалення/охолодження.

У цьому випадку для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання вимог будівельних норм необхідно використовувати значення заданої температури для постійного опалення та/або охолодження.

Коригування для тривалого періоду невикористання (наприклад, свята).

1.12.3 Коригування для переривчастості

Опалення

У випадку переривчастого режиму опалення, що не відповідає умовам, енергопотребу для опалення $Q_{H,nd,interm}$, Вт•год, розраховують за формулою

$$Q_{H,nd,interm} = \alpha_{H,red} * Q_{H,nd,cont} = 0,937 * 3091663,3 = 2897701 ,$$

де $Q_{H,nd,cont}$ - енергопотреба для постійного опалення, Вт•год;

$\alpha_{H,red}$ - безрозмірний понижувальний коефіцієнт для переривчастого режиму опалення, що розраховують за формулою

$$\begin{aligned}\alpha_{H,red} &= 1 - b_{H,red} * \left(\tau_{H,0}/\tau\right) * \gamma_H * (1 - f_{H,hr}) \\ &= 1 - 3 * \left(\frac{35,743}{15}\right) * 0,0859 * (1 - 0,42) = 0,937 ,\end{aligned}$$

з мінімальним значенням: $\alpha_{H,red} = f_{H,hr}$ і максимальним значенням: $\alpha_{H,red} = 1$.

де $f_{H,hr}$ - частка кількості годин на тиждень з нормальним (постійним) заданим режимом опалення (не заданим черговим або відключеним), наприклад, $(14 \cdot 5)/(27-4) = 0,42$;

$b_{H,red}$ - емпіричний коефіцієнт кореляції; приймають $b_{H,red} = 3$;

τ - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{H,0}$ - довідкова часова константа для режиму опалення, год;

γ_H - співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення.

Коригування для тривалого періоду невикористання (наприклад, свята).

Охолодження

У випадку переривчастого режиму охолодження, енергопотребу для охолодження $Q_{C,nd,interm}$, розраховують за формулою, Вт•год

$$Q_{C,nd,interm} = \alpha_{C,red} * Q_{C,nd,cont} = 0,9633 * 72,239 = 69,593 ,$$

де $Q_{C,nd,cont}$ - енергопотреба для постійного охолодження, Вт•год;

$\alpha_{C,red}$ - безрозмірний понижувальний коефіцієнт для переривчастого режиму охолодження, що розраховують за формулою

$$\begin{aligned}\alpha_{C,red} &= 1 - b_{C,red} * \left(\tau_{C,0}/\tau\right) * \gamma_C * (1 - f_{C,hr}) \\ &= 1 - 3 * \left(\frac{42,06}{15}\right) * 0,118 * (1 - 0,71) = 0,9633 ,\end{aligned}$$

з мінімальним значенням: $\alpha_{C,red} = f_{C,hr}$ і максимальним значенням: $\alpha_{C,red} = 1$.

де $f_{C,hr}$ - частка кількості днів на тиждень з нормальним (постійним) заданим режимом охолодження принаймні в денний час (не заданим черговим або відключеним), наприклад, $5/7 = 0,71$;

$b_{C,red}$ - емпіричний коефіцієнт кореляції; дорівнює $b_{C,red} = 3$;

τ - часова константа зони будівлі, год;

$\tau_{C,0}$ - довідкова часова константа для режиму охолодження, год;

γ_C - співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження.

Коригування для тривалого періоду невикористання (наприклад, свята).

Перераховані результати занесені до таблиці 1.26.

Таблиця 1.26 – Розрахунок понижувального коефіцієнту

Місяць	b,h,red	b,c,red	f,h,hr	f,c,hr	γ_h	γ_c	$\alpha_{h,red}$	$\alpha_{c,red}$	Qh,nd,int	Qc,nd,int
Січень	3	3	0,42	0,71	0,085917	0,11804	0,937263	0,963376	2897701	69,59337
Лютий					0,105624	0,146024	0,922873	0,954693	2459239	160,6111
Березень					0,152283	0,219525	0,888802	0,931889	2072200	874,2686
Квітень					0,294908	0,504953	0,784656	0,84333	960896,5	13638,7
Травень					0,741649	2,810009	0,458442	0,128146	219362,3	41451,9
Червень					0	0	1	1	0	0
Липень					0	0	1	1	0	0
Серпень					0	0	1	1	0	0
Вересень					0,634537	2,222491	0,536656	0,310434	261356,3	74812,92
Жовтень					0,232229	0,39025	0,830425	0,878918	1135661	5427,133
Листопад					0,119581	0,175653	0,912681	0,945501	1935457	281,4537
Грудень					0,089297	0,123821	0,934794	0,961582	2594630	77,37281

1.12.4 Задані значення

Значення заданої температури необхідно приймати згідно з проектними даними, але не нижче ніж нормативне значення згідно з нормами на відповідний тип будівлі. За відсутності точних даних та для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання вимог будівельних норм необхідно використовувати значення заданої температури.

У деяких будівлях (дошкільні, загальноосвітні заклади) періоди невикористання протягом опалювального періоду та періоду охолодження,

наприклад, святкові дні, приводять до скорочення енергоспоживання при опаленні або охолодженні.

Енергопотреби для опалення та охолодження з урахуванням періоду невикористання, $Q_{H,nd}$ і $Q_{C,nd}$ Вт•год, розраховують наступним чином.

Для місяця, який має період невикористання, розрахунок виконують двічі:

а) для періоду використання (нормальні налаштування опалення/охолодження);

б) для налаштувань періоду невикористання.

Потім проводять лінійну інтерполяцію залежно від часової частки режиму невикористання порівняно з режимом обслуговування за формулами

$$\begin{aligned} Q_{H,nd} &= (1 - f_{H,nocc}) * Q_{H,nd,occ} + f_{H,nocc} * Q_{H,nd,nocc} \\ &= (1 - 0,322) * 3091663 + 0,322 * 2897701 = 3029095 ; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{C,nd} &= (1 - f_{C,nocc}) * Q_{C,nd,occ} + f_{C,nocc} * Q_{C,nd,nocc} \\ &= (1 - 0,322) * 72,391 + 0,322 * 69,59 = 71,385 , \end{aligned}$$

де $Q_{H,nd,occ}$ - енергопотреба для опалення, Вт•год, (або $Q_{H,nd,cont}$ або $Q_{H,nd,intern}$)' припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування автоматичного регулятора температури повітря в приміщенні (наприклад, терморегулятора на опалювальному приладі) відповідають налаштуванням періоду використання;

$Q_{C,nd,occ}$ - енергопотреба для охолодження, Вт•год, (або $Q_{C,nd,cont}$ або $Q_{C,nd,intern}$), припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування автоматичного регулятора температури повітря в приміщенні (наприклад, термостата фанкойла) відповідають налаштуванням періоду використання;

$Q_{H,nd,nocc}$ - енергопотреба для опалення, Вт•год, (або $Q_{H,nd,cont}$ або $Q_{H,nd,intern}$) припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування терморегулятора відповідають налаштуванням періоду невикористання;

$Q_{C,nd,nocc}$ – енергопотреба для охолодження, Вт•год, (або $Q_{C,nd,cont}$ або $Q_{C,nd,intern}$)’ припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування термостата відповідають налаштуванням періоду невикористання;

$f_{H,nocc}$ - частка місяця з періодом невикористання опалення (наприклад, 10/31);

$f_{C,nocc}$ - частка місяця з періодом невикористання охолодження (наприклад, 10/31).

Результати розрахунків перенесені до таблиці 1.27.

Таблиця 1.27 – Розрахунок внутрішніх умов, лінійна інтерполяція

Місяць	f,h,nocc	f,c,nocc	Qh,nd	Qc,nd	Qh,nd,int	Qc,nd,int	Qh,nd,an	Qc,nd,an
Січень	0,32258	0,32258	3091663	72,2391	2897701	69,59337	3029095	71,38561
Лютий			2664765	168,233	2459239	160,6111	2598466	165,7744
Березень			2331454	938,169	2072200	874,2686	2247824	917,5557
Квітень			1224609	16172,4	960896,5	13638,7	1139541	15355,11
Травень			478495	323473	219362,3	41451,9	394904,1	232498,7
Червень			0	0	0	0	0	0
Липень			0	0	0	0	0	0
Серпень			0	0	0	0	0	0
Вересень			487009	240995	261356,3	74812,92	414218	187387,7
Жовтень			1367566	6174,79	1135661	5427,133	1292758	5933,609
Листопад			2120627	297,677	1935457	281,4537	2060895	292,4436
Грудень			2775616	80,464	2594630	77,37281	2717233	79,46687

2 СУМАРНЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМАМИ ОПАЛЕННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

2.1 Загальні положення

У загальному випадку енергоспоживання визначається як енергопотреби плюс регулярні неутилізовані тепловтрати систем та додаткова енергія. Сумарні регулярні тепловтрати системи складаються з втрат теплоти при виробленні (генеруванні), акумулюванні, транспортуванні, регулюванні, розподіленні та виділенні/тепловіддачі.

У разі розрахунку мультizonи першим кроком є розрахунок річної енергопотреби для опалення та охолодження для даної комбінації систем опалення, охолодження та вентиляції, що обслуговують одну зону або декілька зон. Наступним кроком є розрахунок регулярних тепловтрат та додаткової енергії системи для кожної зони, як це зазначено у наступних розділах.

Результати розрахунку представляють і підсумовують.

Дані з цієї таблиці використовують для надання звіту щодо загального енергоспоживання, перзинної енергії та енергетичної оцінки згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-12:2015.

2.2 Регулярні тепловтрати в системі та додаткова енергія.

2.2.1 Загальні положення

Основний принцип методу визначення регулярних тепловтрат і додаткової енергії в інженерній системі будівлі базується на аналізі таких підсистем:

- енергетична ефективність підсистеми виділення/тепловіддачі, включаючи регулювання;
- енергетична ефективність підсистеми розподілення, включаючи регулювання;
- енергетична ефективність підсистеми акумулювання та вироблення (генерування), включаючи регулювання.

2.2.2 Енергія, що споживається підсистемами, розраховується окремо для теплової енергії та додаткової енергії.

Розрізняють:

- частку регулярних тепловтрат у підсистемі, які утилізують (можуть бути утилізовані);
- частку утилізаційних регулярних тепловтрат у підсистемі, що безпосередньо утилізовані в підсистемі й тому віднімаються від сумарних тепловтрат в підсистемі.

Додаткову енергію W_{aux} і частку регулярних тепловтрат, які утилізують, розраховують окремо для кожної підсистеми за необхідності. Загальні тепловтрати в системі Q_{is} також розраховують окремо для кожної підсистеми.

Для кожної підсистеми енергію входу розраховують за формулою, Вт•год

$$Q_{in} = Q_{out} - k * W_{aux} + Q_{nrvd} = 4060777,1 - 0,399 * 26,04 + 1212203,033 = 5272969,7 ,$$

де Q_{out} - вироблена/генерована енергія (енергія виходу);

k - коефіцієнт для розрахунку утилізаційної частки додаткової енергії;

W_{aux} - додаткова енергія.

Результат для кожного місяця представлено у таблицю 2.1

Таблиця 2.1 – Розрахунок енергії входу підсистеми

Для використання газопаливного котла					
Місяць	Q_{out} , Вт/м2*К	k	W_{aux} , Вт	Q_{nrvd} , Вт/м2*К	Q_{in} , Вт/м2*К
Січень	4060777,1	0,3999504	26,04	1212203,033	5272969,7
Лютий	3500329,1	0,3999003	23,52	1044796,572	4545116,22
Березень	3062743,6	0,3996561	26,04	914089,6793	3976822,83
Квітень	1609637,9	0,39676	25,2	480050,6031	2089678,49
Травень	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0
Жовтень	1797313,5	0,3985627	26,04	536106,147	2333409,28
Листопад	2785961,5	0,3998483	25,2	831414,1584	3617365,59
Грудень	3645857,1	0,3999435	26,04	1088265,9	4734112,56

Продовження таблиці 2.1

Для використання твердопаливного котла					
Місяць	Q_{out} , Вт/м ² *К	k	W_{aux} , Вт	Q_{nrvd} , Вт/м ² *К	Q_{in} , Вт/м ² *К
Січень	4060777,1	0,39995	26,04	3321697,62	7382464,29
Лютий	3500329,1	0,3999	23,52	2863149,33	6363468,97
Березень	3062743,6	0,399656	26,04	2505125,3	5567858,45
Квітень	1609637,9	0,39676	25,2	1316226,13	2925854,01
Травень	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0
Жовтень	1797313,5	0,398563	26,04	1469775,5	3267078,63
Листопад	2785961,5	0,399848	25,2	2278666,89	5064618,33
Грудень	3645857,1	0,399944	26,04	2982217,63	6628064,29

Q_{nrvd} - неутилізовані тепловтрати підсистеми, що визначаються за формулою, Вт•год

$$Q_{nrvd} = Q_{is} - Q_{rvd} = 1212959,4 - 756,356 = 1212203,033 ,$$

де Q_{is} - сумарні тепловтрати підсистеми;

Q_{rvd} - утилізовані тепловтрати підсистеми.

Результат для кожного місяця представлено у таблицю 2.2

Таблиця 2.2 – Розрахунок неутилізованої тепловтрати підсистеми

Для використання газопаливного котла				Для використання твердопаливного котла			
Місяць	Q_{is} , Вт/м ² *К	Q_{rvd} , Вт/м ² *К	Q_{nrvd} , Вт/м ² *К	Місяць	Q_{is} , Вт/м ² *К	Q_{rvd} , Вт/м ² *К	Q_{nrvd} , Вт/м ² *К
Січень	1212959,4	756,35626	1212203,03	Січень	3322454	756,35626	3321697,6
Лютий	1045552,8	756,26148	1044796,57	Лютий	2863906	756,26148	2863149,3
Березень	914845,48	755,79968	914089,679	Березень	2505881	755,79968	2505125,3
Квітень	480800,93	750,32274	480050,603	Квітень	1316976	750,32274	1316226,1
Травень	0	0	0	Травень	0	0	0
Червень	0	0	0	Червень	0	0	0
Липень	0	0	0	Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0	Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0	Вересень	0	0	0
Жовтень	536859,88	753,73184	536106,147	Жовтень	1470529	753,73184	1469775,5
Листопад	832170,32	756,16309	831414,158	Листопад	2279423	756,16309	2278666,9
Грудень	1089022,2	756,34319	1088265,9	Грудень	2982974	756,34319	2982217,6

Якщо тепловтрати розраховуються шляхом використання ефективності підсистеми η , сумарні тепловтрати в підсистемі Q_{is} можна розрахувати за формулою, Вт•год

$$Q_{is} = Q_{out} * \frac{(1 - \eta)}{\eta} = 4060777,1 * \frac{(1 - 0,77)}{0,77} = 1212959,39 ,$$

де η - ефективність підсистеми (ККД);

Q_{out} - енергія виходу з підсистеми.

Результат для кожного місяця представлено у таблицю 2.3

Таблиця 2.3 – Розрахунок тепловтрат шляхом використання ефективності підсистеми.

Для використання газопаливного котла				Для використання твердопаливного котла			
Місяць	Qout, Вт/м2*К	η	Qis, Вт/м2*К	Місяць	Qout, Вт/м2*К	η	Qis, Вт/м2*К
Січень	4060777,1	0,77	1212959,39	Січень	4060777	0,55	3322454
Лютий	3500329,1		1045552,83	Лютий	3500329		2863905,6
Березень	3062743,6		914845,479	Березень	3062744		2505881,1
Квітень	1609637,9		480800,926	Квітень	1609638		1316976,4
Травень	0		0	Травень	0		0
Червень	0		0	Червень	0		0
Липень	0		0	Липень	0		0
Серпень	0		0	Серпень	0		0
Вересень	0		0	Вересень	0		0
Жовтень	1797313,5		536859,879	Жовтень	1797314		1470529,2
Листопад	2785961,5		832170,321	Листопад	2785962		2279423,1
Грудень	3645857,1		1089022,24	Грудень	3645857		2982974

2.3 Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми тепловіддачі/виділення

2.3.1 Загальні положення

Теплоту входу до підсистем тепловіддачі/виділення при опаленні визначають відповідно до ДСТУ Б EN 15316-2-1, що включає тепловтрати, спричинені:

- нерівномірністю розподілу температури в приміщенні;

- наявністю опалювальних панелей, умонтованих в конструкції будівлі;
- точністю регулювання температури приміщення.

Результати розрахунку ефективності системи тепловіддачі/виділення включають:

- регулярні тепловтрати; - додаткову енергію;
- утилізаційні та утилізовані тепловтрати системи;
- теплоту входу до підсистеми.

2.3.2 Тепловтрати під системи тепловіддачі/виділення

Розрахунок загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконують помісячно згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-1 з використання ефективності за формулою, Вт•год

$$Q_{H,em,is} = \left(\frac{f_{hydr} * f_{im} * f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) * Q_{H,em,out} = \left(\frac{1,01 * 0,98 * 1}{0,847} - 1 \right) * 3091663$$

$$= 519288,09 ,$$

де $Q_{H,em,is}$ - загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт•год;

$Q_{H,em,out}$ - енергія виходу відпідсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт•год, є енергопотребою для опалення за конкретний місяць Q_{Hnd} ;

f_{hydr} - коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

f_{im} - коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення; $f_{im} = 1$ - для постійного теплового режиму; $f_{im} = 0,98$ - для періодичного теплового режиму з регулюванням без інтегрованого зворотного зв'язку; $f_{im} = 0,97$ - для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим пуском);

f_{rad} - коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (тільки для проточних систем опалення).

Результати представлені у вигляді таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за і-го місяць (радіатор)

Місяць	Q _{h,em,out} , Вт/м ² *К	f _{hydr}	f _{im}	f _{rad}	η _{em}	Q _{h,em,is} , Вт/м ² *К
Січень	3091663	1,01	0,98	1	0,84745763	519288,09
Лютий	2664765,2					447584,62
Березень	2331453,9					391600,33
Квітень	1224609,1					205690,24
Травень	0					0
Червень	0					0
Липень	0					0
Серпень	0					0
Вересень	0					0
Жовтень	1367565,9					229701,84
Листопад	2120627,3					356189,04
Грудень	2775615,7					466203,52

η_{em} - загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначають за формулою

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]} = \frac{1}{[4 - (0,94 + 0,88 + 1)]} = 0,847,$$

η_{str} - складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

η_{ctr} - складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

η_{emb} - складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем).

Всі дані були представлені у таблицю 2.5 потім результати цього розрахунку кожного місяця добавили у вигляді таблиці 2.6

Таблиця 2.5 – Розрахунок загального рівня ефективності тепловіддавальної складової системи

Радіатори			
η _{str}	η _{ctr}	η _{emb}	η _{em}
0,94	0,88	1	0,8474576

Складову загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення, розраховують, як середнє значення "температурного напору" та "питомих тепловтрат зовнішніх огороджувальних конструкцій" за формулою

$$\eta_{str} = \frac{(\eta_{str1} + \eta_{str2})}{2} = \frac{(0,93 + 0,95)}{2} = 0,94,$$

Коефіцієнт, що враховує променеву складову: $f_{rad} = 1,0$.

Коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим: $f_{jm} = 0,97$ (застосовують в системах з інтегрованим зворотнім зв'язком).

Таблиця 2.6 – Розрахунок тепловтрат підсистеми тепловіддача/виділення (електроопалення)

Місяць	Qh,em,out, Вт/м2*К	f,hydr	f,im	f,rad	η,em	Qh,em,is, Вт/м2*К
Січень	3091663	1,01	0,97	1	0,94	130573,43
Лютий	2664765,2					112543,81
Березень	2331453,9					98466,725
Квітень	1224609,1					51720,192
Травень	0					0
Червень	0					0
Липень	0					0
Серпень	0					0
Вересень	0					0
Жовтень	1367565,9					57757,838
Листопад	2120627,3					89562,663
Грудень	2775615,7					117225,47

2.3.3 Додаткова енергія під системи тепловіддачі/виділення

Додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення - це, зазвичай, електрична енергія, яку використовують для вентиляторів, що сприяють тепловіддачі (фанкойли/конвектори), запірно-регулювальної арматури та управління тощо.

Для розрахунку додаткової енергії для кожного електричного пристрою підсистеми тепловіддачі/виділення слід визначити наступні дані:

- споживання електроенергії;
- тривалість роботи;
- частину електричної енергії, конвертовану в теплоту та віддану в опалюваний об'єм.

Розрахунок додаткової енергії для підсистеми тепловіддачі/виділення необхідно проводити згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-1.

Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами, не враховує додаткову енергію для підсистеми тепловіддачі/виділення.

2.3.4 Енергія входу до підсистеми тепловіддачі/виділення

Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення, розраховують за формулою

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} - k * W_{H,em,aux,i} + \Sigma Q_{H,em,is,i} ,$$

де $Q_{H,em,in,i}$ - енергія входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі впродовж і-го місяця, Вт • год;

$Q_{H,em,out,i}$ - енергія виходу підсистеми тепловіддачі за і-й місяць, дорівнює енергопотребі $Q_{H,nd,i}$ для визначеної комбінації зон, що обслуговуються даною підсистемою тепловіддачі, Вт•год;

k - коефіцієнт для розрахунку утилізованої частини додаткової енергії впродовж і-го місяця, показує, що частину додаткової енергії можна утилізувати безпосередньо в підсистемі тепловіддачі як теплоту; приймають $k = 0,8 * \eta_{H,gn,i} = 0,8 * 0,499 = 0,399$;

$W_{H,em,aux,i}$ - додаткова енергія впродовж і-го місяця, Вт • год;

$Q_{H,em,is,nrvd,i}$ - неутилізовані тепловтрати для підсистеми тепловіддачі впродовж і-го місяця, Вт-год, які приймають відповідно до формули ДСТУ Б EN 15316-2-1

$$Q_{H,em,is,nrvd,i} = Q_{H,em,is,i} ,$$

де $Q_{H,em,is,i}$ - загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі впродовж і-го місяця, Вт • год;

$Q_{H,em,is,rvd,i}$ - утилізовані тепловтрати підсистем тепловіддачі впродовж і-го місяця, Вт•год, приймають

$$Q_{H,em,is,rvd,i} = 0.$$

Тоді формула приймає вигляд

$$\begin{aligned} Q_{H,em,in,i} &= Q_{H,em,out,i} - k * W_{H,em,aux,i} + \Sigma Q_{H,em,is,i} \\ &= 3091663 - 0,399 * 26,04 + 649861,513 = 3741514,11, \end{aligned}$$

Після розрахунку будемо у вигляді таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Розрахунок енергії входу до підсистеми тепловіддача/виділення

Місяць	$Q_{h,em,out,i}$, Вт/м2*К	k	$W_{h,em,aux,i}$, Вт	$Q_{h,em,is,i}$, Вт/м2*К	$Q_{h,em,in,i}$, Вт/м2*К
Січень	3091663	0,3999504	26,04	649861,5137	3741514,11
Лютий	2664765,2	0,3999003	23,52	560128,4299	3224884,23
Березень	2331453,9	0,3996561	26,04	490067,0536	2821510,58
Квітень	1224609,1	0,39676	25,2	257410,4326	1482009,52
Травень	0	0	0	0	0
Червень	0	0	0	0	0
Липень	0	0	0	0	0
Серпень	0	0	0	0	0
Вересень	0	0	0	0	0
Жовтень	1367565,9	0,3985627	26,04	287459,6818	1655015,23
Листопад	2120627,3	0,3998483	25,2	445751,7029	2566368,91
Грудень	2775615,7	0,3999435	26,04	583428,995	3359034,32

2.4 Загальне енергоспоживання при опаленні підсистеми розподілення

2.4.1 Загальні положення

Процедура розрахунку енергоспоживання підсистеми розподілення базується на спрощеному методі відповідно до ДСТУ Б EN 15316-2-3, що включає розрахунок:

- тепловтрат системи (утилізаційні та утилізовані);
- додаткову енергію;
- утилізовану додаткову енергію.

Тепловтрати систем розподілення (трубопроводів як опалення, так і гарячого водопостачання) або їх частин, розташованих в опалюваному приміщенні, можна утилізувати для опалення приміщення, а тому вони вважаються утилізаційними. У неопалюваному приміщенні тепловтрати трубопроводів не є утилізаційними.

2.4.2 Тепловтрати підсистеми розподілення

Тепловтрати підсистем розподілення впродовж і-го місяця, Вт-год, розраховують за формулою

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

$$= \sum 2,1 * (73,5 - 20) * 103,85 * 186 = 21070163,84 ,$$

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

$\theta_{m, i}$ - середня температура теплоносія в зоні упродовж і-го місяця, °С; визначають за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами за середньомісячної температури зовнішнього середовища відповідного місяця;

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

L - довжина трубопроводу, м;

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

$t_{op, an, i}$ - години опалення упродовж і-го місяця, год.

Для розрахунку будь-яких тепловтрат підсистеми розподілення необхідно знати наступні параметри:

- довжину секцій трубопроводів;
- розміри трубопроводів;
- товщину теплоізоляції або лінійний коефіцієнт теплопередачі;

- кількість елементів запірно-регулювальної арматури (клапанів, включаючи фланці тощо);
- середню температуру теплоносія; - середню температуру в неопалюваних і опалюваних об'ємах;
- тривалість опалювального періоду (часи роботи за місяць).

Довжина секцій трубопроводів, розміри трубопроводів та товщина теплоізоляції.

Результат розрахунку для кожного місяця представлені у вигляді таблиці 2.8

Таблиця 2.8 – Розрахунок тепловтрати системи розподілення

Місяць	ψL_j	$\Theta_{m,i}$	Θ_i	L_j	$t_{op,an,i}$	$Q_{h,dis,i}$, Вт/м ² *К
Січень	2,1	73,5	20	103,85	186	2170163,84
Лютий	2,1	72,6	20	103,85	168	1927173,53
Березень	2,1	68	20	103,85	186	1947062,88
Квітень	2,1	59,9	20	103,85	180	1566286,47
Травень	2,1	53,6	20	103,85	186	0
Червень	2,1	49,8	20	103,85	180	0
Липень	2,1	47,6	20	103,85	186	0
Серпень	2,1	48,6	20	103,85	186	0
Вересень	2,1	53,8	20	103,85	180	0
Жовтень	2,1	60,4	20	103,85	186	1638777,92
Листопад	2,1	66,5	20	103,85	180	1825371,45
Грудень	2,1	71,1	20	103,85	186	2072810,69

Ці параметри необхідні для розрахунку тепловтрат на різних секціях трубопроводів та розрахунку загальних тепловтрат підсистеми розподілення. Параметри приймають за даними проекту або вимірюються безпосередньо на місці. Допускається визначати довжину трубопроводів згідно з ДСТУ Б EN 15316-2-3.

За відсутності точних даних для цілей сертифікації енергоефективності дозволяється використовувати значення лінійного коефіцієнта теплопередачі ψ .

2.4.3 Утилізовані та неутілізовані тепловтрати

Розраховують утилізовані $Q_{H,dis,rs,rvd,i}$ тепловтрати.

Утилізовані тепловтрати розраховують за формулою, Вт•год:

$$Q_{H,dis,is,rvd,i} = Q_{H,dis,is,rbl,i} * 0,9 * \eta_{H,gn,i} = 1681 * 0,9 * 0,499 = 756,356 ,$$

де $\eta_{H,gn,i}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж і-го місяця

Розраховують неутілізовані $Q_{H,dis,is,nrvd,i}$ тепловтрати

Неутілізовані тепловтрати - це сума неутілізаційних тепловтрат системи розподілення в неопалюваних об'ємах та різниці між утилізаційними та утилізованими тепловтратами в опалюваних (кондиціонованих) об'ємах, що розраховують за формулою, Вт•год

$$\begin{aligned} Q_{H,dis,is,nrvd,i} &= Q_{H,dis,is,nrbl,i} + (Q_{H,dis,is,rbl,i} - Q_{H,dis,is,rvd,i}) \\ &= 865 + (1681 - 756,356) = 1789,643 , \end{aligned}$$

У таблиці 2.9 представлено результати розрахунки утилізованих та неутілізованих витрат

Таблиця 2.9 – Розрахунок утилізованих та неутілізованих тепловтрат

Місяць	$Q_{h,dis,is,nrbl}$, Вт/м2*К	$Q_{h,dis,is,rbl}$, Вт/м2*К	η_h	$Q_{h,dis,is,nrvd}$, Вт/м2*К	$Q_{h,dis,is,rvd}$, Вт/м2*К
Січень	865	1681	0,499938	1789,643738	756,3562623
Лютий	865	1681	0,499875	1789,738521	756,2614792
Березень	865	1681	0,49957	1790,200323	755,7996767
Квітень	865	1681	0,49595	1795,677264	750,3227362
Травень	865	1681	0	0	0
Червень	865	1681	0	0	0
Липень	865	1681	0	0	0
Серпень	865	1681	0	0	0
Вересень	865	1681	0	0	0
Жовтень	865	1681	0,498203	1792,26816	753,7318403
Листопад	865	1681	0,49981	1789,836913	756,1630871
Грудень	865	1681	0,499929	1789,656813	756,3431872

2.4.4 Енергія входу в підсистему розподілення

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, визначають за формулою, Вт•год

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ts,nrvd,i} = 3741514,11 + 1789,643 = 3743304 ,$$

де $Q_{H,dis,out,i}$ - енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж і-го місяця дорівнює енергії входу до підсистеми тепловіддачі $Q_{H,em,in,i}$ для певної комбінації зон, що обслуговуються тією ж самою підсистемою розподілення, Вт•год;

$Q_{H,dis,ts,nrvd,i}$ - неутилізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, Вт•год.

Результати розрахунку енергії входу в підсистему для кожного місяця занесені до таблиці 2.10

Таблиця 2.10 – Розрахунок енергії входу в підсистему розподілення

Місяць	$Q_{h,dis,out}$	$Q_{h,dis,ts,nrvd}$	$Q_{h,dis,in}$
Січень	3741514,11	1789,643738	3743304
Лютий	3224884,23	1789,738521	3226674
Березень	2821510,58	1790,200323	2823301
Квітень	1482009,52	1795,677264	1483805
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	1655015,23	1792,26816	1656808
Листопад	2566368,91	1789,836913	2568159
Грудень	3359034,32	1789,656813	3360824

2.5 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

2.5.1 Енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти.

Для цілей стандарту прийнято, що загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти дорівнює енергії входу в підсистему розподілення

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i} ,$$

де $Q_{H,gen,out,i}$ - енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт*год;

$Q_{H,dis,in,i}$ - енергія входу в підсистему розподілення упродовж і-го місяця, Вт*год.

2.5.2 Тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти.

Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт*год, розраховують за формулою

$$Q_{H,gen,loss,i} = Q_{H,gen,out,i} * \frac{(1 - \eta_{H,gen})}{\eta_{H,gen}} = 3743303,8 * \frac{(1 - 0,77)}{0,77} = 1118130 ,$$

де $\eta_{H,gen}$ - ефективність підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти;

$Q_{H,gen,out,i}$ - енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт*год.

Результати для кожного місяця представлено у вигляді таблиці 2.11

Таблиця 2.11 – Розрахунок тепловтрати підсистеми виробництва/генування та акумулювання (для газопаливного та твердопаливного котла)

<i>Газовий котел</i>				<i>Твердопаливний</i>			
Місяць	h_{gen}	$Q_{h,gen,out}$, Вт/м ² *К	$Q_{h,gen,is}$, Вт/м ² *К	Місяць	h_{gen}	$Q_{h,gen,out}$, Вт/м ² *К	$Q_{h,gen,is}$, Вт/м ² *К
Січень	0,77	3743303,8	1118130	Січень	0,54	3743303,8	3188740
Лютий	0,77	3226674	963811,7	Лютий	0,54	3226674	2748648
Березень	0,77	2823300,8	843323,6	Березень	0,54	2823300,8	2405034
Квітень	0,77	1483805,2	443214,5	Квітень	0,54	1483805,2	1263982
Травень	0,77	0	0	Травень	0,54	0	0
Червень	0,77	0	0	Червень	0,54	0	0
Липень	0,77	0	0	Липень	0,54	0	0
Серпень	0,77	0	0	Серпень	0,54	0	0
Вересень	0,77	0	0	Вересень	0,54	0	0
Жовтень	0,77	1656807,5	494890,6	Жовтень	0,54	1656807,5	1411355
Листопад	0,77	2568158,7	767112,4	Листопад	0,54	2568158,7	2187691
Грудень	0,77	3360824	1003882	Грудень	0,54	3360824	2862924

Для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами сезонну ефективність підсистем виробництва/генування та акумулювання теплоти $\eta_{H,gen}$.

Енергоефективність підсистем акумулювання включається в ефективність підсистем виробництва/генування. В тому випадку, коли підсистема виробництва/генування та акумулювання складається більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розрахунки слід робити окремо для кожної частини з відповідною ефективністю. (Наприклад, 50 % виходу енергії від підсистеми виробництва/генування покривається котлом на легкому сорті мазуту, а 50 % - тепловим насосом з передачею теплоти від повітря до повітря).

2.6 Споживання теплової енергії при опаленні

Споживання теплової енергії при опаленні приміщень визначають за формулою

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,is,i} = 3743304 + 1118129,7 = 4861433 ,$$

де $Q_{H,gen,out,i}$ - енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт•год;

$Q_{H,gen,is,i}$ - загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж і-го місяця, Вт•год.

У тому випадку, коли підсистема виробництва/генерування та акумулювання складається більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розрахунки слід робити окремо для кожної частини з відповідною ефективністю.

Річне споживання теплової енергії при опаленні, Вт•год, розраховують шляхом підсумовування розрахованого місячного енергоспоживання за формулою

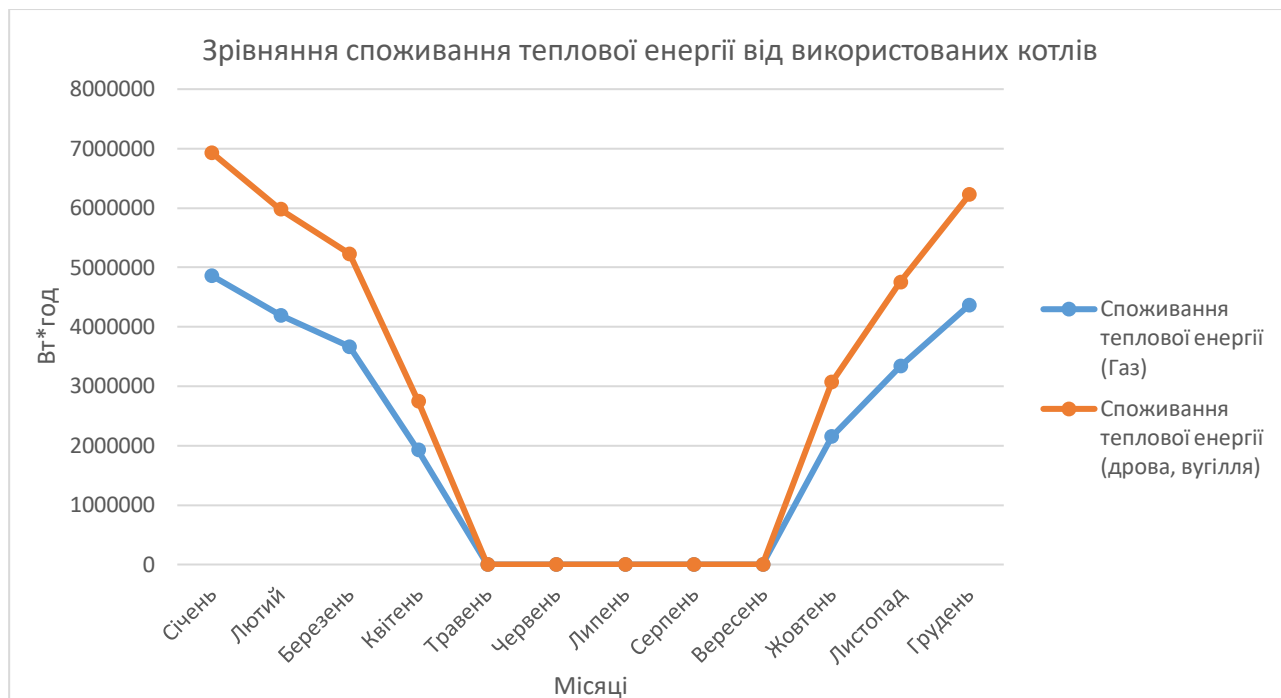
$$Q_{H,use,an} = \sum_i \frac{Q_{H,use,i}}{1000} = \sum_i \frac{24497238,9}{1000} = 24497,24 .$$

Потім результати для кожного місяця представляють у вигляді таблиці 2.12

Таблиця 2.12 – Розрахунок споживання теплової енергії при опаленні (для газопаливного та твердопаливного котла)

Споживання теплової енергії (газ)				Споживання теплової енергії опалення (д)			
Місяць	$Q_{h,gen,out}$ Вт/м2*К	$Q_{h,gen,is}$ Вт/м2*К	$Q_{h,use,i}$ Вт/м2*К	Місяць	$Q_{h,gen,out}$ Вт/м2*К	$Q_{h,gen,is}$ Вт/м2*К	$Q_{h,use,i}$ Вт/м2*К
Січень	3743304	1118129,7	4861433	Січень	3743303,8	3188740	6932044
Лютий	3226674	963811,7	4190486	Лютий	3226674	2748648	5975322
Березень	2823301	843323,61	3666624	Березень	2823300,8	2405034	5228335
Квітень	1483805	443214,54	1927020	Квітень	1483805,2	1263982	2747787
Травень	0	0	0	Травень	0	0	0
Червень	0	0	0	Червень	0	0	0
Липень	0	0	0	Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0	Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0	Вересень	0	0	0
Жовтень	1656808	494890,55	2151698	Жовтень	1656807,5	1411355	3068162
Листопад	2568159	767112,35	3335271	Листопад	2568158,7	2187691	4755850
Грудень	3360824	1003882,5	4364706	Грудень	3360824	2862924	6223748
		$\Sigma Q_{h,use,i}$	24497,24			$\Sigma Q_{h,use,i}$	34931,25

На рисунку 2.1 показано кількість споживання теплової енергії від обох видів котлів.



2.7 Загальне енергоспоживання при охолодженні

2.7.1 Підсистеми тепловіддачі/виділення при охолодженні

В якості підсистем тепловіддачі/виділення при охолодженні беруть до уваги обладнання, що використовується в залежності від навантаження охолодження (змійовики з вентиляторним обдувом, охолоджувальні стелі, спліт-системи охолодження тощо).

2.7.2 Тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення

Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікації енергоефективності згідно з нормативними вимогами, не враховує тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення при охолодженні. Для детальних розрахунків необхідно керуватися методикою згідно з ДСТУ Б EN 15243.

2.7.3 Додаткова енергія для підсистем тепловіддачі/виділення

Додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення включає електроенергію для вентиляторів, насосів та приладів управління охолоджувальними приладами системи охолодження.

Потребу в електроенергії $W_{C,ce,aux}$ вторинних повітряних вентиляторів для повітряного охолодження приміщень обчислюють залежно від типу і особливості конструкції пристрою. Зазначену потребу в енергії, кВт•год, що стосується приладів із багатоступеневим управлінням швидкістю виходячи із 1000 год роботи вентиляторних конвекторів і 310 год повного використання системи охолодження), розраховують за формулою

$$W_{C,em,aux} = \frac{f_{C,em,aux} * Q_{C,gen,out} * t_{C,op}}{1000} = \frac{0,04 * 627,716 * 310}{1000} = 7,783 ,$$

де $f_{C,em,aux}$ - питома потреба в енергії вторинних вентиляторів системи охолодження;

$Q_{C,gen,out}$ - енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, кВт•год;

$t_{C,op}$ - тривалість часу на охолодження, год.

Результати занесені до таблиці 2.13

Таблиця 2.13 – Розрахунок додаткової енергії підсистеми тепловіддачі/виділення

Місяць	$f_{C,em,aux}$	$Q_{C,gen,out}$	$t_{C,op}$	$W_{C,emaux}$
Січень	0,04	627,7164	310	7,7836839
Лютий		651,4569	280	7,2963175
Березень		841,871	310	10,439201
Квітень		4609,488	300	55,313854
Травень		123938,7	310	1536,8395
Червень		125350	300	1504,2002
Липень		128302,9	310	1590,9556
Серпень		122769,3	310	1522,3389
Вересень		106627,6	300	1279,5306
Жовтень		2136,949	310	26,498167
Листопад		683,4699	300	8,2016387
Грудень		629,7506	310	7,8089072

2.7.4 Енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі

Енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі з урахуванням положень дорівнює енергії виходу для підсистем тепловіддачі

$$Q_{C,em,in,i} = Q_{C,em,out,i} \cdot$$

де $Q_{C,em,in,i}$ - енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі упродовж і-го місяця Вт•год;

$Q_{C,em,out,i}$ - енергія виходу для підсистем виділення/тепловіддачі упродовж і-го місяця, що дорівнює енергопотребі для охолодження у даному місяці $Q_{C,nd,i}$ та для даної комбінації зон, яку обслуговує та сама підсистема виділення/тепловіддачі, Вт•год.

2.8 Підсистеми розподілення при охолодженні

2.8.1 Тепловтрати в підсистемах розподілення

Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, Вт*год, визначають за формулою

$$\begin{aligned} Q_{C,dis,is} &= Q_{C,nd} * ((1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{C,d})) \\ &= 72,239 * ((1 - 1) + (1 - 0,87) + (1 - 0,9)) = 16,614, \end{aligned}$$

де $Q_{C,nd}$ - річні енергопотреби для охолодження, кВт*год;

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

$\eta_{C,ce,sens}$ - ступінь явної утилізації теплообміну при охолодженні в системі охолодження. Ця величина враховує небажане осушення (енергію на конденсацію) в існуючому устаткуванні системи охолодження.

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

Дані та розрахунки представлені у вигляді таблиці 2.14

Таблиця 2.14 – Розрахунок тепловтрати підсистеми розподілення на охолодження

Місяць	$Q_{c,em,out}$, Вт/м ² *К	$\eta_{c,ce}$	$\eta_{c,ce,sens}$	$\eta_{c,d}$	$Q_{c,dis,is}$, Вт/м ² *К
Січень	72,239058	1	0,87	0,9	16,61498
Лютий	168,23316				38,69363
Березень	938,16855				215,7788
Квітень	16172,445				3719,662
Травень	498677,41				114695,8
Червень	504384,14				116008,4
Липень	516323,95				118754,5
Серпень	493948,94				113608,3
Вересень	428680,27				98596,46
Жовтень	6174,7879				1420,201
Листопад	297,6769				68,46569
Грудень	80,464043				18,50673

Підсистеми розподілення систем охолодження зазвичай працюють із меншою температурною різницею між носієм та температурою зовнішнього охолоджуваного простору ніж системи опалення, відтак утилізаційні втрати холоду в системі розподілення, що знаходяться в системі розподілення, не беруть до уваги.

2.8.2 Енергія входу для підсистем розподілення

Енергію входу, яка необхідна для підсистеми розподілення, Вт•год, визначають за формулою

$$Q_{c,dis,in} = \sum_i \frac{Q_{c,dis,out,i}}{1000} + Q_{c,dis,is} = \sum_i \frac{567,161}{1000} + 16,614 = 583,776 ,$$

де $Q_{c,dis,out,i}$ - енергію виходу для підсистеми розподілення упродовж і-го місяця, Вт-год, приймають такою, що дорівнює енергії входу для підсистем тепловіддачі $Q_{c,em,in,i}$;

$Q_{c,dis,is}$ - річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодженого повітря, Вт•год.

Результати для кожного місяця виписано у таблиці 2.15

Таблиця 2.15 – Розрахунок енергії входу підсистеми розподілення

Місяць	$Q_{c,em,out}$, Вт/м2*К	$Q_{c,dis,is}$, Вт/м2*К	$Q_{c,dis,in}$, Вт/м2*К
Січень	567,16131	16,61498	583,77629
Лютий		38,69363	605,85493
Березень		215,7788	782,94008
Квітень		3719,662	4286,8237
Травень		114695,8	115262,97
Червень		116008,4	116575,51
Липень		118754,5	119321,67
Серпень		113608,3	114175,42
Вересень		98596,46	99163,624
Жовтень		1420,201	1987,3625
Листопад		68,46569	635,627
Грудень		18,50673	585,66804

2.8.3 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання при охолодженні

Енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання
Загальну енергію виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт•год, розраховують за формулою

$$Q_{c,gen,out} = \frac{Q_{c,dis,in}}{\eta_{c,ac}} = \frac{583,776}{0,93} = 627,716 ,$$

де $\eta_{c,ac}$ - ефективність автоматичного управління/регулювання, приймають в залежності від класу ефективності системи управління/регулювання згідно з ДСТУ Б EN 15232:

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 - $\eta_{c,ac} = 0,82$;

$Q_{c,dis,in}$ - енергія входу в підсистему розподілення, кВт•год.

Результати розрахунку представлені у вигляді таблиці 2.16

Таблиця 2.16 – Енергії виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

Місяць	$Q_{c,dis,in}$, Вт/м ² *К	$\eta_{c,ac}$	$Q_{c,gen,out}$, Вт/м ² *К
Січень	583,77629	0,93	627,71644
Лютий	605,85493		651,45692
Березень	782,94008		841,87105
Квітень	4286,8237		4609,4878
Травень	115262,97		123938,67
Червень	116575,51		125350,02
Липень	119321,67		128302,87
Серпень	114175,42		122769,26
Вересень	99163,624		106627,55
Жовтень	1987,3625		2136,9489
Листопад	635,627		683,46989
Грудень	585,66804		629,75058

2.8.4 Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт*год, розраховують за формулою

$$Q_{c,gen,is} = Q_{c,gen,out} * \frac{(1 - \eta_{c,gen})}{\eta_{c,gen}} = 627,716 * \frac{(1 - 2,25)}{2,25} = -348,73,$$

де $\eta_{c,gen}$ - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання;

$Q_{c,gen,out}$ - енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт*год.

2.9 Енергоспоживання при охолодженні

Енергоспоживання при охолодженні, кВт*год, розраховують за формулою

$$Q_{c,use} = Q_{c,gen,out} + Q_{c,gen,is} = 627,716 + (-348,73) = 278,985,$$

де $Q_{c,gen,out}$ - енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт*год;

$Q_{c,gen,is}$ - загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт•год.

Загальний розрахунок енергоспоживання при охолодженні представлено у вигляді таблиці 2.17

Таблиця 2.17 – Розрахунок тепловтрат підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, та енергоспоживання при охолодженні

Місяць	$Q_{c,gen,out}$, Вт/м ² *К	$\eta_{c,gen}$	$Q_{c,gen,is}$, Вт/м ² *К	$Q_{c,use}$, Вт/м ² *К
Січень	627,71644	2,25	-348,7314	278,9851
Лютий	651,45692		-361,9205	289,5364
Березень	841,87105		-467,7061	374,1649
Квітень	4609,4878		-2560,827	2048,661
Травень	123938,67		-68854,82	55083,85
Червень	125350,02		-69638,9	55711,12
Липень	128302,87		-71279,37	57023,5
Серпень	122769,26		-68205,15	54564,12
Вересень	106627,55		-59237,53	47390,02
Жовтень	2136,9489		-1187,194	949,7551
Листопад	683,46989		-379,7055	303,7644
Грудень	629,75058		-349,8614	279,8891

2.10 Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт•год, розраховують за формулою

$$W = W_L + W_P = 3126,357 + 0,463 = 3126,82,$$

де W_L - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, к Вт•год;

W_P - паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт•год.

Значення W_L розраховують за формулою

$$\begin{aligned}
 W_L &= (P_N * F_C) * \{(t_D * F_o * F_D) + (t_N * F_o)\} * \frac{A_f}{1000} \\
 &= (18 * 0,9) * \{(2250 * 1 * 1) + (250 * 1)\} * \frac{77,194}{1000} = 3126,357 ,
 \end{aligned}$$

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

F_C - постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуючому контролі сталої освітленості зони;

F_o - коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони;

F_D - коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони;

t_D - час використання природного освітлення протягом року, год;

t_N - час використання штучного освітлення протягом року, год;

A_f - кондиціонована площа будівлі, м².

Значення W_p розраховують за формулою

$$W_p = (P_{em} + P_{pc}) * A_f = (1 + 5) * 77,194 = 463,164 ,$$

де P_{em} - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт•год/м²;

P_{pc} - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, Вт•год/м².

3 АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

3.1 Аналіз споживання паливо-енергетичних ресурсів

3.1.1 Електроенергія

Споживання електричної енергії по місяцях за 2017-2019 роки за даними організації представлено в таблиці 3.1 та на рисунку 3.1 (день), також в таблиці 3.2 та на рисунку 3.2 (ніч).

Таблиця 3.1 – Споживання електричної енергії (день) по місяцям за 2017, 2018, 2019 рік.

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт*год (денна форма)		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	117	209	115
Лютий	71	380	390
Березень	1	375	615
Квітень	62	400	79
Травень	11	348	315
Червень	64	322	190
Липень	26	290	215
Серпень	33	383	70
Вересень	17	750	254
Жовтень	1315	710	120
Листопад	180	350	126
Грудень	326	891	1348
Загалом	2223	5408	3837

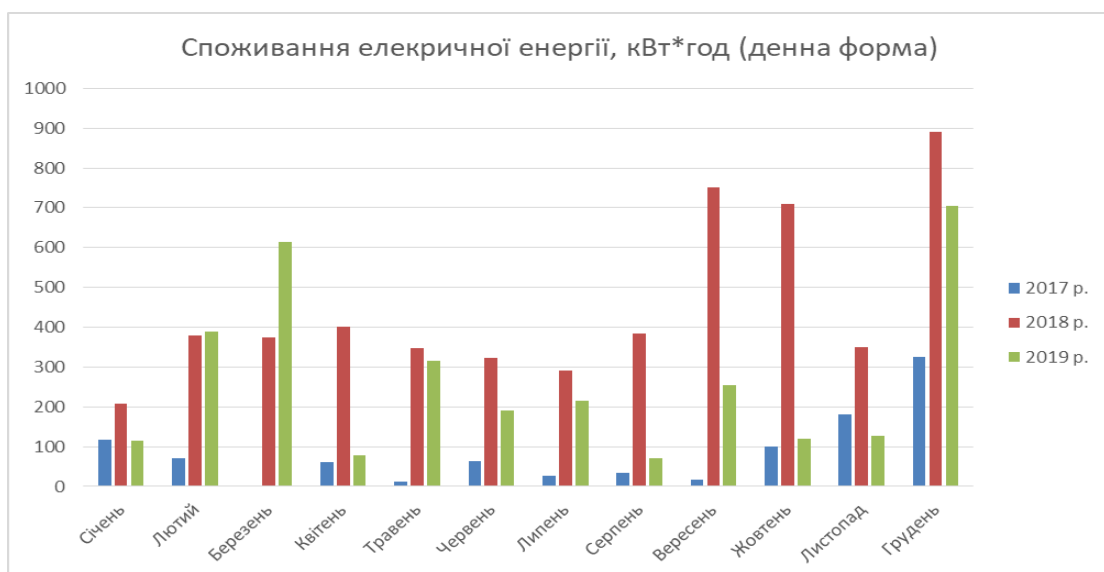


Рисунок 3.1 – Графік споживаної електроенергії (денна форма)

З рисунку 3.1 діаграми споживання денної форми бачимо, що споживання електроенергії денної форми майже рівномірно по діапазоні від 300-400 кВт*год особливо за 2018 та 2019 р., але має доволі багато погрішностей у деяких місяцях за 2018 р., та дуже низьку споживання електроенергії за 2017 р.

Таблиця 3.2 – Споживання електричної енергії (ніч) по місяцям за 2017, 2018, 2019 рік.

Місяць	Споживання електричної енергії, кВт*год (нічна форма)		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	520	126	120
Лютий	169	101	456
Березень	327	510	780
Квітень	1	525	380
Травень	101	660	18
Червень	17	574	70
Липень	39	816	60
Серпень	9	270	60
Вересень	14	108	4
Жовтень	5	266	56
Листопад	4479	230	80
Грудень	66	330	1137
Загалом	5747	4516	3221

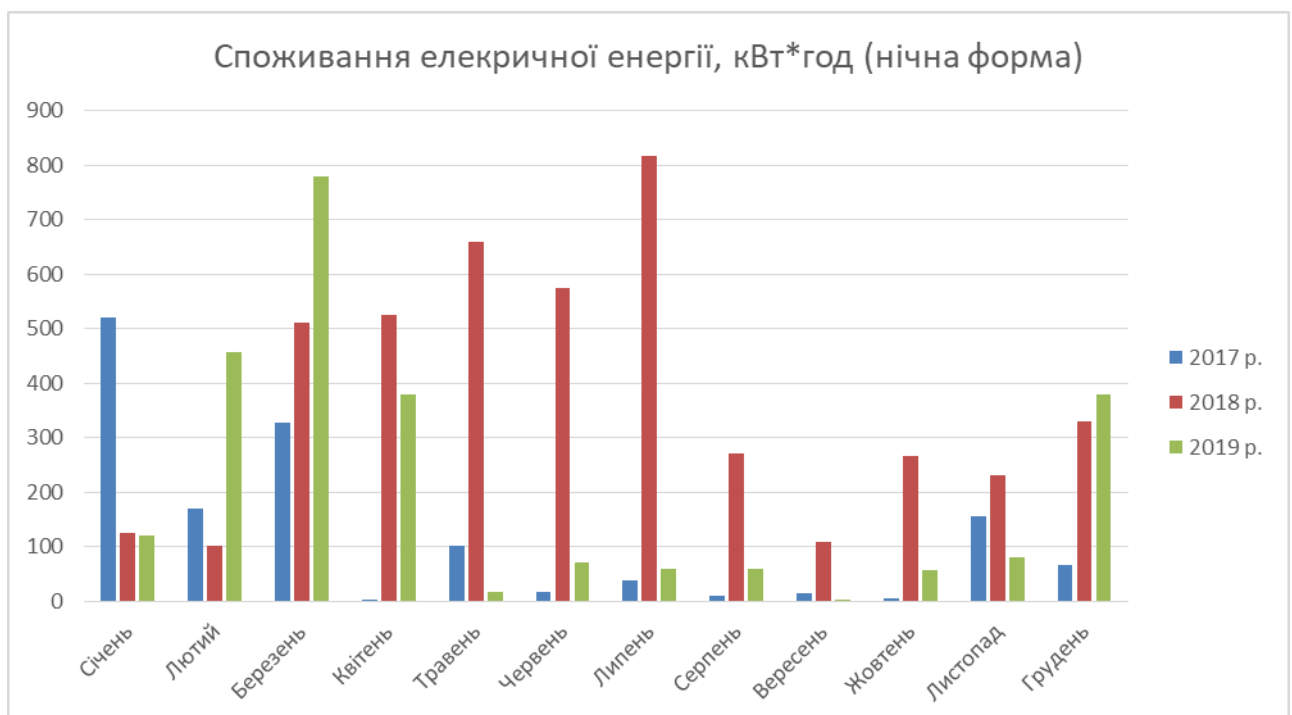


Рисунок 3.2 – Графік споживаної електроенергії (нічна форма)

З рисунку 3.2 діаграми споживання нічної форми бачимо, що споживання електроенергії доволі хаотично і має більш погрешностей вище 400 кВт*год особливо за 3 роки у зимовій та вісній сезоні.

3.1.2 Споживання природного газу

Споживання газу по місяцях за 2017-2019 роки за даними організації представлено в таблиці 3.3 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.3 – Споживання природного газу по місяцям за 2017, 2018, 2019 рік

Місяць	Споживання природного газу, м ³ *год		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	59	270	155
Лютий	220	260	32
Березень	240	210	16
Квітень	90	20	13
Травень	6	18	4
Червень	30	17	18
Липень	10	1	23
Серпень	10	10	27
Вересень	14	20	20
Жовтень	70	40	100
Листопад	200	110	120
Грудень	200	200	210
Загалом	1149	1176	738

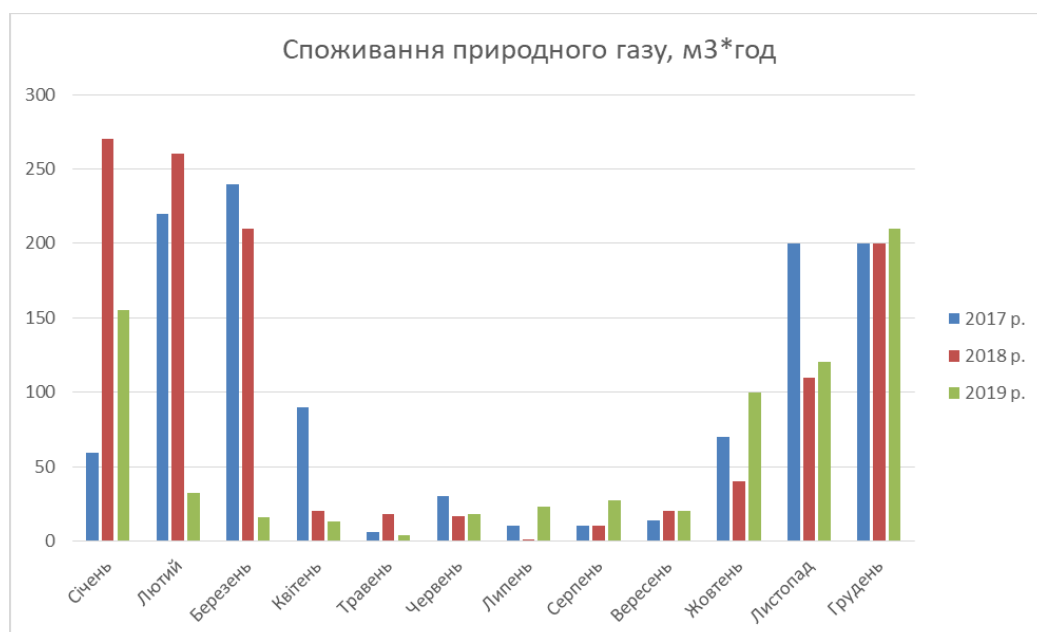


Рисунок 3.3 – Графік споживання природного газу

З рисунку 3.3 діаграми споживання природного газу бачимо, що споживання за опалювальний сезон доволі високі і досягають до діапазоні 270 м³ за 3 роки.

3.1.3 Споживання твердого палива

Інша ситуація виникає при споживанні дерев'яного вугілля. Котел КС-Т-16 щодня витрачає від кілограму до дві кожен день на місяць. Споживання палива за 2017, 2018, 2019 рік представлено до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Споживання дерев'яного вугілля за 2017, 2018, 2019 р.

Місяць	Споживання твердого палива, кг*д		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	62	62	62
Лютий	42	42	42
Березень	46,5	46,5	46,5
Квітень	30	30	30
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	31	31	31
Листопад	45	45	45
Грудень	62	62	62
Загалом	318,5	318,5	318,5

З аналізу таблиці робимо висновок, що за кожен рік витрачаємо до 320 кг. вугілля.

3.2 Витрати на паливно-енергетичні ресурси

3.2.1 Тарифи на паливно-енергетичні ресурси

Діючи тарифи на паливно-енергетичні ресурси за даними організації представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Діючі тарифи

Споживачі	Вартість
Електроенергія грн/кВт*год (день) вище 100 кВт/год	1,68
Електроенергія грн/кВт*год (ніч) вище 100 кВт/год	0,84
Електроенергія грн/кВт*год (день) до 100 кВт/год	0,9
Електроенергія грн/кВт*год (ніч) до 100 кВт/год	0,45
Природний газ грн/м ³ *год	8,96
Дерев'яне вугілля грн/кг	17,5

3.2.2 Грошові витрати на електроенергію

Грошові витрати на електроенергію по місяцям за 2017-2019 рік за даними організації представлені у таблиці 3.6 та рисунку 3.4 (день), також у таблиці 3.7 та рисунку 3.5 (ніч).

Таблиця 3.6 – Грошові витрати електроенергії (денної форми)

Місяць	Грошові витрати електричної енергії, грн/кВт*год (денна форма)		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	196,56	351,12	193,2
Лютий	63,9	638,4	655,2
Березень	0,9	630	1033,2
Квітень	55,8	672	71,1
Травень	9,9	584,64	529,2
Червень	57,6	540,96	319,2
Липень	23,4	487,2	361,2
Серпень	29,7	643,44	63
Вересень	15,3	1260	426,72
Жовтень	2209,2	1192,8	201,6
Листопад	302,4	588	211,68
Грудень	547,68	1496,88	2264,64
Загалом	3512,34	9085,44	6329,94

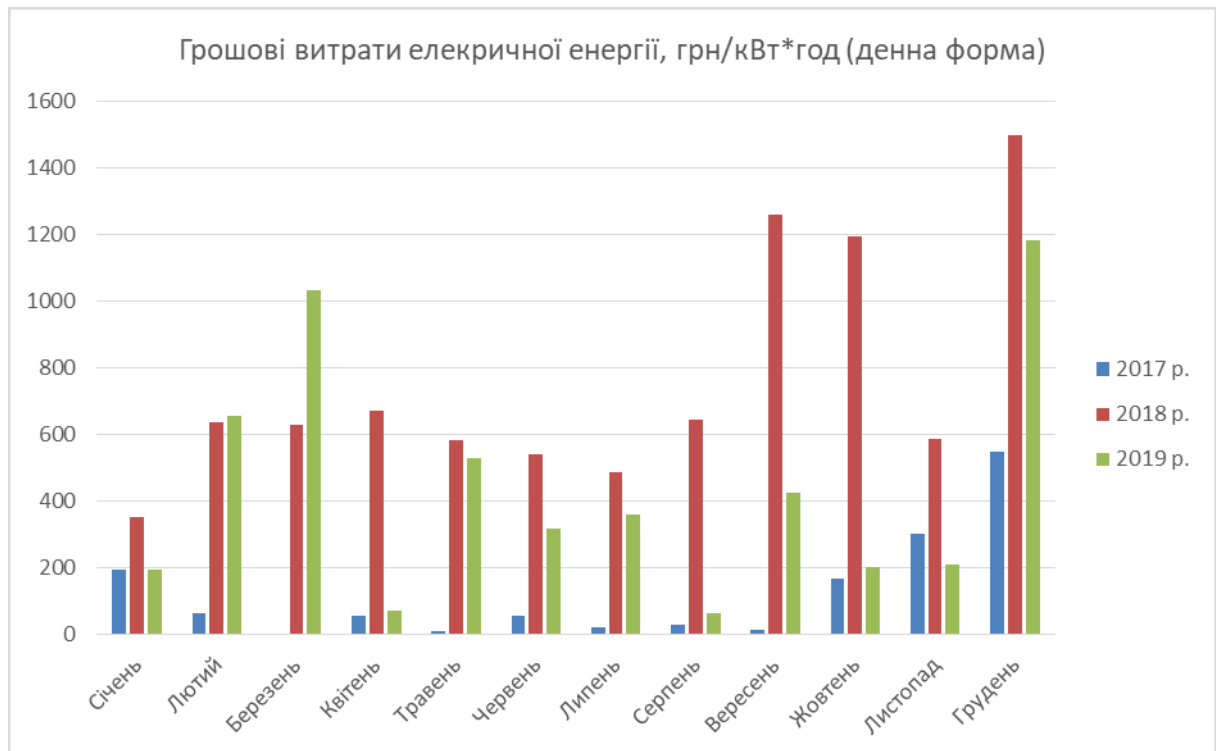


Рисунок 3.4 – Графік грошових витрат електроенергії (денної форми)

З рисунку 3.4 бачимо, що за три роки в середньому витрачаємо від 600 до 800 грн кожного місяця денної форми.

Таблиця 3.7 – Грошові витрати електроенергії (нічної форми)

Місяць	Грошові витрати електричної енергії, грн/кВт*год (нічна форма)		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	436,8	105,84	100,8
Лютий	141,96	84,84	383,04
Березень	274,68	428,4	655,2
Квітень	0,45	441	319,2
Травень	84,84	554,4	8,1
Червень	7,65	482,16	31,5
Липень	17,55	685,44	27
Серпень	4,05	226,8	27
Вересень	6,3	90,72	1,8
Жовтень	2,25	223,44	25,2
Листопад	3762,36	193,2	36
Грудень	29,7	277,2	955,08
Загалом	4768,59	3793,44	2569,92

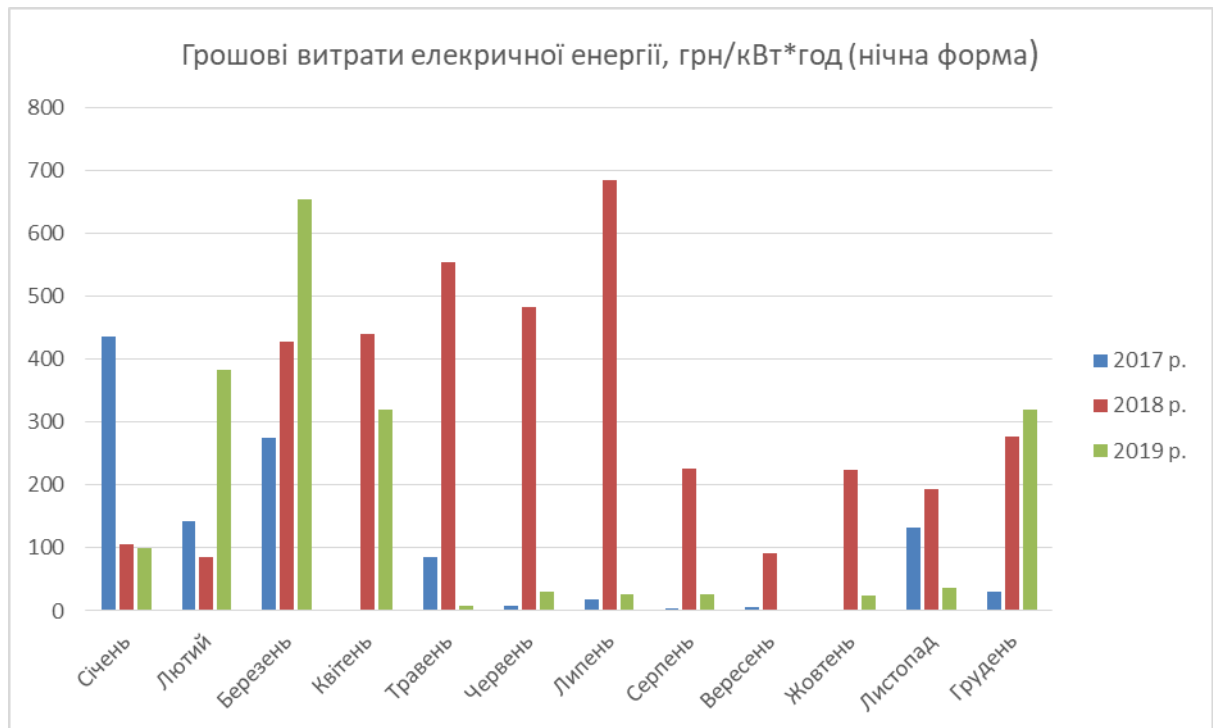


Рисунок 3.5 – Графік грошових витрат електроенергії (нічної форми)

З рисунку 3.5 бачимо, що витрачаємо в середньому витрачаємо близько 450 грн за електроенергію нічної форми.

3.2.3 Грошові витрати за природний газ

Грошові витрати на природний газ по місяцям за 2017-2019 рік за даними організації представлені у таблиці 3.8 та рисунку 3.6.

Таблиця 3.8 – Грошові витрати природного газу

Місяць	Грошові витрати природного газу, грн/м3*год		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	528,64	2419,2	1388,8
Лютий	1971,2	2329,6	286,72
Березень	2150,4	1881,6	143,36
Квітень	806,4	179,2	116,48
Травень	53,76	161,28	35,84
Червень	268,8	152,32	161,28
Липень	89,6	8,96	206,08
Серпень	89,6	89,6	241,92
Вересень	125,44	179,2	179,2
Жовтень	627,2	358,4	896
Листопад	1792	985,6	1075,2
Грудень	1792	1792	1881,6
Заголом	10295,04	10536,96	6612,48

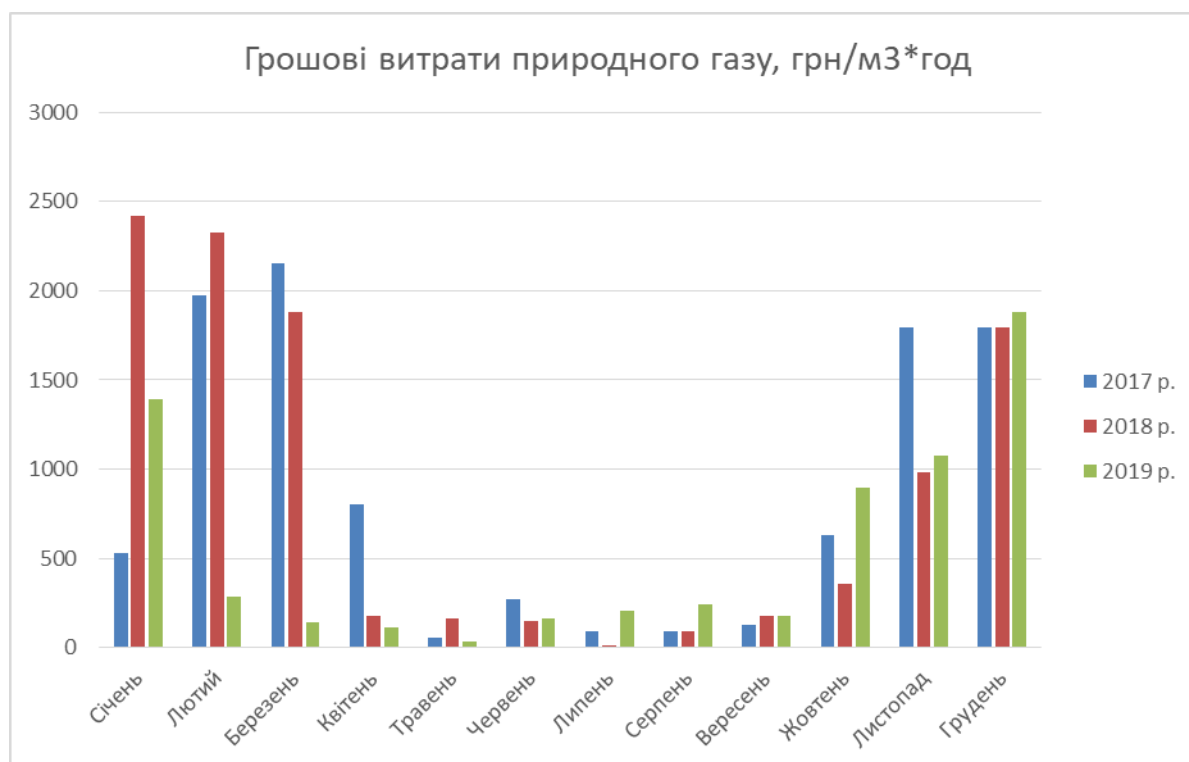


Рисунок 3.6 – Графік грошових витрат природного газу

З рисунку 3.6 проаналізовано, що за опалювальний сезон використовуючи природний газ грошові кошти витрачається до 2500 грн кожного місяця.

3.2.4 Грошові витрати за дерев'яне вугілля

Капітальні грошові втрати за дерев'яне вугілля кожного місяця за 2017, 2018, 2019 р. представлені у вигляді таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Грошові витрати дерев'яного вугілля за 3 роки

Місяць	Грошові витрати твердого палива, грн/кг*д		
	за 2017 рік	за 2018 рік	за 2019 рік
Січень	1085	1085	1085
Лютий	735	735	735
Березень	813,75	813,75	813,75
Квітень	525	525	525
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	542,5	542,5	542,5
Листопад	787,5	787,5	787,5
Грудень	1085	1085	1085
Загалом	5573,75	5573,75	5573,75

3.3 Висновок економічності використання палив

Згідно з попередніх розрахунків коштів на природний газ та дерев'яне вугілля зрівнюємо економічність згідно рисунку 3.7

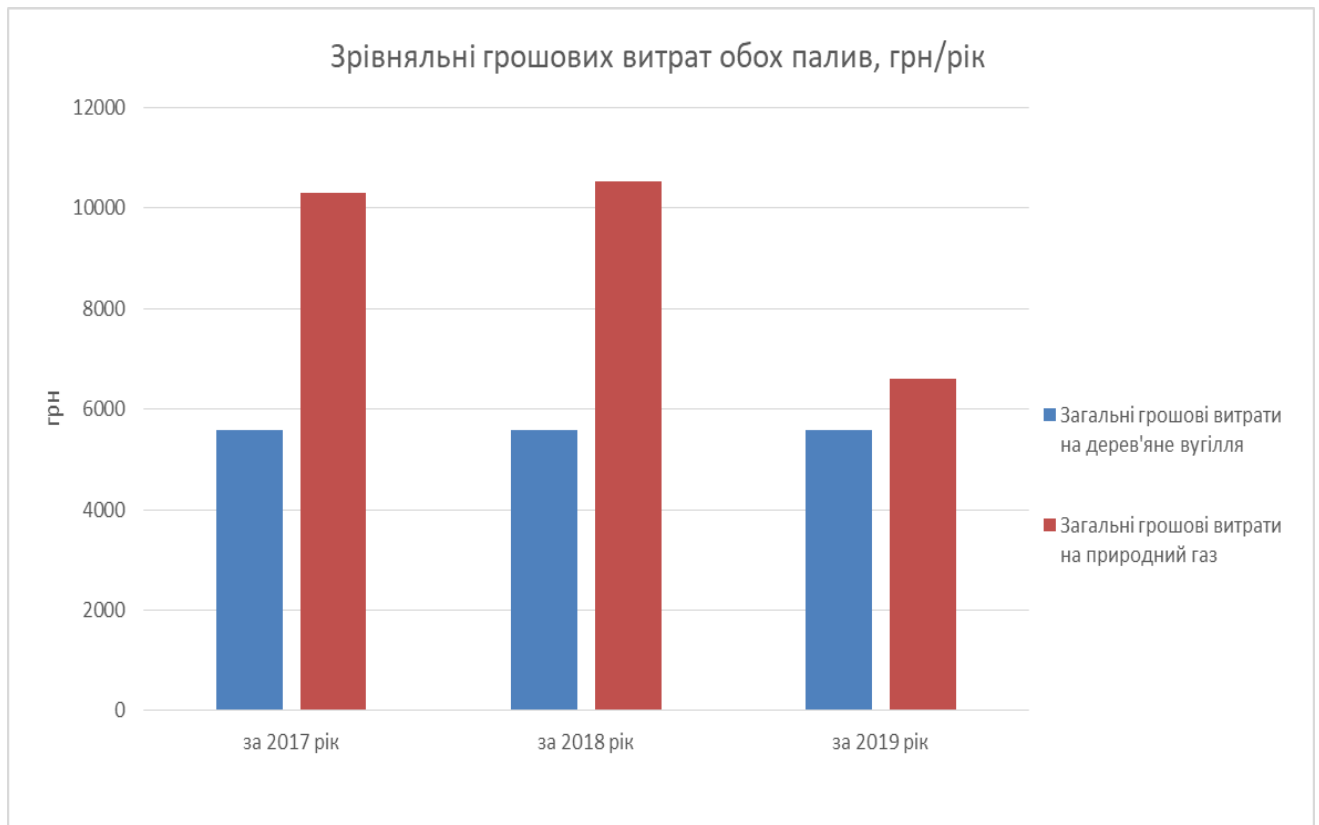


Рисунок 3.7 – Графік економічності використання обох видів палив

Згідно з графіком бачимо, що дерев'яне вугілля набагато економічніше ніж природний газ.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі був проведено дослідження житлового будинку у місті Запоріжжя по вул. Промислова 45.

Енергетичний аудит - обов'язковий та важливий етап на шляху впровадження використання палива різних видів котлів.

Енергоаудит – це дослідження підприємств, організацій і окремих виробництв з метою визначення можливостей економії енергії та газу, яка споживається та надання допомоги підприємству в здійсненні цієї економії шляхом впровадження механізмів ефективного енергоспоживання.

Україна вважається світовим лідером з точки зору перевитрат енергоносіїв.

Причиною цього є існуючий незадовільний стан огорожувальних конструкцій будівель та систем споживання енергоносіїв.

У першому розділі дипломної роботи наданий опис і характеристика об'єкту, який досліджується. Розроблені технічні рішення з метою економії палива. В результаті аналізу даних розроблені заходи, які направлені на забезпечення раціонального використання теплової енергії.

Використання всього комплекс рішень значно підвищить енергоефективність будинку. Впровадження заходів по скороченню втрат зменшить комунальні витрати на природний газ, які взагалом використовують.

В цьому розділі проаналізувавши всі показники термічного опору огорожень, підлоги який має контакт з ґрунтом, та суміщне покриття .

Таким чином з'ясовуємо номінальну термічний опір для подальшого визначення його енергопотреб для кожного приміщення. З допомогою розрахунків на трансмісію, вентиляції, теплота від внутрішнього теплонадходження, доповнення теплоти від сонячної радіації, визначаємо загальну енергопотребу для будинку.

У другому розділі виконаний теплотехнічний розрахунок енергоспоживання кожного приміщення окрім сараї. Виконаний розрахунок витрати енергоспоживання для кожного виду котлів.

Розрахунок впровадження системи автоматичного регулювання опалення. Також були проведено техніко-економічне обґрунтування проектних рішень, розрахунок та річних витрат на теплову енергію.

В третьому розраховано кількість грошових витрат на споживання газу, та енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про енергетичну ефективність будівель: Закон України від 22.06.2017 р. №2118-VIII. Голос України. 2017. 22 липня. (№134).
2. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні / ДСТУ-Н Б А.2.2-12: 2015 [Національний стандарт України] – К.: Мінрегіон України, 2015, - 199 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2016. – [Чинні від 2016–10–08, на заміну ДБН В.2.6–31:2006.] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2016. –33 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинні від 2014–01–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2013. – 149 с. – (Державні будівельні норми України).
5. ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні [Текст]. – На заміну ГОСТ 26629.85; чинний з 01.01.2013. – К. : НДІБК, 2011. – 229 с.
6. ДСТУ Б EN 15603:2013. Енергетична ефективність будівель. Загальне енергоспоживання та проведення енергетичної оцінки [Текст]. – Уведено вперше; чинний з 01.01.2014. – К. : Укрархбудінформ, 2013. – 84 с.
7. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 [Текст]. — Офіц. вид. — К. : Мінбуд України. 2007. — 135 с.
8. The official website DOE-2. Building Energy Use and Cost Analysis Tool [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://doe2.com/DOE2/index.html>.
9. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program / D. B. Crawley, L. K. Lawrie [and others] // Energy and Buildings. – 2001. – Vol. 33. – P. 319-331.
10. Crawley D. B. EnergyPlus: new capabilities in a whole-building energy simulation program / D. B. Crawley, L. K. Lawrie [and others] // Seventh International IBPSA Conference (August 13-15, 2001, Rio de Janeiro).

11. The official website TRNSYS. What is TRNSYS? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.trnsys.com/>.
12. The EPA's Web Archive. Basic Information [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/about.html>.
13. Перспективы сертификации жилых зданий по "зеленым" стандартам в Украине / Е. А. Тимошенко, Н. В. Савицкий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - 2016. - № 4. - С. 26-34. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2016_4_5.
14. Дмитроченкова Э.І.Аналіз міжнародних систем сертифікації «зеленого» будівництва // Науково – практичний журнал «Екологічні науки». – К.: ДЕА. – 2018 – Вип. №1 (20). – С.140 – 143. ISSN : 2306 – 9716. – Режим доступу: http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2018/1/part_1/29.pdf.
15. Офіційний сайт системи зеленої сертифікації DGNB [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dgnb-system.de/en/system/certification_system/index.php.
16. Аналіз систем сертифікації "зелених" будівель з точки зору оцінки ними екологічної безпеки / Л. П. Клименко, Н. О. Воскобойнікова // Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія"]. Сер. : Техногенна безпека. - 2014. - Т. 233, Вип. 221. - С. 114-119.
17. Understanding the LEED Certification Basics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.thebalancesmb.com/understanding-the-leed-certification-basics-844729>.
18. LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION // U.S. Green Building Council, (updated July 25, 2019, USA).
19. Standard 90.1-2010 (I-P Edition) – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (ANSI Approved; IES Co-sponsored)//STANDARD by ASHRAE, 2010 Режим доступу: https://www.techstreet.com/ashrae/standards/ashrae-90-1-2010-i-p?product_id=1739526.

20. Scofield, John. (2013). Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings. *Energy and Buildings*. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/263284645_Efficacy_of_LEED-certification_in_reducing_energy_consumption-and_greenhouse_gas_emission_for_large_New_York_City_office_buildings.
21. Altomonte, Sergio & Schiavon, Stefano & Kent, Michael & Brager, Gail. (2017). Indoor environmental quality and occupant satisfaction in green-certified buildings. *Building Research & Information*.
22. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинні від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
23. Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель: наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 р. № 169. *Офіційний вісник України*. 2018. № 55. С. 301.
24. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Текст]. – Уведено вперше; чинний з 01.01.2014. – К. : Укрархбудінформ, 2013. – 55 с.
25. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.5.-64:2012 – [Чинні від 2013–03–01, Уведено вперше] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2012. –122 с. – (Державні будівельні норми України).
26. Офіційний сайт Київтеплоенерго. Інформація про режим теплопостачання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
27. 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)/ ДСТУ Б EN 15251:2011 [Чинні від 2013-01-01] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2012. – 71 с. – (Національний стандарт України).

28. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 р. №555-IV. [Зміни від 2019–08–09], *Голос України*. 2003. 28 березня. (№60).
29. Дешко В.І., Суходуб І.О., Сердечний П.Ю. Використання енергетичного моделювання будівель при розробці проектів з підвищення енергоефективності. *Мехатронні системи. Енергоефективність та Ресурсозбереження*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 24 жовт. 2019 р. Київ, 2019. С. 86–96.
30. Стартап-проект: Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту» / П.В Круш, Н.А. Шевчук, О.І. Андрусь / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові дані. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с.
31. Податковий кодекс України. Закон № 2755-VI від 02.12.2010 «Голос України» № 229-230 від 04. 12. 2010.
32. Економіка підприємства: Книга 1. [підручник для студентів вищих навч. закладів]; за заг.ред. П.В. Круша, К.В. Шелехова. – К.: ДП «НВЦ Пріоритети», 2014. -676 с.
33. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [чинний від 01.09.2013 р.] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 168 с.
34. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [зі зміною №1 від 1 липня 2013 року] – К.: Міністерство будівництва, архітектури та житловокомунального господарства України, 2007. – 72 с.
35. ДБН А.3.1-5-2009 «Організація будівельного виробництва» – К.: Міністерство регіонального розвитку і будівництва України, 2010. – 61 с.
36. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація Частина 1. Проектування, Частина 2 Будівництво» – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 113 с.

37. ДБН В.1.2-10-2008 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд» – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 11 с.
38. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» – Київ, 2007. – 25 с.
39. Г.С. Ратушняк. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.092108 – «Теплогазопостачання і вентиляція»/ Г.С. Ратушняк, Коц І.В., Слободян Т.М., Колісник О.П. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 57 с.
40. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія» – К.: Міністерство регіонального розвитку і будівництва України, 2011. – 127 с