

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: **Вплив температурно-погодних та експлуатаційних факторів
на рівень ефективності тепlopостачання**

Виконав: студент 6 курсу, групи **ЕМм-61**

напряму підготовки (спеціальності)

**141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	<hr/>	Кислюк В.С. (прізвище та ініціали)
Керівник	<hr/> (підпис)	Зінь М.М. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<hr/> (підпис)	Коваль В.П. (прізвище та ініціали)
Рецензент	<hr/> (підпис)	Габрусєв Г.В. (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

Кафедра Електричної інженерії

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Тарасенко М.Г.

« ____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кислюку Віктору Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Вплив температурно-погодних та експлуатаційних факторів на рівень ефективності теплопостачання*

Керівник роботи *Зінь Мирослав Михайлович, к.т.н., доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від *23 серпня 2019 року № 4/7-731*

2. Термін подання студентом роботи *19 грудня 2019 р.*

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Спеціальна частина</i>	<i>к.т.н., доц. Зінь М.М.</i>		
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>д.е.н., проф. Малюта Л.Я.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>к.т.н., доц. Гурик О.Я.</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>ст. викл. Клепчик В.М.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>к.т.н., доц. Зварич Н.М.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>к.т.н., доц. Коваль В.П.</i>		

7. Дата видачі завдання

01 вересня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Літературний огляд за напрямком дипломної роботи	01.09.19 – 01.10.19	
2	Підготовка основної частини пояснювальної записки дипломної роботи	01.10.19 – 25.10.19	
3	Підготовка розділу « <i>Спеціальна частина</i> »	25.10.19 – 22.11.19	
4	Підготовка розділу « <i>Обґрунтування економічної ефективності</i> »	22.11.19 – 29.11.19	
5	Підготовка розділу « <i>Охорона праці та безпека в надзв. ситуаціях</i> »	30.11.19 – 05.12.19	
6	Підготовка розділу « <i>Екологія</i> »	05.12.19 – 10.12.19	
7	Складання переліку використаних літературних джерел	11.12.19 – 12.12.19	
8	Підготовка вступу, висновків, змісту, реферату	12.12.19 – 14.12.19	
10	Отримання відгуку та рецензії на дипломну роботу, підготовка доповіді на захист	15.12.19 – 17.12.19	

Студент

_____ (підпис)

Кислюк В.С.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Зінь М.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дана кваліфікаційна робота магістра містить: 113 сторінок, 26 рисунків, 22 таблиці, 28 формул.

Метою магістерської роботи підвищення ефективності управління теплоспоживанням шляхом розвитку методичних аспектів, методів та моделей врахування впливу температурно-погодних факторів під час проектування, експлуатації та модернізації систем теплопостачання; розвиток досліджень впливу експлуатаційних факторів на ефективність складових систем теплопостачання.

Об'єктом дослідження є системи теплопостачання, що експлуатуються, включаючи джерела, що виробляють тільки теплову енергію та будівлі як споживачі теплоти.

Предметом дослідження є методи визначення та управління ефективністю теплоспоживання.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених в роботі завдань застосовуються техніко-економічний аналіз, математичний аналіз та статистика, обчислювальні методи, фундаментальні положення теорії теплообміну, системний підхід з урахуванням температурно-погодних факторів на різних етапах життєвого циклу СТП.

Ключові слова: СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПЕРІОД, ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ, ТЕМПЕРАТУРНО-ПОГОДНІ ФАКТОРИ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ, ГРАДУСОДОБИ, ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОТИ.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РЕФЕРАТ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

ЗМІСТ

	с.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	13
1.1. Характеристика існуючого стану в сфері теплопостачання.....	13
1.2. Показники ефективності систем теплопостачання.....	17
1.3. Аналіз нормативів теплоспоживання в Україні та світі.....	21
1.4. Висновки до розділу 1	29
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА	32
2.1. Аналіз факторів впливу на вартість теплової енергії.....	32
2.2. Дослідження температурних умов	34
2.3. Аналіз градусо-діб опалювального періоду	42
2.4. Вплив температурних умов на енергоефективність будівель	45
2.5. Аналіз інших погодних факторів.....	46
2.6. Температурно-погодні фактори та показники проектів з енергозбереження	49
2.7. Рекомендації по врахуванню погодних умов під час впровадження енергозберігаючих проектів.....	51
2.7.1. Проектування енергетичних об'єктів	52
2.7.2. Енергетичний аудит існуючих будівель	54
2.7.3. Визначення регіонального ефекту у випадку зміни завантаження	56
2.8. Методика оцінки ефективності впровадження проекту з енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях	59
2.9. Висновки до розділу 2	67

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			ЗМІСТ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.				ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	69
3.1. Опис типових програмних засобів використаних у магістерській роботі..	69
3.1.1. Програма Word для Windows.....	69
3.1.2. Програма «AUTO CAD».....	71
3.1.3. Програма «Mathcad»	72
3.2. Розробка програми для обчислення основних втрат тепла через огорожуючі конструкції	74
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	76
4.1. Техніко-економічні основи розрахунку економічної ефективності відпущеної теплової енергії від автономної котельні	76
4.2. Розрахунок ефективності теплопостачання за умови будівництва автономних джерел теплової енергії і зміни завантаження централізованих джерел.....	83
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	85
5.1. Забезпечення безпечних умов праці в напружених режимах роботи	85
5.2. Правила безпеки при експлуатації парових котлів	88
5.3. Правила безпеки систем, що працюють під тиском.....	89
5.4. Правила безпеки при експлуатації газового господарства	90
5.5. Електробезпека.....	91
5.6. Розрахунок стійкості роботи підприємств житлово-комунальної сфери в умовах надзвичайних ситуацій	93
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ	96
6.1. Характеристика шкідливих речовин у продуктах згорання палива і їх вплив на навколишнє середовище.....	96
6.2. Шкідливі викиди при роботі котла. Методи їх зменшення.....	99
6.3. Розрахунок екологічної ефективності.....	103
ВИСНОВКИ	105
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	107

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГВП	Гаряче водопостачання
ГД	Градусо-доба
ГУ	Головне управління
ДБН	Державні будівельні норми
ДТ	Джерело теплопостачання
ККД	Коефіцієнт корисної дії
ОП	Опалювальний період
ПЕР	Паливно-енергетичні ресурси
ПР	Проникаюча радіація
РДА	Райдержадміністрація
РЗ	Радіоактивне зараження
СТП	Система теплопостачання
СЦТ	Система централізованого теплопостачання
ТЕС	Теплова електростанція
ТЕЦ	Теплоелектроцентрально
ТМ	Теплова мережа

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.				ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

ВСТУП

Забезпечення енергетичних потреб країни та ефективне використання енергії – стратегічна проблема України, складність якої все більше зростає. Проблемний стан української теплоенергетики є наслідком критичного зносу обладнання, низького техніко-економічного рівня систем тепlopостачання (СТП), високої енерговитратності будівель. Перехід на світові ціни в розрахунках за енергоносії, недостатній ресурсний потенціал поставили важливе завдання – підвищення ефективності виробництва, розподілу та споживання енергії [1].

Актуальність теми. Раціональне використання енергоресурсів – важливий принцип енергетичної політики кожної держави, тому все частіше в Україні розробляються програми та впроваджуються проекти, спрямовані на енергоощадність. Задачі вибору варіанту розвитку систем тепlopостачання та оцінки впровадження заходів з енергозбереження набувають важливого значення як для економіки в цілому, так і для кожного окремого споживача. Енергетичний ринок трансформується у напрямку використання енергоефективних технологій та розосередженої генерації. Прийняття відповідних рішень щодо раціональності використання теплоенергії є важливим завданням, яке вимагає врахування великої кількості факторів і потребує удосконалення методів оцінювання та контролю рівня ефективності функціонування систем тепlopостачання. В цих умовах зростає цінність систематизації існуючих показників ефективності, розробки методичних підходів до обґрунтування критеріїв оцінки ефективності функціонування СТП (від виробника до споживача). Зважаючи на значний (близько 40%) потенціал енергозбереження, підвищення енергоефективності існуючих об'єктів тепlopостачання є важливим питанням. Все більше уваги при цьому приділяється підви-

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП			
Розроб.		Кислюк В.С.						
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.			Літ.	Лист	Листів	
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

щентю якості теплопостачання та регулюванню, дотриманню комфортних умов в будівлях. Це потребує подальшого розвитку методик і моделей для врахування впливу температурно-погодних факторів, в тому числі для оцінювання ефективності систем теплопостачання, починаючи з етапу проектування; для ефективної експлуатації, під час проведення енергетичних обстежень будівель та впровадження комплексних енергозберігаючих проектів. Таким чином, тема магістерської роботи являє актуальний для України напрям наукових розробок.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності управління теплоспоживанням шляхом розвитку методичних аспектів, методів та моделей врахування впливу температурно-погодних факторів під час проектування, експлуатації та модернізації систем теплопостачання; розвиток досліджень впливу експлуатаційних факторів на ефективність складових систем теплопостачання.

Об'єктом дослідження є системи теплопостачання, що експлуатуються, включаючи джерела, що виробляють тільки теплову енергію та будівлі як споживачі теплоти.

Предметом дослідження є методи визначення та управління ефективністю теплоспоживання.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених в роботі наукових завдань застосовуються техніко-економічний аналіз, математичний аналіз та статистика, обчислювальні методи, фундаментальні положення теорії теплообміну, системний підхід з врахуванням температурно-погодних факторів на різних етапах життєвого циклу СТП.

Задачі дослідження для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Провести техніко-економічний аналіз сучасного стану і фактично досягнутих показників ефективності функціонування теплопостачальних організацій, виявити найбільш впливові фактори на собівартість теплової

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії та виконати оцінку можливих наслідків для регіону переходів споживачів на автономне теплопостачання.

2. Провести дослідження змін фактичних температур зовнішнього повітря за останні п'ятнадцять років для визначення їх можливого впливу на теплоспоживання та показники ефективності енергозберігаючих проектів.

3. Розвинути методичні аспекти планування обсягів теплоспоживання, аналізу та моніторингу витрат теплової енергії споживачами у процесі впровадження заходів з енергозбереження з врахуванням рівня теплозабезпеченості споживачів та температурно-погодних факторів.

4. Дослідити нормативну базу з питань теплопостачання і надати пропозиції відносно внесення відповідних змін щодо врахування впливу температурно-погодних умов і підходів до проектування енергетичних об'єктів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у поглибленні існуючих, розвитку і обґрунтуванні нових теоретичних і методичних аспектів управління ефективністю теплоспоживання під впливом температурно-погодних та експлуатаційних факторів, зокрема:

- удосконалено процедури техніко-економічного аналізу інтегрованих показників ефективності помірно-централізованих систем теплопостачання з використанням апарату математичної статистики і визначенням ефекту у разі впровадження автономних джерел на рівні регіону. Аналіз базується на врахуванні собівартості теплової енергії та відрізняється тим, що в районі розташування враховується зміна вартості теплової енергії та екологічного стану. Це дозволить приймати економічно та технологічно обґрунтовані рішення щодо подальшого удосконалення систем теплопостачання;

- дістали подальшого розвитку механізми аналізу, оцінювання та енергетичного моніторингу показників ефективності систем теплопостачання з врахуванням рівня теплозабезпеченості споживачів, які впливають на управління теплоспоживанням. Це допомагає запобігати прийняттю невірних управлінських рішень у сфері енергозбереження;

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- запропоновано підходи до проведення систематизації показників ефективності систем теплопостачання, а також її структурних елементів, що враховує вхідні, вихідні характеристики та обмеження. Систематизація базується на розподілі на технологічні, економічні та екологічні показники джерел теплоти, теплових мереж та споживачів.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено рекомендації щодо врахування впливу погодних умов на різних етапах функціонування СТП: проектування, експлуатації, під час розробки пропозицій щодо підвищення ефективності використання теплоенергії споживачами, а також у процесах впровадження і супроводження енергозберігаючих проектів. Сформульовано пропозиції для внесення змін в діючу нормативну базу щодо врахування температурно-погодних умов, наведено перелік необхідних стандартних даних, які доцільно було б впровадити додатково. Рекомендовано внесення поправок до методики розрахунку градусо-днів опалювального періоду, що використовуються під час розробки енергетичного паспорту будівель.

Запропоновано рекомендації щодо виконання техніко-економічних обґрунтувань будівництва автономних джерел теплопостачання, зокрема щодо потужності основного обладнання з врахуванням режимів теплових навантажень, екологічного стану в районі розташування та зміни вартості теплової енергії від існуючих джерел у разі зміни їх завантаження.

Результати аналізу стану теплопостачальних організацій представлені для впровадження у програму розвитку галузі комунального господарства.

Особистий внесок автора - особистий внесок автора включає постановку мети і задач дослідження, обґрунтування принципів і методів їхнього проведення, якісний і кількісний аналіз результатів, їхня інтерпретація.

Апробація роботи. Кислюк В.С. Вплив температурно-погодних та експлуатаційних факторів на рівень ефективності теплопостачання. // М.М. Зінь, В.С. Кислюк // Збірник тез доповідей. Матеріали VIII міжнародної науково -

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічної конференції «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, 27 - 28 листопада 2019р.) / М-во освіти і науки України, Тернопільський нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя – Т.: ТНТУ, 2019. – Т.3. С. 39.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Характеристика існуючого стану в сфері теплопостачання

Україна – держава з розвинутою мережею систем централізованого теплопостачання (СЦТ), протяжність тепломереж сягає 100 тис. км, тобто є однією із найбільших в світі, що за часи свого існування технічно й економічно себе виправдало. Головним досягненням вважалася [2] кількість ліквідованих невеликих котелень, значна економія палива, людської праці, металу та забезпечення чистоти повітряного басейну. Крім того, централізація дозволяє ефективно спалювати низькосортне паливо, вторинні енергоресурси та відходи підприємств. Але через ряд причин ці переваги централізованого теплопостачання на теперішній час знецінені.

Стан існуючих джерел теплопостачання оцінюється як критичний [3, 4], в деяких містах – як надзвичайний, що є наслідком зносу основних фондів. За даними Держжитлокомунгоспу України, термін експлуатації близько 60% комунальних котелень перевищує 20 років, більше 30% котлів є застарілими з коефіцієнтом корисної дії (ККД) нижче 82% та потребують негайної заміни. Це обумовлює значні витрати палива, високі викиди забруднюючих речовин і в цілому знижує якість теплопостачання.

Серйозною проблемою України є інтенсивне старіння обладнання ТЕЦ та ТЕС. Понад 95% ТЕС виробили розрахунковий ресурс, кількість обладнання з терміном експлуатації 30 років і вище складає приблизно 80 %, ККД енергоблоків не перевищує 30%, що нижче світового рівня на 10-20% [5]. Екологічні показники в теплоенергетиці перевищують навіть вітчизняні норми.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консуьлт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

Теплові мережі (ТМ) являються найменш надійним елементом СЦТ, в Україні середній термін їх служби складає 25 років. За даними Міністерства будівництва України, масштаби виходу з ладу тепломереж набувають масового характеру: на кожні 100 км щорічно реєструється 70 пошкоджень. Обслуговування зводиться виключно до поточного ремонту, а витрати на капітальний ремонт можуть перевищити витрати на нове капітальне будівництво [3]. Рівень зношеності магістральних мереж – 70 % [3], через що щорічні втрати теплової енергії складають 9÷17% [6], а по деяким даним [7, 8] до 30% і вище (норма 8-13% [7, 9]). Застаріла технічна оснащеність (якість металу, теплова ізоляція, арматура, конструкції і прокладка теплопроводів) приводить до великих втрат у процесі транспортування. У містах через необґрунтовані масштаби підключення споживачів різко збільшилися радіуси тепlopостачання і відбувся перехід на нові типорозміри діаметрів труб. Часто по мірі забудови виявляється, що необхідно перекладати нещодавно прокладені ділянки, а це тягне за собою перевитрати капіталовкладень. Серед причин перевитрат енергоресурсів – відсутність регулювання в перехідні періоди, або „перетоп” будівель; великі витрати на власні потреби; нераціональні витрати електроенергії на перекачування теплоносія. Зниження тепловтрат в мережах на 1% може дати економію в 112 тис. т.у.п./рік [10].

Незважаючи на значний знос обладнання і стан теплових мереж, підприємства комунальної енергетики протягом багатьох років забезпечують тепловою енергією більше ніж 55 % споживачів. Більше третини загального об'єму споживання теплової енергії складає забезпечення потреб на опалення та гаряче водопостачання (ГВП) [7, 11-13], і в першу чергу це пов'язано з тим, що житловий фонд України складається на 80% з будівель масових серій забудови з низькою теплоізоляцією огорожувальних конструкцій. Питома вага енергоресурсів у витратах на експлуатацію житла сягає до 80%. На опалення житлового фонду витрачається понад 70 млн. т.у.п. в рік, або 1,4 т.у.п. на одного мешканця, що вдвічі більше, ніж в Європі [12], при чому

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ					

важливою проблемою для наших споживачів залишається недотримання необхідного рівня комфортних умов в приміщеннях. У зв'язку з тим, що нормативній базі України щодо витрат на теплоспоживання будівель відбулися зміни, доцільним було б проаналізувати їх і порівняти з іншими країнами.

Близько 95 % палива, що використовується в житлово-комунальній енергетиці – природний газ. Перехід на світові ціни в розрахунках за енергоносії, недостатній власний ресурсний потенціал поставили важливе завдання – значне скорочення споживання палива. Так, у розвинених країнах витрачається 140-150 кг.у.п. на 1 Гкал теплоти, в Україні – 170-190 кг.у.п. [1, 7, 12], різниця є потенціалом енергозбереження джерел теплоти та систем.

Вирішення проблем в сфері теплопостачання може виконуватись за кількома напрямками: підвищення енергоефективності, впровадженням поновлювальних джерел енергії та енергозберігаючих заходів [1]. Широкомасштабна модернізація комунальної енергетики, яка забезпечує значну частину житлового фонду і інших споживачів, потребує значних одночасних капітальних витрат і іноді є дорожчою, ніж будівництво автономних джерел, що дозволяє перекласти ці витрати на споживачів [14].

Поряд з централізованим теплопостачанням від ТЕЦ, районних і промислових котелень спостерігається тенденція розвитку децентралізованого теплопостачання. У зв'язку зі спадом виробництва теплові навантаження на центральні котельні значно впали, як наслідок вартість теплової енергії зросла. В ряді міст витрати міського бюджету на підтримання СЦТ складають 40% [15], проте інформація щодо структури собівартості, що є основою для встановлення тарифів на теплову енергію, є недостатньо доступною. Але у випадку значного зростання цін на газ експлуатаційні витрати та термін окупності автономних джерел підвищуються, а ефективність інвестицій в модернізацію крупних котельних зростає.

Важливим джерелом інформації можуть слугувати офіційні звіти

									ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

теплопостачальних організацій, на основі яких можна робити аналіз ефективності роботи цих систем та прогнози щодо їх розвитку. Загалом в Україні відсутня система збору і обробки статистичних даних що споживанню і виробництву енергії, особливо на регіональному рівні. Без детального і систематичного представлення, збору і аналізу таких даних постає проблема визначення реального стану справ та розробки рекомендацій щодо подальшого розвитку в сфері теплопостачання, через що ускладнюється реалізація потенціалу енергоефективності в Україні. Класифікацію систем теплопостачання (СТП) в Україні [16, 17] показано на рис. 1.1.

В основному, автономні котельні використовуються для окремих будівель та промислових споруд. Активному їх застосування сприяла поява на ринку сучасного обладнання з можливістю місцевого регулювання та те, що часто відсутні вільні потужності існуючих джерел і нерозвинені інженерні мережі. Але стихійний розвиток автономних котелень приводить до збільшення експлуатаційних витрат СЦТ, падіння ККД і навіть до банкрутства центральних котелень [18]. Тому необхідним є контроль цього процесу: ефективність теплопостачання під час впровадження автономних джерел доцільно розглядати в комплексі спільно з існуючою системою, такий аналіз і визначення регіонального ефекту на прикладі окремого району буде корисним для прийняття технічно і економічно обґрунтованих рішень. Необхідно розробити або оновити понад 18000 генеральних планів населених міст, складовими частинами яких є схеми теплопостачання [12]. Розробці будь-якої стратегії розвитку в сфері теплопостачання повинна передувати оцінка існуючої ситуації, а для цього часто бракує необхідних даних для аналізу, особливо для обласних регіонів.

Таким чином, показано, що стан у сфері теплопостачання є складним і потребує значної уваги спеціалістів. Для правильної постановки задач досліджень важливим є виявлення найбільш вагомих факторів, що впливають на обсяг споживання енергії будівлями та рівня їх вивчення, а також факторів,

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що впливають на вартість теплової енергії, що відпускається від джерел теплоти. Далі проаналізуємо висвітлення та напрямки розвитку питань дослідження стану СТП в наукових роботах.

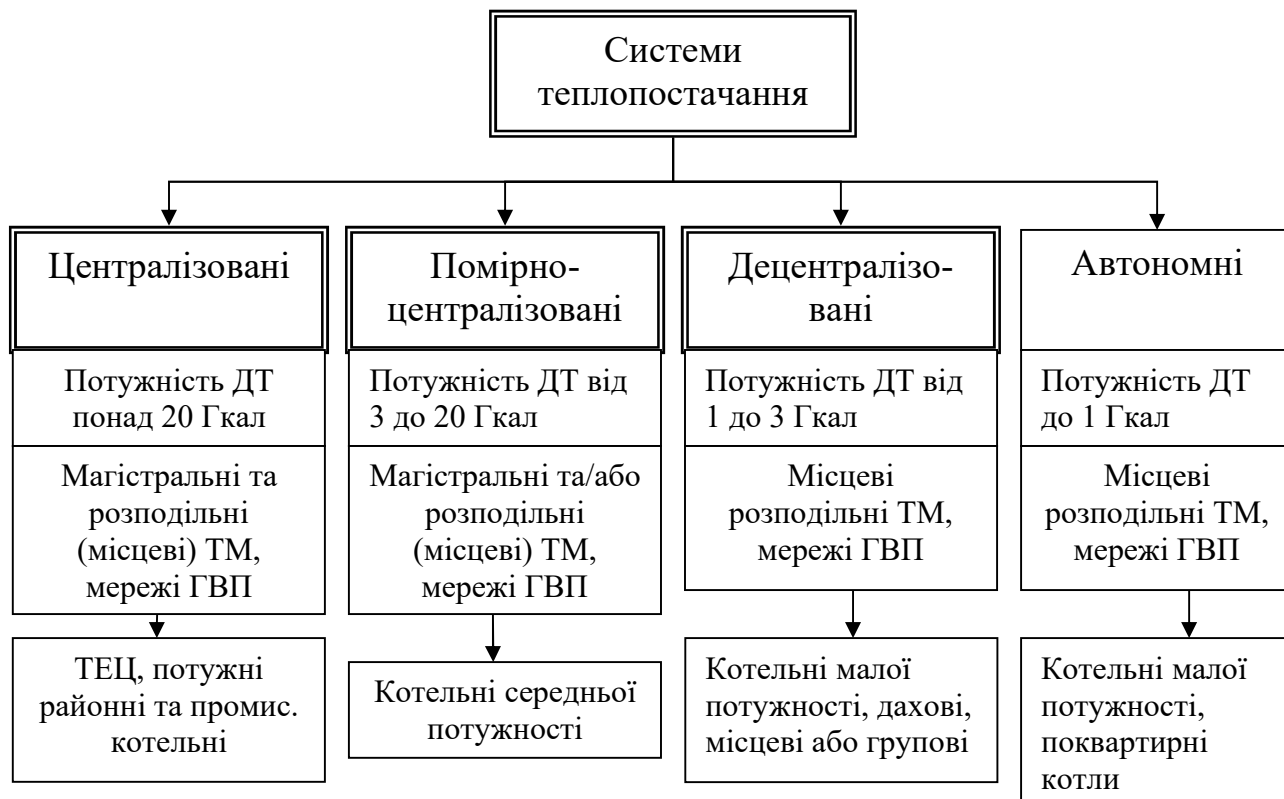


Рис. 1.1. Класифікація систем теплопостачання в Україні [16]

1.2. Показники ефективності систем теплопостачання

Для кожної СТП існує власна сукупність факторів, які впливають та визначають ефективність її роботи: теплопродуктивність, надійність, витрати палива, ККД устаткування, чисельність персоналу, теплові втрати і т.п. Для оцінки ефективності СТП необхідно мати базовий варіант, відносно якого робляться висновки про ефективність. Тип базової системи вибирають в залежності від багатьох факторів, але у більшості випадків перевага надається централізованій системі. Щоб оцінити ефективність теплоспоживання споживачів та роботи джерела теплоти, дані, що порівнюються, необхідно привести до базового року, але через вплив погодних умов цей аналіз ускладнюється. Узагальнюючи результати огляду літературних даних, показники ефективності СТП можна розподілити на три групи за областю

аналізу: виробничо-технічні, екологічні, економічні, а по кожній групі показники поділяють за способом вираження, за значущістю та чинниками впливу на них. Технологічна ефективність СТП - комплексна характеристика, що складається з трьох частин: економічність; екологічність; ступінь технічної досконалості (надійність, довговічність, маневреність). Надійність СТП визначається як її властивість безперебійно забезпечувати потреби в теплоті необхідної якості та не допускати ситуацій, небезпечних для людей та навколишнього середовища. Раніше в роботах спеціалістів надійність пов'язувалася з резервуванням, а пізніше за основу було прийнято забезпечення оптимальної температури внутрішнього повітря та припустимі рівні відхилень.

Структура будь-якої СТП формується з трьох складових: джерела тепlopостачання (ДТ), споживачів теплоти та трубопроводів для транспортування теплоти та розподілу її між споживачами (ТМ), при чому кожен з цих елементів має власні показники ефективності; впорядкуємо їх окремо для кожного з елементів системи. Враховуючи граничні умови, виділимо вхідні та вихідні характеристики для структурних елементів СТП (рис. 1.2, 1.3, 1.4).

Приведена на рис. 1.4 схема показників ефективності тепломереж справедлива і для магістральних, і для розподільчих місцевих мереж. В ролі споживача може виступати промисловість, район міста, споруда, окремий споживач (індивідуальна СТП). На теперішній момент розроблена велика кількість моделей, що описують СТП для можливості прийняття ефективних рішень. Найбільший розвиток отримали оптимізаційні методи, що спираються на припущеннях існування єдиного критерію вибору (як правило, економічного).

Порівняння СТП тільки по економічним показникам передбачає, що усі інші – технологічні, соціальні, екологічні повинні бути однакові. В дійсності виконання цієї умови неможливо, тому що кожний варіант СТП має свої

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

особливості. Аналізуючи показники ефективності СТП (рис.1.2-1.4), бачимо, що кліматичні дані місцевості впливають на вихідні характеристики; причому температурно-погодні умови мають вплив на ефективність теплоспоживання як під час проектування, так і під час експлуатації, тому є важливим фактором впливу у процесі розробки пропозицій щодо розвитку СТП та реконструкції її складових.



Рис. 1.2. Схема показників ефективності джерела тепlopостачання



Рис. 1.3. Схема показників ефективності теплових мереж



Рис. 1.4. Схема показників ефективності теплоспоживання споживачів теплової енергії

Для умов експлуатації СТП вважається, що собівартість теплоти – один із узагальнюючих економічних показників, які характеризують якісний рівень роботи котелень та теплових мереж; цей показник відображає стан технічної озброєності, рівень продуктивності праці, ступінь автоматизації, витрати ресурсів. Фінансування теплопостачання є вагомим часткою бюджетних витрат через дотації на низькі тарифи. Так як найбільш дієвий рушій енергозбереження – це вартість теплової енергії, а в основі будь-якого тарифу закладається собівартість теплоти, актуальним є визначення найбільш вагомих факторів, які на неї впливають, що потребує окремого дослідження. Як було показано, рівень теплоспоживання та втрат теплоенергії у споживачів значною мірою впливає на ефективність СТП в цілому. Далі розглянемо існуючі методи його визначення.

1.3. Аналіз нормативів теплоспоживання в Україні та світі

У 80-90х роках через низьку вартість палива основна увага приділялась мінімізації капітальних витрат, без урахування майбутніх коштів на теплопостачання споруд. Більшість житлових будівель України відноситься до серій масового будівництва з опором теплопередачі $0,77...0,85 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$ і для їх теплопостачання необхідно набагато більше тепла, чим в світі.

З переходом до ринкової економіки були прийнятий ряд законодавчих актів, направлених на енергозбереження. Збільшення вартості енергоносіїв призвело до зростання економічно доцільного значення опору теплопередачі конструкцій. СНиП II-3-79, що діяв на той час, встановлював нормативну методику його визначення в залежності від розрахункової температури зовнішнього повітря та конструктивного принципу огороження. Нормативні вимоги, що вступили в дію з 1996 р., підвищили опір теплопередачі стін від $0,6\div 0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ до $1,2\div 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, покриттів та дахів від $0,9\div 1,1 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ до $2,7\div 3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, вікон від $0,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ до $0,45 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Цією зміною було вперше введено поняття градусо-добы (ГД) опалювального періоду (ОП) і

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснено розподіл України на чотири температурні зони, характеристикою якої є кількість градусо-днів ОП: $ГД=(t_{вн}-t_{co})n_o$, де $t_{вн}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря; t_{co} – середня температура ОП; n_o – тривалість ОП. В залежності від зони встановлювалися нормативні значення опору теплопередачі та теплового потоку для різних типів будівель. Результатом цих заходів стало зниження витрат енергоресурсів під час експлуатації нових та реконструйованих будівель в разі реалізації цих вимог (рис. 1.5), однак все ж наші будови споживають в середньому у 1,5 рази теплоти більше, ніж аналогічні забудови провідних країн світу.

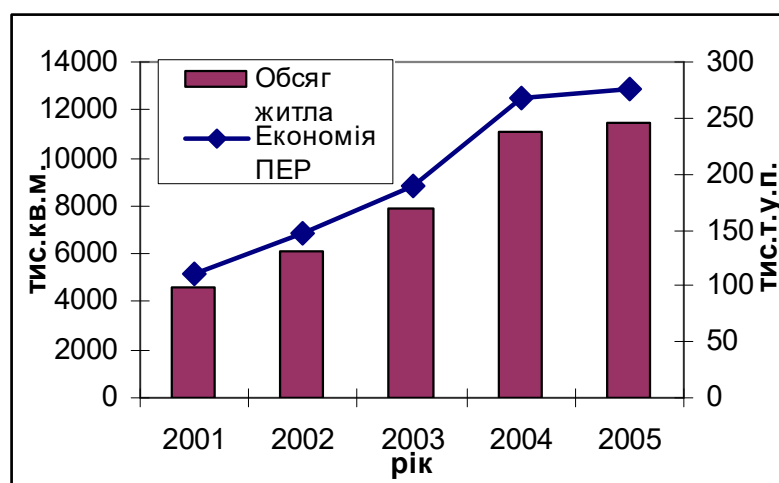


Рис. 1.5. Показники обсягів економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) у процесі введення в експлуатацію житла з дотриманням нових тепло-технічних нормативів у 2001-2005 р.р

Для того, щоб показати ефективність теплопостачання громадських закладів в Україні було проведене порівняння нормативів споживання теплоти на опалення споруд, зведених до 1980 р., та для новобудов, побудованих з 1981 р. В графічному вигляді результати аналізу, для можливості порівняння приведені до ГД ОП, наведено на рис. 1.6-1.10.

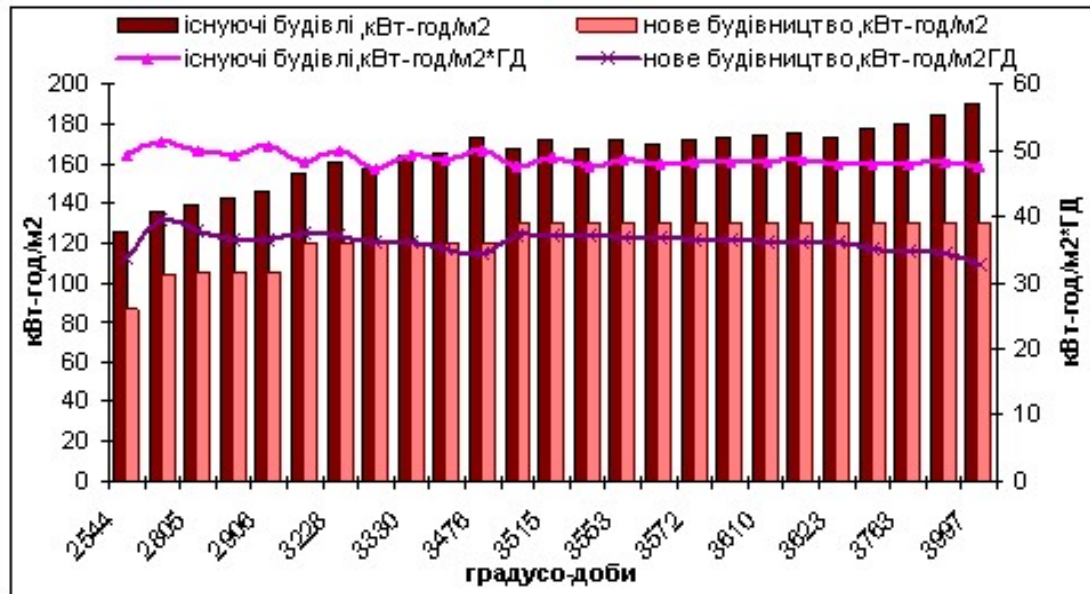


Рис. 1.6. Аналіз нормативних витрат теплоти на опалення для житлових будинків (24 області України та республіка Крим)

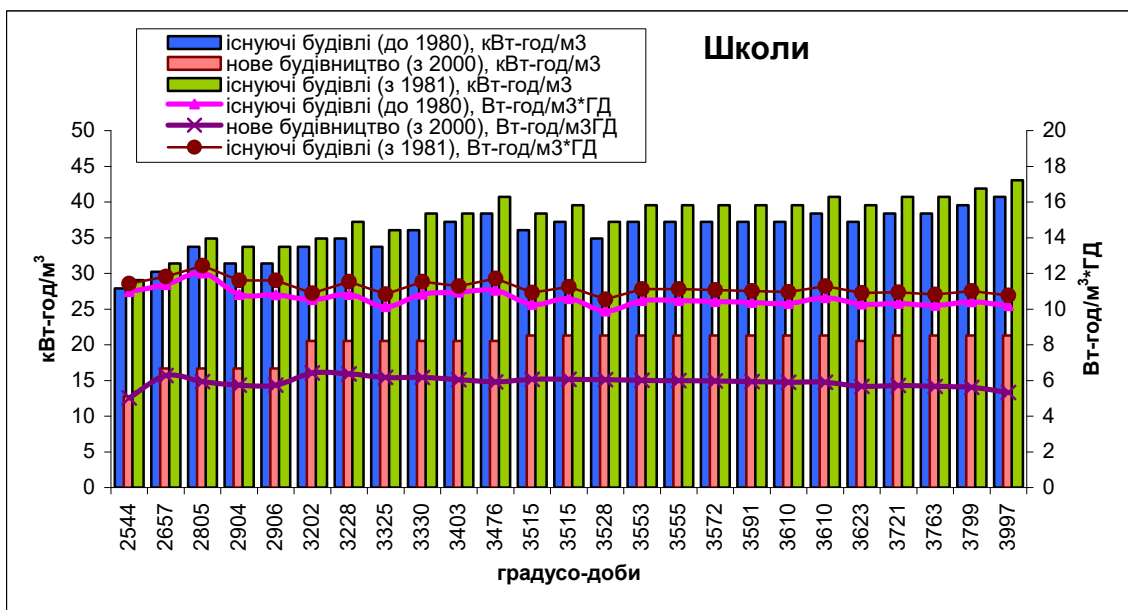


Рис. 1.7. Аналіз нормативних витрат теплоти на опалення для шкіл об'ємом понад 10 тис.м³ (24 області України та республіка Крим)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

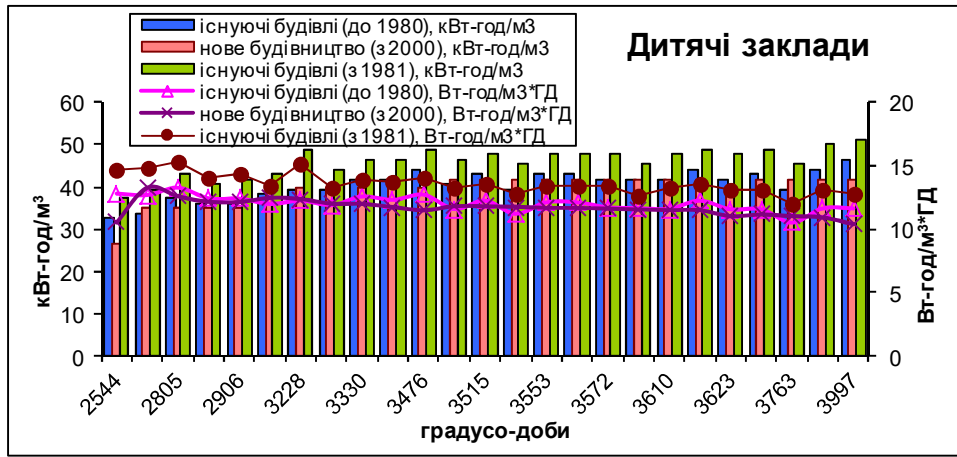


Рис. 1.8. Аналіз нормативних витрат теплоти на опалення для дитячих закладів об'ємом понад 5 тис. м³ (24 області України та республіка Крим)

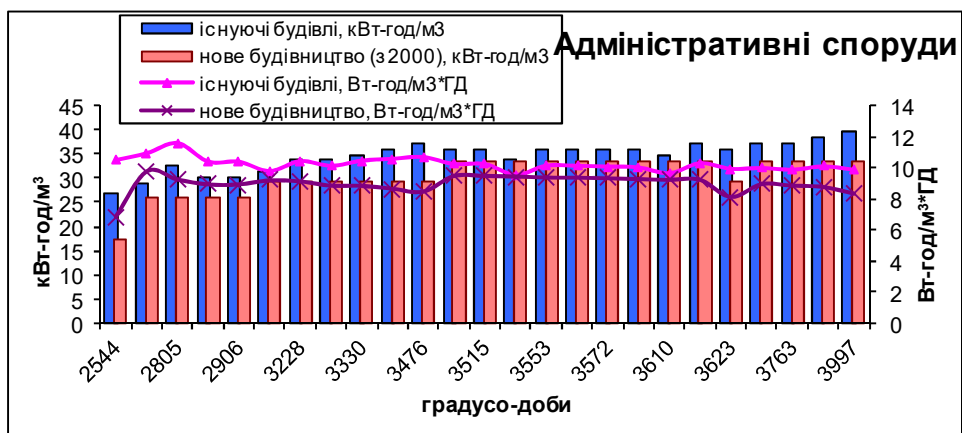


Рис. 1.9. Аналіз нормативних витрат теплоти на опалення для адміністративних споруд об'ємом понад 15 тис.м³ (24 області України та республіка Крим)

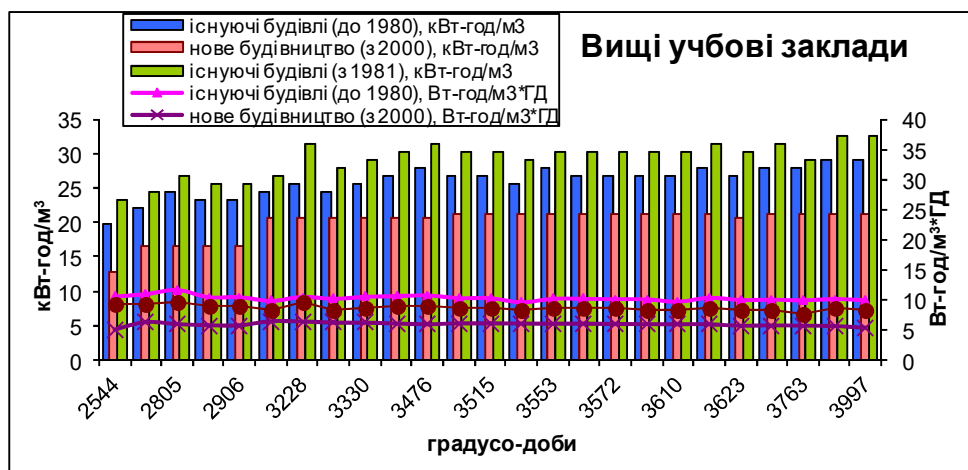


Рис. 1.10. Аналіз нормативних витрат теплоти на опалення для вищих учбових закладів (24 області України та республіка Крим)

Встановлено, що змінюючи вимоги до проектування ми можемо скоротити витрат тепла в регіонах з м'яким кліматом на 25%, а з холодним кліматом - до 30%. Встановлені норми споживання практично повністю враховують погодні умови, лише в деяких регіонах: наприклад, на Закарпатті (ГД=3202) питомих теплоспоживання, приведені до ГД ОП, для шкіл складає 6,3 Вт·год/(м³·ГД), для житлових будівель - 39,4 Вт·год/(м²·ГД), а в Сумській (ГД=3997) для шкіл 5,3 Вт·год/(м³·ГД), для житлових будівель 32,6 Вт·год/(м²·ГД). В середньому по Україні для шкіл - 5,9 Вт·год/(м³·ГД), для житлових будівель - 36,1 Вт·год/(м²·ГД). Для інших об'єктів цих двох областей дані наведено в табл. 1.1 для можливості порівняння.

Таблиця 1.1.

Нормативне теплоспоживання на опалення, приведені до ГД, Вт·год/(м³·ГД)

Область	Закарпатська,	Сумська,
Призначення будівлі	Вт·год/(м ³ ·ГД)	Вт·год/(м ³ ·ГД)
Школи	6,274	5,334
Дитячі заклади	13,277	10,378
Вищі навчальні заклади	6,274	5,334
Адміністративні установи	9,776	8,341

Аналіз показав відхилення норм теплоспоживання, приведених до ГД ОП, урахування цього потребує подальшого доопрацювання.

Введеним у дію з 2007 р. ДБН В.2.6-31:2006 підвищено мінімальний рівень теплоізоляції будівель в середньому на 20-40%; підвищені вимоги до теплового комфорту та максимально допустимих питомих тепловитрат на опалення; впроваджено енергопаспорт будинків, який з введенням ДСТУ є обов'язковою частиною проектної документації. В цілому новий ДБН по змісту відповідає вимогам норм інших країн.

Загалом під час стандартизації енергоефективності будинків в різних країнах ЄС існують наступні підходи: результати розрахунків представляються у вигляді річного споживання кінцевої (Швеція, Ірландія, Данія) або первинної енергії (Німеччина, Нідерланди, Франція) та аналізуються

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ				

показники коефіцієнтів теплопередачі огорожувальних конструкцій (Норвегія).

На рис. 1.11 наведено порівняння діючих значень опору теплопередачі в Україні з аналогічними показниками в інших країнах.

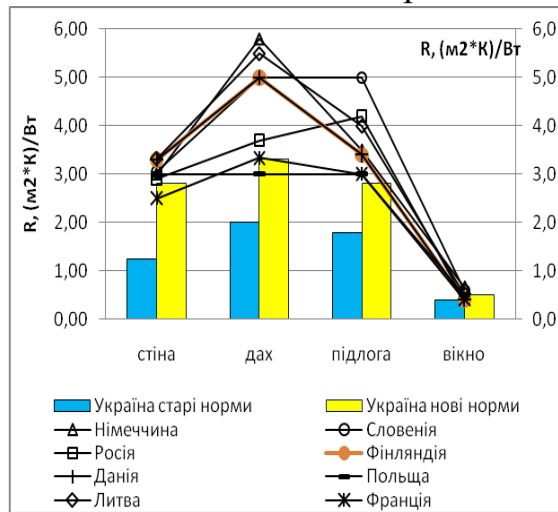


Рис. 1.11. Вимоги різних країн до огорожувальних конструкцій будівель

Нові українські нормативи загалом співпадають з нормативами в інших країнах, однак, як показав аналіз, для перекриттів та підлоги поступаються європейським країнам.

Зміна структури витрат на опалення на прикладі панельної 5-поверхової «хрущівки» з урахуванням різних норм наведена на рис. 1.12.

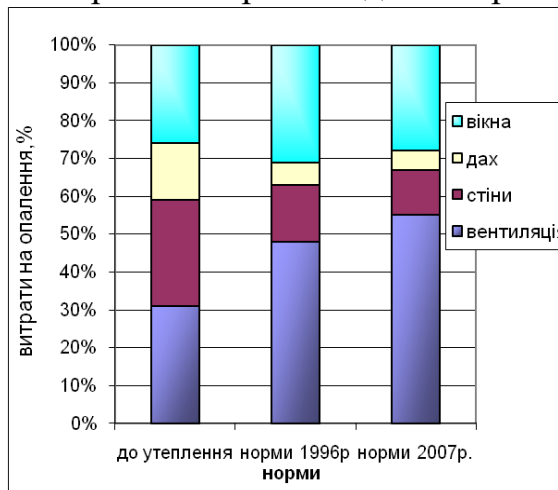


Рис. 1.12. Структура витрат на опалення
Як бачимо, доля витрат на підігрів вентиляційного повітря зросла з 31% до 55%, і це пов'язано в першу чергу з тим, що діюча на сьогодні нормативна

кратність повітрообміну не переглядалася. Якщо врахувати, що в різних країнах цей параметр коливається від 0,2 (Швеція) до 1, а з 2004 р в наших нормах однократний повітрообмін необхідно уточнювати.

Цікавим є зіставлення рівнів теплоспоживання типових для України громадських будівель з аналогічними будівлями в Росії, стандарти проектування якої схожі, відхилення за потребою в первинній енергії на опалення, приведеній до ГД, знаходиться в межах 1,5 % - 10 % (рис. 1.13).

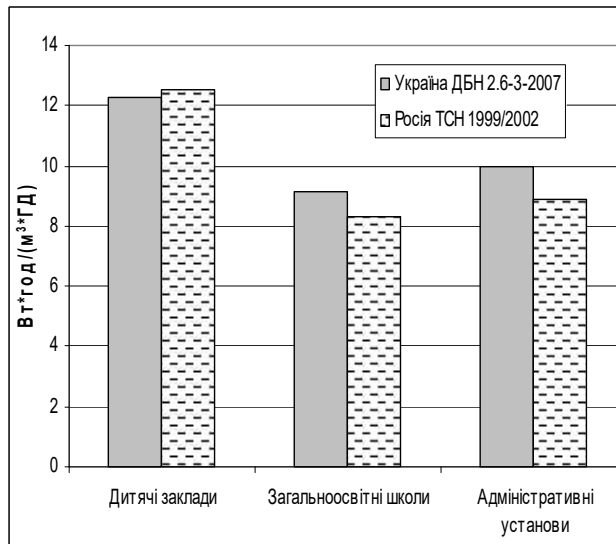


Рис. 1.13. Теплоспоживання будівель України (І зона) та Росії, приведені до ГД (дитячі заклади – 1-3 поверхи, школи і адміністративні установи - 4-5 поверхів).

Порівняльний аналіз питомого теплоспоживання за ОП (приведено до ГД), наведений на рис. 1.14, показує, що тепловий захист в Україні в 1,5-3 рази вищий ніж в розвинених країнах.

Аналіз показує, що в Україні і в світі показник кількості ГД є нормою для проектування, але нормативні значення зовнішніх температур повітря, на які розраховуються системи опалення, багато років не переглядалися, хоча уже в Росії досить давно діє новий СНіП, в якому зазначено нові стандартні погодні

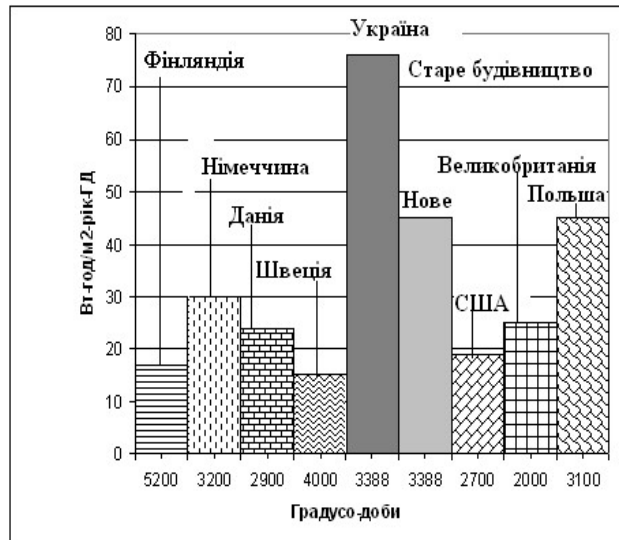


Рис. 1.14. Питоме нормативне теплоспоживання житлових будівель 5-9 поверхів різних країн світу (приведено до ГД)

Примітка: «нове» для України визначено за нормами для будівель, що будувалися після 2000 р.

умови для населених міст усіх областей України. Заслуговує уваги і аналіз підходів різних країн щодо визначення внутрішніх та зовнішніх температур будівель під час розрахунку ГД, адже це може значно вплинути на їх величину.

Практичне застосування ГД в Україні слабо розвинене і виникає під час аналізу впровадження енергоощадних заходів та проведення енергоаудиту будівель, коли необхідно співставляти теплоспоживання «до» та «після». Для більшої достовірності необхідно приводити порівняння показників в однакових умовах, тому далі в роботі доцільним буде проведення більш глибокого аналізу впливу температурно-погодних умов на ефективність споживання теплоти.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Висновки до розділу 1

Проведений аналіз існуючого стану та наукових робіт в сфері теплоспоживання дозволяють зробити наступні висновки:

1. Зважаючи на складний стан справ в сфері теплопостачання, підвищення ефективності теплоспоживання є важливою та актуальною задачею. Необхідність значних капіталовкладень на модернізацію обладнання та будівель, різке подорожчання палива, відсутність узгодженого системного підходу під час визначення напрямків розвитку СТП, зміни в нормативній базі та ідеології проектування потребують значної уваги спеціалістів.

2. Для підвищення ефективності теплопостачання необхідне удосконалення усіх ланок: джерел теплоти, систем розподілу і об'єктів споживання, на першому етапі найбільш раціональним є шлях теплозбереження на стадії споживання.

3. Роботи науковців минулих часів в основному стосувалися питань розвитку джерел теплопостачання та теплових мереж, з підвищенням цін на паливо та вимог споживачів до умов комфортності поглибилася дискусія щодо необхідності підтримання технічного стану існуючих систем та доцільності впровадження автономних джерел теплоти. Проте існує обмежена кількість досліджень щодо можливих наслідків такого рішення.

4. Огляд наукових робіт показав, що немає повноцінного критерію ступеню досконалості СТП, розроблена велика кількість моделей для прийняття ефективних рішень. Найбільший розвиток отримали оптимізаційні моделі, які спираються на економічні показники, проте по інших критеріях варіанти повинні бути приведені в порівняльний вигляд, що не завжди можливо.

5. Огляд і систематизація показників ефективності СТП за літературними даними доводить, що обмеження часто більш важливі, ніж критерії, що враховуються в функції вибору. Погодно-кліматичні умови впливають на показники ефективності усіх складових СТП (джерело, мережі, споживач) і є

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

важливим фактором впливу на прийняття рішень, причому як під час проектування, для ефективної експлуатації, так і у процесі реконструкції і модернізації. Аналізу і урахуванню цього впливу присвячено недостатньо досліджень. В цих умовах зростає цінність розробки методичних рекомендацій щодо врахування погодних умов під час оцінки ефективності роботи СТП та в процесі впровадження енергозберігаючих проектів.

6. Основну увагу дослідники присвячується питанням прогнозування, оптимізації роботи СТП, а аналізу проблем існуючих джерел та фактично досягнутих показників ефективності їх експлуатації в публікаціях приділено недостатньо уваги.

7. Один з узагальнюючих економічних показників – собівартість теплоти, що є основою для тарифів і є важливим стимулюючим фактором енергозбереження, мало розглядається в роботах і заслуговує більш детального аналізу чинників впливу.

8. Для визначення необхідного рівня теплоспоживання, що значною мірою впливає на ефективність СТП в цілому, напрацьована велика кількість алгоритмів та методик.

9. Нормативні значення температур зовнішнього повітря, що використовують під час проектування, багато років не переглядалися, тому доцільним буде проведення аналізу змін їх фактичних значень та інших погодних факторів за останній період з метою порівняння з встановленими нормами та оцінки необхідності внесення змін. Доцільним буде приділити увагу показнику ГД ОП, що покладений в основу нормативної бази, аналогічно досвіду західних країн.

10. Нормативи теплоспоживання в Україні постійно посилюються, що враховується під час будівництва та проведення реконструкцій існуючих будівель. Питання впливу температурно-погодних та експлуатаційних факторів на режими опалювання приміщень різних типів вивчаються мало, але будуть корисними в процесі оцінювання ефективності введення регулювання

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або зміні конструктивних особливостей. Цю задачу доцільно вирішувати за допомогою математичного моделювання теплового стану будівель.

Виходячи з наведених висновків, актуальним є підвищення ефективності управління теплоспоживанням шляхом подальшого розвитку методичних аспектів, методів та моделей урахування впливу температурно-погодних факторів під час проектування, експлуатації та модернізації систем тепlopостачання; розвиток досліджень впливу експлуатаційних факторів на ефективність складових систем тепlopостачання.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз факторів впливу на вартість теплової енергії

Залежність собівартості від відпущеної теплоти навіть на фоні інших факторів має явно виражений характер. Чим більше виробляється теплової енергії, тим менше необхідно витратити коштів на виробництво теплоти. Наявність такого ефекту від масштабу говорить про користь централізованого тепlopостачання. Водночас спостерігається значна дисперсія даних як результат впливу інших факторів, що потребує подальшого розгляду.

Цілком природно, що обсяг відпущеної теплової енергії за умови незмінної кількості споживачів залежить від погодних умов, особливо зважаючи на те, що для переважної більшості котелень основним навантаженням є опалення приєднаних будівель. Так, відпущена тепла енергія на потреби опалення для 32 організацій з 35 складає більше 85% від загальної відпущеної теплоти, а мінімальна її частка для трьох інших - 70%.

Проаналізуємо зв'язок між обсягом відпущеної теплоти та кількістю ГД ОП. Розглянемо сумарні показники роботи тепlopостачальних організацій. Структура організацій і кількість споживачів за досліджувані роки постійно змінювалась, а інформація по деяким з них за досліджувані роки неповна, через це показники роботи у абсолютному вираженні порівнювати складно. Тому як характеристику роботи організацій приймемо розрахунковий коефіцієнт n_p , що враховує співвідношення фактично відпущеної теплоти до теоретично необхідної кількості теплоти відповідно до зміни погодних умов:

$$n_p = \frac{Q_{відн}^o}{Q_{пр}^o 24n_o(t_{вн} - t_{со}) / (t_{вн} - t_{ро})} = \frac{Q_{відн}^o}{Q_{пр}^o 24ГД^{\phi} / (t_{вн} - t_{ро})} \quad (2.1)$$

де $Q_{відн}^o$, Гкал/рік - сумарна відпущена теплота на потреби опалення;

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РОЗДІЛ 2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

Q_{np}° , Гкал/год - приєднане навантаження на опалення; 24 – число годин роботи опалення за добу; $t_{вн}$, $t_{с.о}$, $t_{р.о}$ – температури відповідно внутрішнього повітря, середньої за опалювальний період та розрахункової для зовнішнього повітря; n_0 – кількість днів опалювального періоду, ГД^ф - фактична кількість градусо-днів.

Найбільше впливають на собівартість складові витрат на паливо та оплату праці, причому вони ще до 2008 р. були майже однакові, і лише після подорожчання енергоносіїв стали відрізнятися майже вдвічі. Діапазон (min/max) розподілу витрат виробництва по роках наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Динаміка розподілу витрат у складі собівартості, %

min/max	паливо	електро-енергія	вода	амортизація	фонд оплати праці	інші
2008	31/47	7/18	0,5/7	0,7/10	16/42	6/27
2009	25/45	7/18	0,3/6	0,4/8	22/44	5/28
2010	33/94	1/14	0,1/4	0,03/13	3,8/43	2/29
2011	34/81	1/12	0,1/3	0,03/6,2	8/45	1,5/36
2012	32/65	2/13	0,1/5	0,03/15	10/50	2/34

Як бачимо, серед матеріальних витрат найбільший відсоток займають витрати на паливо, серед нематеріальних – оплата праці робітників (до 50% витрат за умови великої чисельності персоналу). З 2006 р., коли різко виросла ціна на паливо, складова витрат на оплату праці постійно збільшується, хоча загальна кількість персоналу зменшилась, що говорить про підвищення заробітної плати.

Можливі заходи заощадження: зменшення постійного штату за рахунок сезонних працівників та найманого персоналу для проведення налагоджування та ремонтів обладнання, введення автоматизації. Особливо слід звернути увагу на статтю витрат «інші операційні», куди входять відрахування на соціальні заходи, утримання об'єктів, штрафи, списана безнадійна заборгованість, тощо, тому що для окремих організацій ці витрати сягають до 36%.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Дослідження температурних умов

Методологія проектування систем опалення та вентиляції заснована на розрахунках теплових та повітряних балансів будівель для характерних періодів року: найбільш холодна п'ятиденка (по розрахунковій температурі на опалення), ОП (по середній температурі на опалення), розрахунковий рік (по числу ГД).

Під час аналізу теплоспоживання споживачів для умов експлуатації існуючих СТП потрібно враховувати не лише стандартні, але й фактичні зміни погодних умов. У процесі експлуатації СЦТ через наявність теплової інерції будівель враховуються не миттєві, а середньодобові значення температур зовнішнього повітря. Температура зовнішнього повітря, напрям і швидкість вітру, сонячна інсоляція в різні дні ОП значно змінюються, а режими опалення та тепловий стан приміщень істотно залежать від впливу цих факторів.

Розрахунковий ОП для міст України обмежений визначеними строками, крім того, для різних груп споживачів він може відрізнятися. Початок та закінчення ОП обумовлюється «Правилами надання послуг з централізованого опалення...» (постанова КМУ від 21.07.2005р. №630). Для можливості порівняльних оцінок для проведення подальшого аналізу за основу було прийнято наступні терміни ОП: з 15 жовтня по 15 квітня. Період стояння середньодобових температур прийнято наводити з градацією у 5 градусів. Як видно з табл.2.3, є певні відхилення в довідкових даних у виданнях різних років, спостерігається тенденція до збільшення кількості годин стояння температур вище +8 °С. В графічному вигляді аналіз періоду стояння фактичних та нормативних середньодобових температур представлено на рис. 2.1.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2

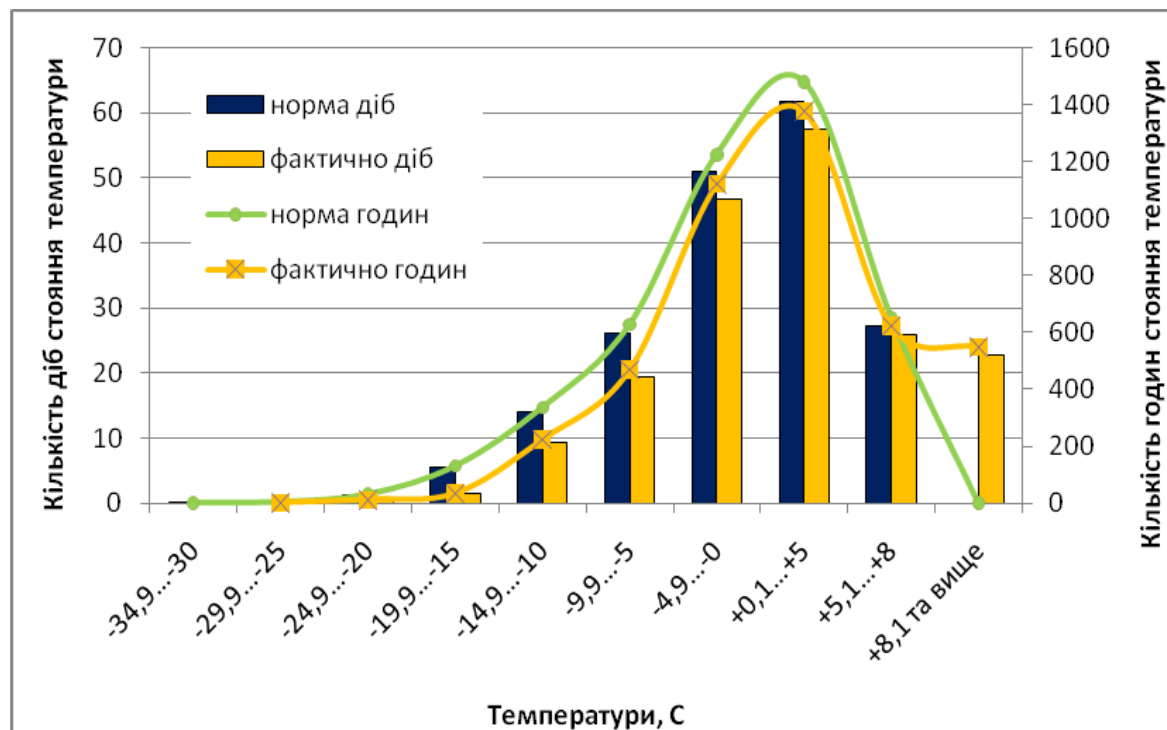
Фактичні, усереднені (t_3) та нормативні (t_n) середньомісячні температури зовнішнього повітря

Місяць ОП	t_3 , °C	t_n , °C	Відхилення від норми, °C
січень	-3,68	-5,9	2,2
лютий	-2,39	-5,2	2,8
березень	2,14	-0,4	2,5
квітень	8,53	7,5	1,03
жовтень	7,71	7,5	0,21
листопад	3,11	1,2	1,9
грудень	-2,29	-3,5	1,2

Таблиця 2.3

Період стояння зовнішніх температур t_3 протягом ОП, годин

t_3 , °C	нижче -20	-20...-15	-15...-10	-10...-5	-5...0	-0...+5	+5...+8	+8 та вище
норма	24	117,6	321,6	669,6	1255,2	1449,6	627,8	0
фактично	13,2	33,6	223,2	468	1120,8	1377,6	621,6	547,2
відхилен.	10,8	84	98,4	201,6	134,4	72	6,2	-547,2

Рис. 2.1. Період стояння нормативних та фактичних t_3 за ОП

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ					

Якщо посортувати середньодобові значення температур за декілька років за величиною, як показано на рис. 2.2, то бачимо, що біля 15 % опалювального сезону утримується температура вища, ніж 8°C , що вказує на можливості енергозбереження за умови правильного регулювання навантаження на опалення.

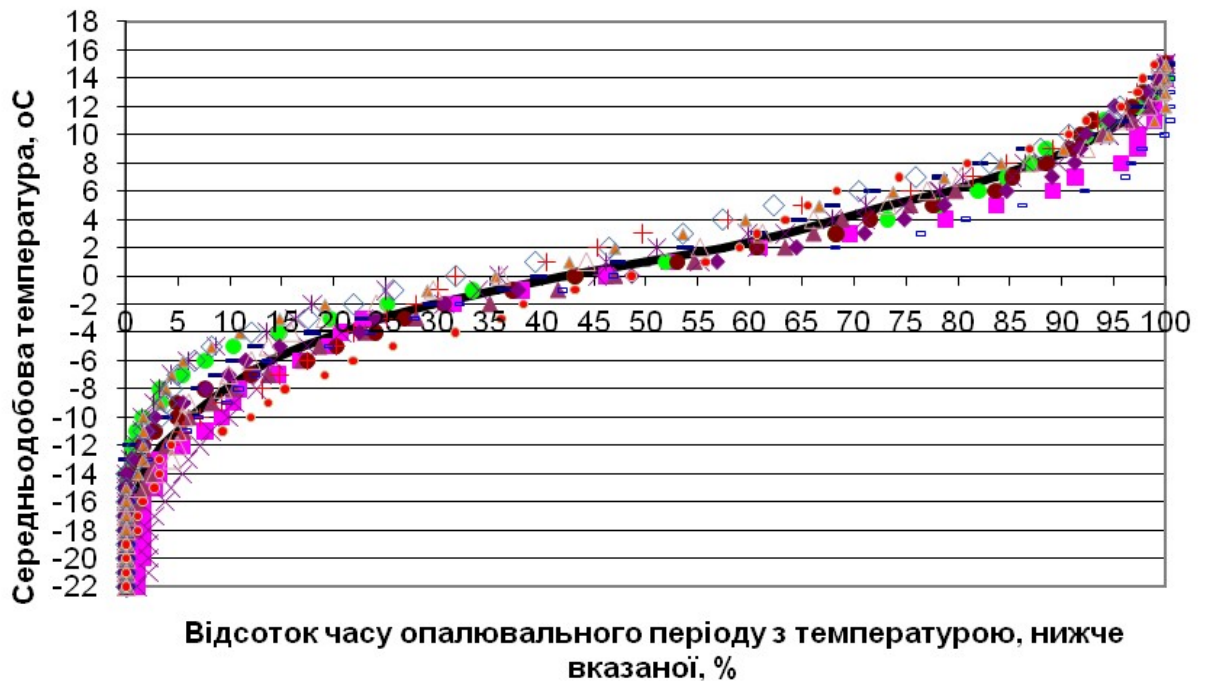


Рис. 2.2. Розподіл частоти середньодобової температури ОП

Температура зовнішнього повітря на рівні, нижчому від середньосезонної (мінус $1,1^{\circ}\text{C}$) утримується протягом більше третини опалювального сезону, тоді як температура мінус 22°C , на яку за нормами проектується основне обладнання СТП, утримується протягом декількох годин опалювального сезону (або 0,5% днів), тобто можливості його повністю будуть використовуватись лише один день на рік в середньому. Така система опалення вимагає значних капітальних витрат, які протягом терміну експлуатації використовуються вкрай неефективно. Крім того, централізовані системи опалення інерційні і не дозволяють швидко змінювати параметри теплоносія відповідно змінам зовнішніх температур, тому введення місцевого регулювання теплового потоку відіграє важливе значення.

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Доцільним є створення нових комбінованих СТП, які включають базові елементи для забезпечення опалення та вентиляції будівель до настання тих температур, нижче яких частота стояння знижується.

Нижчі температури можна було б покривати за рахунок пікових джерел (додатковий котел, що знаходиться у резерві і вмикається лише за потребою або електрообігрів). На рис. 2.3. в якості ілюстрації сказаного наведено співвідношення кількості теплової енергії на потреби опалення під час вибору потужності основного джерела за температурою мінус 1,1 °С.

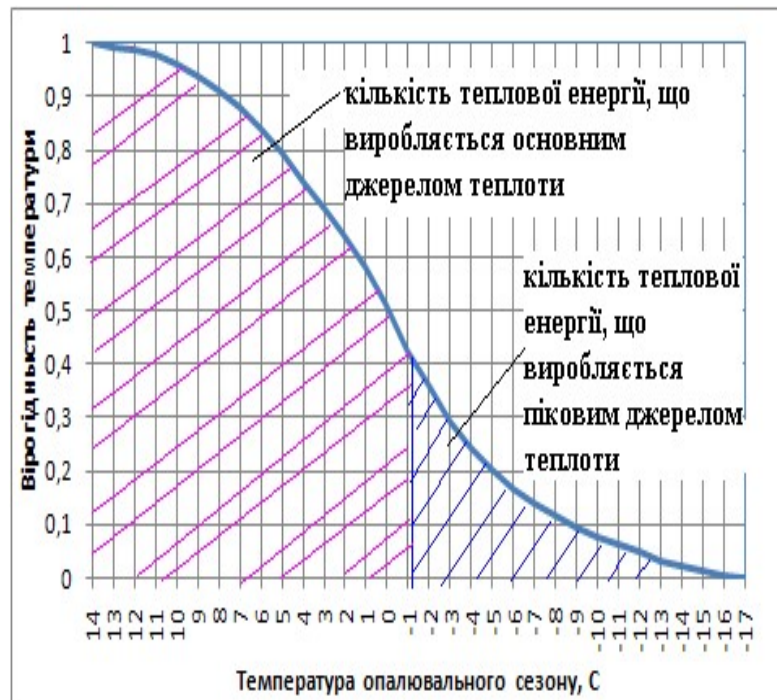
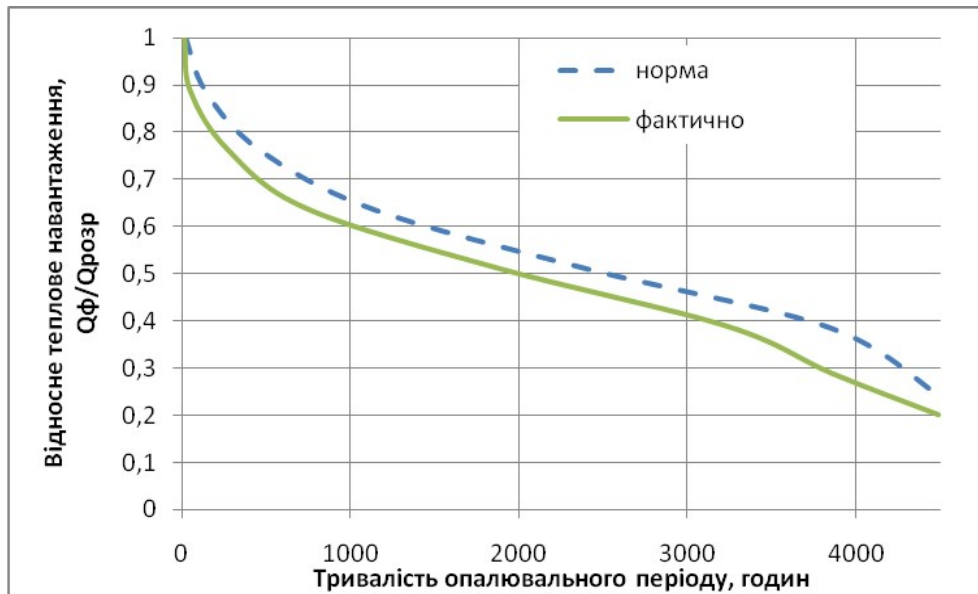


Рис. 2.3. Розподіл частоти середньодобової температури ОП

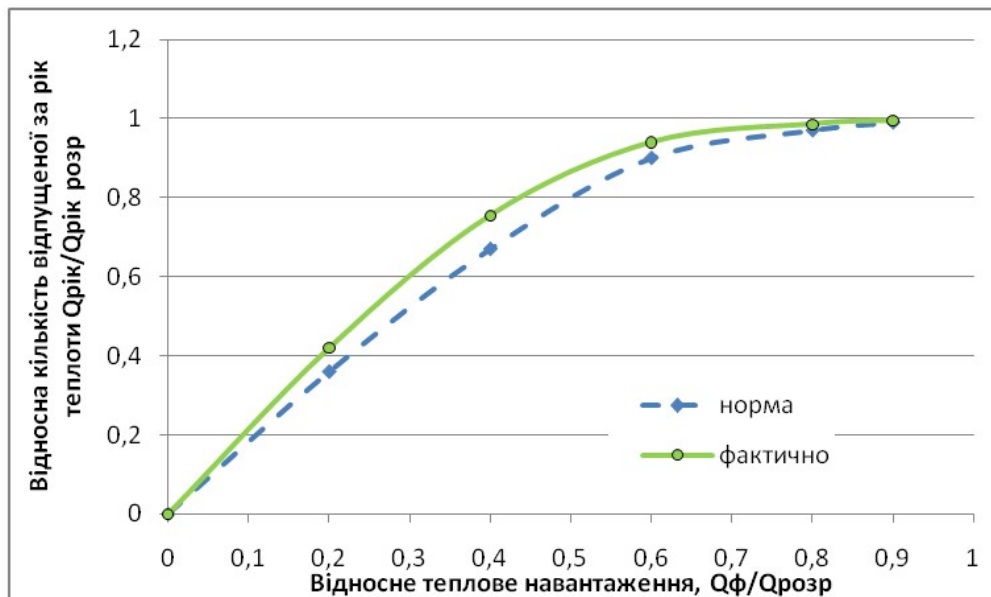
Проте потрібно зауважити, що вибір певної температури може бути обґрунтовано лише після детальних техніко-економічних розрахунків з урахуванням наявних типорозмірів обладнання, але через відсутність відповідної офіційної статистичної інформації щодо фактичних погодних умов міст України подібні розрахунки часто виконуються за умови різних вихідних даних, у зв'язку з чим результати обчислень можуть значно різнитися. Доцільним є уніфікація підходів під час таких розрахунків.

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Інтегральні графіки теплового навантаження мають властивості універсальності: графік, побудований для одного міста, з достатнім ступенем точності може бути використаний для інших населених міст України. За його допомогою можна визначати річну подачу теплоти різними джерелами.



а



б

Рис. 2.4. Побудова інтегрального графіку навантаження на опалення

а – графік тривалості опалювального навантаження

б – інтегральний графік

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Графіки на рис. 2.4 показують: якщо опалювальне навантаження забезпечується двома джерелами, одне з яких має продуктивність, що дорівнює 60% від максимальної, а інше – 40 %, то перше може забезпечити 94 % річної кількості теплоти, а друге – тільки 6 %. Обираючи основне джерело теплоенергії, що має продуктивність 80% від максимальної, можемо забезпечити 99% виробництва річної кількості теплової енергії. За умови використання інтегрального графіку, побудованого за нормами, похибка може складати до 8,5%, а це може призвести до значних відхилень в результатах під час визначення техніко-економічних показників джерел теплоти.

На рис. 2.5 показано сезонні відхилення температур за ОП від стандартного року під час аналізу середньодобових та середньомісячних фактичних температур за роки досліджень.

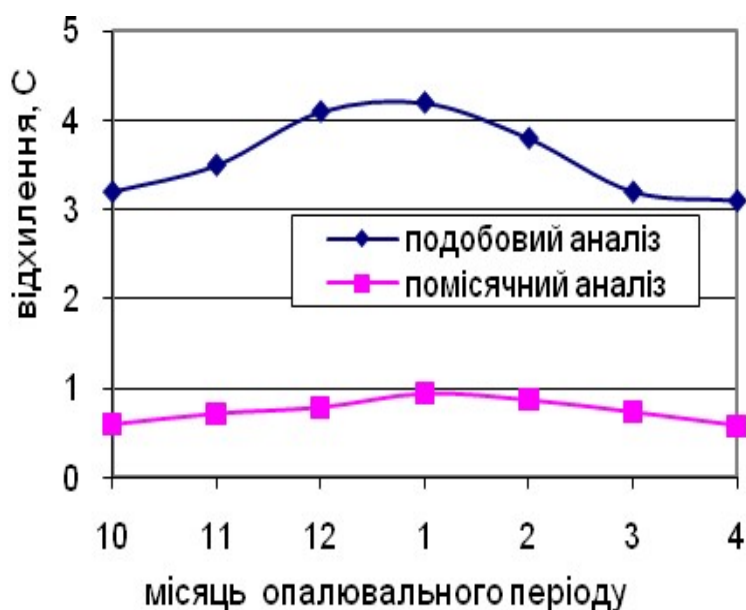


Рис. 2.5. Подобовий та помісячний аналіз середніх відхилень фактичних t_z від стандартних умов (1998÷2012 р.)

Середнє відхилення середньомісячних температур зовнішнього повітря від стандартних значень складає $0,6^{\circ}\text{C}$, а середньодобових – $3,5^{\circ}\text{C}$, при чому для різних місяців опалювального періоду воно коливається в межах до $4,2^{\circ}\text{C}$. Звісно, із збільшенням періоду досліджень середні відмінності компенсуються

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

(рис.2.6), середньомісячні відхилення за 15 років складають $0,6^{\circ}\text{C}$. Тобто під час реалізації довготермінових енергозберігаючих проєктів відхилення від стандартних умов зменшується, але протягом коротких періодів цей вплив більш суттєвий.

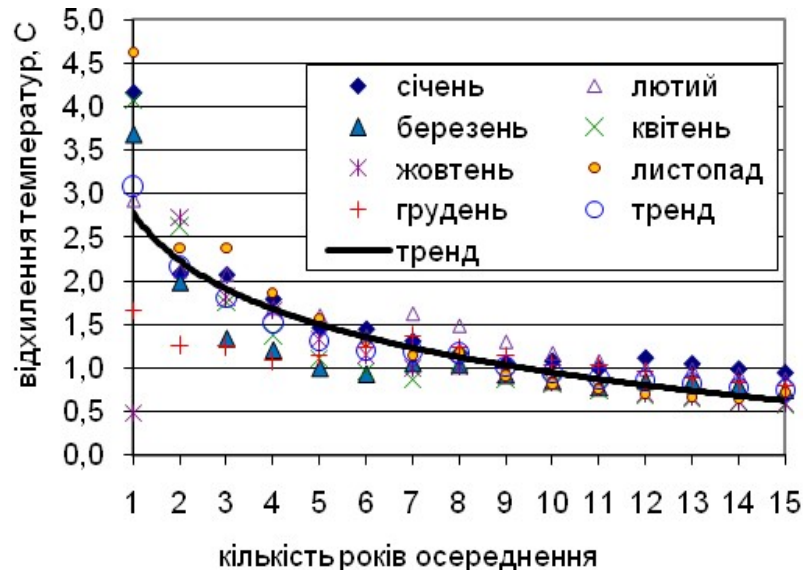


Рис. 2.6. Відхилення середньомісячних фактичних зовнішніх температур від стандартних умов (1998÷2012 р.)

Проведений аналіз амплітуди коливань температур повітря за кожен день місяця на прикладі січня за період 15 років показав, що максимальне коливання зовнішньої температури відбувалося 21 січня ($28,2^{\circ}\text{C}$), причому такі погодні зміни відбувалися за два послідовних роки (у 2006 зовнішня середня температура в цей день була мінус $23,8^{\circ}\text{C}$, а у 2007 - плюс $4,4^{\circ}\text{C}$). Споживання теплоти на опалення будівлею за день внаслідок такого впливу може відрізнятись більше ніж в три рази за два послідовних роки, що вказує на обов'язковість врахування погодних умов під час проведення моніторингу теплоспоживання. Детальні результати представлено у табл.2.4. Найбільша амплітуда коливань середньодобових температур повітря за місяць січень спостерігалася в 2006 р. ($23,4^{\circ}\text{C}$), мінімальна – в 1998р. ($11,3^{\circ}\text{C}$), в середньому у січні вона складає $16,4^{\circ}\text{C}$. Аналогічний аналіз було проведено для інших місяців ОП, результати наведено в табл. 2.5. Якщо враховувати зміни

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ				

температури на протязі доби, коливання відносно середньомісячного значення може досягати більше 20 °С за окремий місяць ОП, що потребує більш детального урахування для конкретних умов експлуатації будівель.

Таблиця 2.4

Дослідження амплітуди добової температури протягом січня

День місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Амплітуда, °С (max)	19	21	13	17	15	19	21	18	22	19	18	19	18	18	17	14
День місяця	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Амплітуда, °С (max)	12	18	20	25	28	27	25	22	19	18	20	16	16	15	12	

Таблиця 2.5

Дослідження амплітуди середньодобової температури протягом місяця ОП

		Місяць ОП	січень	лютий	березень	квітень	жовтень	листопад	грудень
Фактичні дані	Амплітуда, °С (max)		23,4	21,0	18,3	14,5	13,5	24,1	26,3
	Амплітуда, °С (середня)		16,4	15,5	13,0	10,2	10,3	15,3	16,6
Нормативні дані	Амплітуда, °С (max)		19,5	21,7	16,8	19,6	16,8	15,3	17
	Амплітуда, °С (середня)		5,3	5,8	6,8	8,7	7,6	4,8	4,4

Аналізуючи результати бачимо, що розмах температур за останні роки суттєво відрізняється від нормативних величин в бік підвищення коливань, це створює додаткові передумови до широкого використання засобів місцевого регулювання подачі теплоносія. Особливо це актуально для споживачів з СЦТ, коли регулювання відбувається за середньодобовими температурами.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Аналіз градусо-днів опалювального періоду

Кількість градусо-днів ОП може бути визначена через середню температуру ОП, як це передбачають ДБН, але більш точний підрахунок можна провести наступним чином:

$$ГД = \sum_{j=1}^m (t_{вн} - t_{зj}) \cdot K_{добрj}, \text{ або } ГД = \sum_{k=1}^{n_0} (t_{вн} - t_{зk}) \quad (2.2)$$

де j – місяць ОП; $t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря згідно призначення будівлі; $t_{зj}$ – температура зовнішнього повітря середня для місяця j ; m – кількість місяців; $K_{добрj}$ – кількість днів ОП в місяці j ; n_0 – тривалість ОП; k – день ОП; $t_{зk}$ – середня температура зовнішнього повітря для кожного дня k ОП.

Західний підхід під час визначення кількості ГД за місяць передбачає врахування щоденних середніх значень між максимальною та мінімальною температурою за день (метод Eurostat). Північно-американський метод обчислення передбачає розрахунок кількості ГД через середньодобову зовнішню температуру. Дослідження закордонних авторів показали, що різниця в підрахунках за цим методом та за методом розрахунку на основі щогодинних вимірів температур є невеликою. В багатьох країнах введено поняття «ГД обігрівання», що розраховуються для усіх місяців року з урахуванням граничної середньодобової температури, коли починається обігрів приміщення; наприклад, для Польщі і Німеччини ця температура складає 15 °С, а для Швейцарії – 12 °С. В якості базової внутрішньої температури приймаються: США – 18,3 °С, Канаді – 18°С, в Європі найчастіше 18 °С, у Великобританії – 18,5; 15,5 та 10 °С, Данія і Швеція – 17 °С. Для нових будинків базові температури приймаються нижчими, на рівні від 10 °С до 15°С, тому що побутові надходження істотно допомагають обігріву приміщень. Фактичні ГД для певних базових температур публікуються в засобах масової інформації. В Україні подібна статистична інформація в офіційних джерелах

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ				

відсутня, а аналіз фактичних даних не проводиться, тому техніко-економічні обґрунтування під час впровадження енергозберігаючих проектів часто проводять для різних погодних умов, отриманих з мережі Internet, що не дозволяє адекватно оцінювати результати.

Температурні умови, які відрізняються від стандартних, в значній мірі впливають на величину фактичних ГД (табл. 2.6).

Таблиця 2.6.

Коливання фактичної кількості ГД по місяцях ОП

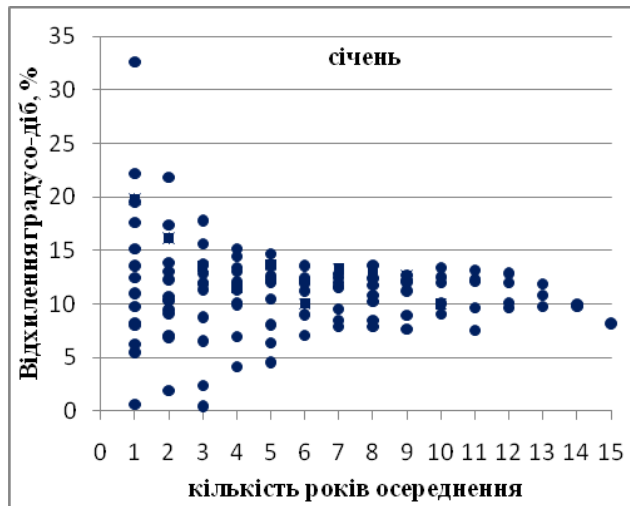
Місяць		10	11	12	1	2	3	4
Норма		168	477	629	732	622	536	140
Фактично	min	130	300	484	493	401	363	107
	max	261	637	817	861	779	651	210
коливання		131	337	334	368	379	288	103

Різниця за один і той же місяць може складати 270 ГД за два послідовних роки, а коливання фактичної кількості ГД за певний місяць – 368 ГД. Такі коливання можуть призвести до відхилення в кількості теплової енергії на опалення будівлі в розмірі близько 60%.

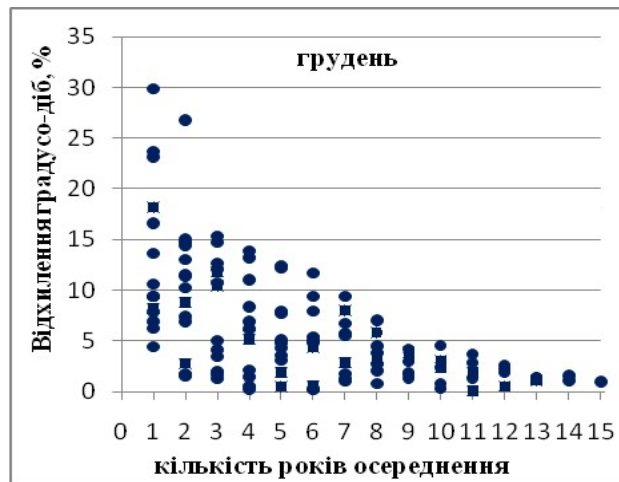
Такий вплив погодних умов потребує більш уважного їх урахування; тому базове теплоспоживання, яке встановлюється під час впровадження проектів з енергозбереження за даними фактичного споживання, потрібно визначати не тільки на рік, але й помісячно. Рівень теплоспоживання на опалення не можна визначати тільки по відносній тривалості місяця в ОП, необхідне більш точне урахування погодних умов.

Результати дослідження показують, що назріла необхідність переглянути стандартні значення температур ОП. Навіть за 15 років осереднення відхилення в кількості ГД, розрахованих за добовими температурами, в січні складає 8% (рис 2.7а), тоді як в грудні ця похибка майже зникає (рис. 2.7 б).

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ					



а



б

Рис. 2.7. Відхилення фактичної кількості градусо-днів у січні (а) та грудні (б) від стандартних значень

Аналіз показує, що під час розрахунків систем опалення та їх режимів роботи в нормативах температуру в січні, лютому, листопаді потрібно переглянути в напрямку підвищення (на $1,5 \div 2^\circ\text{C}$), для жовтня, навпаки, знизити (на 1°C). Потрібно зазначити, що в нормативах відсутні середні температури ОП для перехідних місяців (квітень, жовтень), але наведення подібних стандартних даних є доцільним для можливості порівняльних оцінок різних джерел теплоти.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Вплив температурних умов на енергоефективність будівель

Як було показано вище, відбулися зміни нормативних вимог до проектування будівель як споживачів теплової енергії для підвищення їх енергоефективності. Проте, під час розробки енергетичного паспорту будівлі, що є частиною проектної документації, в розрахунках приймається стандартна кількість ГД ОП для певної температурної зони, а не для певного міста. Потрібно відмітити, що під час розрахунків теплонадходжень від сонця за ОП згідно нових норм наводяться стандартні дані для різних населених міст з орієнтацією по сторонах світу, проте вплив температурних умов в межах певної температурної зони не приймається до уваги. Коливання кількості ГД ОП різних міст України, що відносяться до однієї температурної зони, наведено в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Кількість ГД ОП для температурних зон України

Зона	I	II	III	IV
Стандартне значення	3750	3250	2750	2250
Мінімум	3515	3024	2544	1613
Максимум	3997	3476	2906	2324
Максимальне відхилення, %	6,6	7,0	7,5	28,3

Мінімальні та максимальні ГД ОП обиралися серед нормативних значень ГД для певного міста даної температурної зони, що обчислені через середню температуру ОП. Максимальне відхилення кількості ГД ОП від нормативного значення для певної зони становлять: I зона – 247 ГД (Суми), II зона – 226 ГД (Львів, Бердянськ), III зона – 206 ГД (Симферопіль), IV зона – 637 ГД (Ялта). Настільки великі коливання можуть суттєво вплинути на розрахункові річні витрати теплоти на потреби опалення, і, відповідно, на клас енергетичної

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективності.

Проведені дослідження показали, що відхилення в розрахунках можуть бути і в більшу, і в меншу сторону в межах певної температурної зони, а це призводить до того, що будівля матиме вищий або нижчий клас енерго-ефективності, що впливатиме на прийняття інженерних рішень щодо конструкції будівлі. Доцільним буде впровадження рекомендації врахування нормативної кількості ГД ОП для певного міста, а не стандартних значень для температурної зони.

2.5. Аналіз інших погодних факторів

Як було вже зазначено, на обсяги теплоспоживання будівель, крім впливу змін зовнішніх температур, значно впливають і інші кліматичні фактори. В нормативах наведена лише середня величина сумарного значення сонячної радіації за ОП з урахуванням орієнтації по сторонах світу, при чому потрібно зауважити, що для окремих південних міст нормативна кількість сумарної сонячної радіації навіть нижча, ніж для західних регіонів, а це говорить про важливість врахування цього фактору в розрахунках тепло-споживання будівель. В довідниках наводяться лише дані середньомісячної кількості теплової енергії, що надходить від сонця на горизонтальну та вертикальну поверхні (МДж/міс), але доцільним було б оцінити також і вплив сонячної радіації за фактичними даними на протязі доби. Зазвичай подібні дані наводяться в роботах спеціалістів, які проводять дослідження ефективності роботи комбінованих схем тепlopостачання з точки зору роботи джерел теплоти, але недостатня кількість робіт присвячена ефективності споживання теплоенергії споживачами. Оцінка показує, що на протязі місяця відбуваються значні коливання величини потоку сонячної інсоляції, що в свою чергу впливатиме на тепловтрати будівель. В якості прикладу на рис. 2.8 показано відповідний аналіз величини сонячної радіації за даними Укргідрометеоцентру

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для м. Тернополя в перехідний місяць ОП (фактичні дані замірів за кожен день та усереднене значення за місяць).

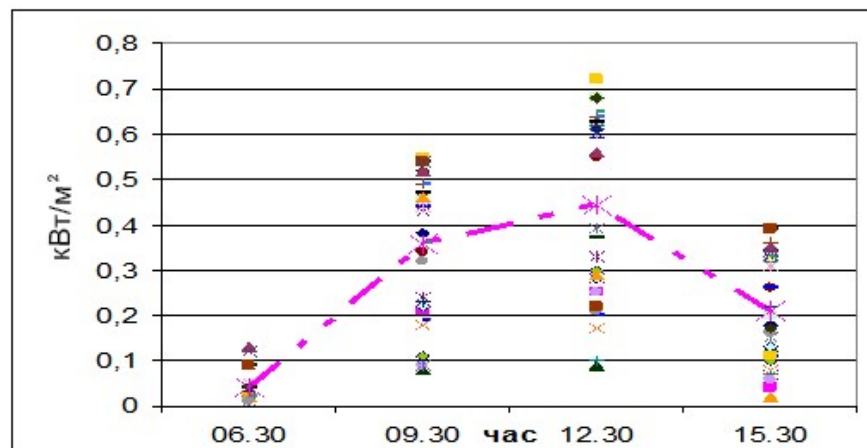


Рис. 2.8. Кількість повної сонячної радіації на вертикальну поверхню у м. Тернополя в березні, лінія – середнє за місяць, точки – щоденні дані)

Амплітуда коливань інсоляції становить 630 Вт/м^2 , відхилення від середнього значення – до 350 Вт/м^2 . За умови централізованого теплопостачання цей фактор не враховується через інерційність тепломереж та будівлі, але доцільним було б провести аналіз урахування цього впливу на тепловий стан приміщень, адже можливе співпадіння піку побутових тепловиділень та теплонадходжень від сонця.

Вітер також є фактором, що визначає об'єми теплоспоживання. Залежність на рис. 2.9 -2.10 свідчить, що за умови високих швидкостей вітру тепловтрати майже подвоюються (K_v – коефіцієнт, що враховує вплив вітру на теплове навантаження будівлі). На рис. 2.11 приведено динаміку зміни середньомісячної швидкості вітру протягом місяців ОП, для м. Тернополя.

Інший спосіб урахування швидкості вітру під час розрахунків тепловтрат будівель – через коефіцієнт тепловіддачі на зовнішній поверхні огороження [194]. Врахування швидкості вітру є необхідним, наприклад, для такого регіону України, як Закарпаття, оскільки тут і середньорічні температури ОП відносно низькі, й швидкість вітру через особливості місцевості достатньо висока.

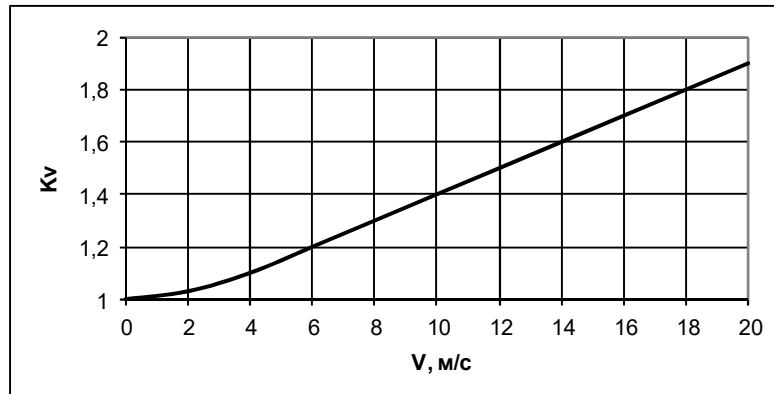


Рис. 2.9. Відносне збільшення тепловтрат будівлі від швидкості вітру

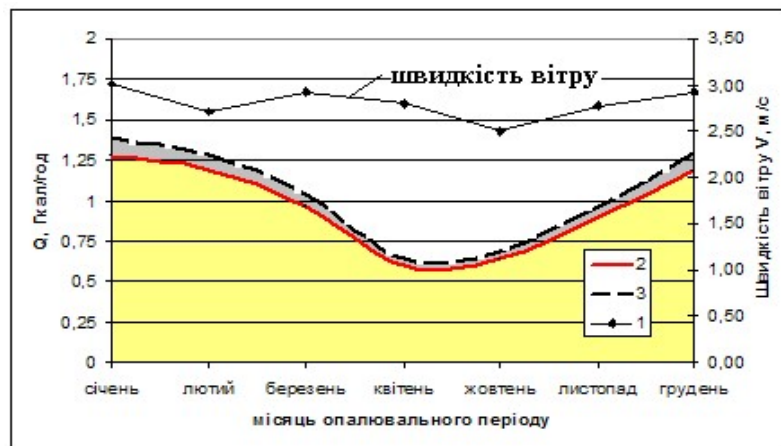


Рис. 2.10. Зміна середньомісячної швидкості вітру (1) та теплове навантаження будівлі, зумовлене зовнішньою температурою (2), зовнішньою температурою і вітром (3)

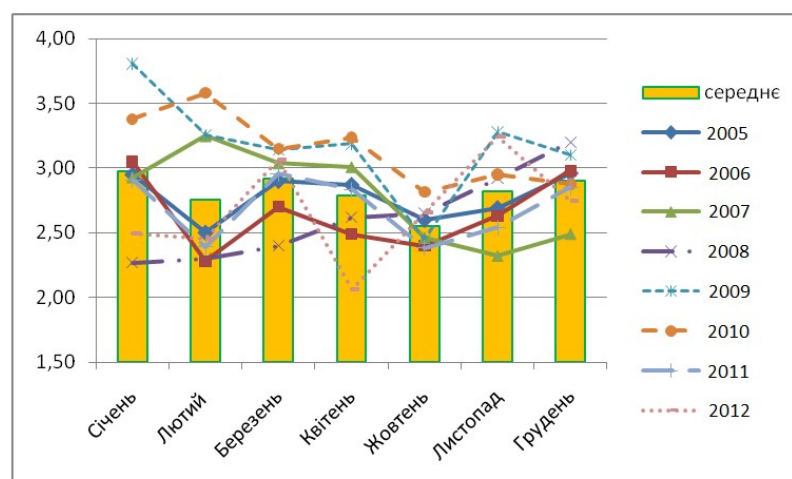


Рис. 2.11. Середньомісячні швидкості вітру та їх відхилення від норми

Таким чином, контроль та управління споживанням теплової енергії, оцінка результатів впровадження енергоощадних заходів у споживачів теплової енергії повинні супроводжуватись накопиченням та аналізом статистичних даних по погодних умовах. Коливання температурних та інших факторів має значний вплив на теплоспоживання будівель.

2.6. Температурно-погодні фактори та показники проектів з енергозбереження

Зважаючи на значні витрати на енергоспоживання, задача оцінки впровадження заходів з енергозбереження набуває важливого значення як для економіки в цілому, так і для кожного окремого споживача. Сучасні проекти енергозбереження, як правило, являються самоокупними, тобто економія коштів, досягнута за рахунок скорочення споживання енергії в порівнянні із споживанням до початку реалізації проекту повинна забезпечити повернення позики. Аналіз споживання енергії будівель в переважній більшості застосовує методи порівняльного аналізу. У процесі моніторингу споживання енергії будівлями зазвичай використовують метод порівняння обсягів споживання енергії у поточному з минулим роком або з усередненим споживання за декілька попередніх років. У випадках, коли в будівлі недотримуються комфортні умови в приміщеннях, або не працюють в робочому режимі окремі системи (наприклад, вентиляція в кухні школи здійснюється за допомогою відкриття вікон, а не витяжними вентиляторами, ГВП подається лише в окремі дні та години, вийшла з ладу система повітряного опалення), величина базового споживання до впровадження енергозберігаючих заходів повинна враховувати нормальні умови експлуатації. Економія теплової енергії розраховується як різниця між базовим та фактичним теплоспоживанням. Основну частку навантаження будівлі складає опалення, на величину теплоспоживання на ці потреби значно впливає зміна погодних умов. Від цього залежить також величина отриманої економії енергії: в разі більш

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодного періоду економія буде зменшена і навпаки, що ускладнює оцінку реальної енергоефективності запропонованих заходів. Цей аспект необхідно врахувати і під час встановлення базового рівня, і під час порівнянь, які доцільно проводити після коригування величини споживання до стандартних, «нормативних» умов.

Базовий рівень теплоспоживання будівель за певний період (рік, квартал, місяць), МДж, з урахуванням впливу погодних умов можна визначати наступним чином: $Q^b = Q_{пр}^ф = Q_{о,в}^{пр} + Q_{гвп}^ф$, де $Q_{пр}^ф$ - величина фактичного теплоспоживання будинку, приведеного до умов «нормативного» року; $Q_{гвп}^ф$ - фактичне теплоспоживання на ГВП; $Q_{о,в}^{пр}$ - приведені теплоспоживання на опалення (вентиляцію), що можна визначати за формулою: $Q_{о,в}^{пр} = Q_{о,в}^ф (ГД^н / ГД^ф)$, де $Q_{о,в}^ф$ - фактичне теплоспоживання на опалення (вентиляцію), $ГД^н$ - градусо-добы для стандартного або «нормативного» року; $ГД^ф$ - градусо-добы за період, розраховані по фактичній температурі зовнішнього повітря для року i ; де i - рік, за даними якого встановлюється базове теплопостачання.

Економія теплової енергії для кожного року визначається як різниця між базовим і фактичним теплоспоживанням, також приведеним до умов «нормативного» року. Можливий також варіант розрахунку економії теплової енергії іншим шляхом: як різницю між приведеним до умов поточного року базового теплоспоживання і фактичним теплоспоживанням за показниками лічильників. Цей метод дасть можливість визначити реальну економію: скільки б енергії було б витрачено для даних погодних умов в поточному році при умові, коли б заходи з енергозбереження не проводились взагалі. Але цей метод розрахунку більш складно використовувати на практиці, тому що часто базовий рівень не повинен змінюватись під час впровадження проєктів (наприклад, за умовами бюджетного планування). Проведені нами дослідження показали, що під час моніторингу ефективності теплоспоживання більш точним є аналіз не в річному, а в помісячному розрізі. Крім того, за

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умови збільшення періоду аналізу до декількох років вплив коливання погодних умов зменшується (див. рис. 2.6). Детальніше це питання буде розглянуто в останньому розділі роботи під час розробки рекомендацій щодо урахування погодних умов у процесі впровадження енергозберігаючих проектів.

Оцінювати ефективність споживання теплової енергії незалежно від кліматичних умов можна також шляхом порівняння питомих витрат тепла 1 м² площі опалення на ГД.

2.7. Рекомендації по врахуванню погодних умов під час впровадження енергозберігаючих проектів

Вплив погодних умов потрібно враховувати на різних етапах: починаючи зі стадії проектування, далі для ефективної експлуатації об'єктів, під час проведення енергетичних обстежень та розробки рекомендацій по підвищенню ефективності використання теплової енергії. Впровадження енергозберігаючих проектів, оцінку ефективності інвестицій, моніторинг теплоспоживання обов'язково потрібно супроводжувати накопиченням та урахуванням температурно-погодних умов.

Зважаючи на важливість питання енергетичної залежності України від поставок природного газу, необхідності впровадження комбінованих схем з використанням нетрадиційних джерел енергії, вибір потужності та режимів роботи яких потрібно обґрунтовувати з розрахунку теплових навантажень споживачів з використанням змін погодних умов, для населених міст України під час розробки нормативних документів з кліматології необхідно уточнити температурні умови та додатково навести інші стандартні дані на основі багаторічних досліджень клімату:

- кількість годин стояння температур за опалювальний період з кроком 1°C, 5°C; зменшення інтервалу дозволить покращити точність розрахунків на 9

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

%;

- кількість сонячної радіації, що надходить протягом кожного місяця ОП на горизонтальні та вертикальні поверхні з орієнтацією по сторонам світу, кВт-год/(м²·міс);

- інтенсивність сонячної радіації Вт/м² за годинами доби для кожного місяця року, а не тільки для літнього періоду;

- швидкість вітру за напрямками та вологість повітря для кожного місяця опалювального періоду;

- кількість ГД ОП для стандартної $t_{вн}=20$ °С для кожного місяця року, обчислену за детальними щоденними вимірами зовнішньої температури з наведенням формули перерахунку для інших стандартних значень $t_{вн}$.

Проведений аналіз температурних умов за 15 років показав, що існує тенденція до потепління клімату та зниження годин стояння низьких температур, що створює вагомі передумови для використання місцевого регулювання теплоспоживання. Розрахунки показують, що у разі прийняття нового значення розрахункової температури на опалення на 2 °С нижче діючої на сьогодні, можна знизити встановлену потужність джерел теплоти на 5%.

Крім того, для можливості порівняльних оцінок та розрахунків ефективності роботи різних джерел теплової енергії рекомендується накопичувати базу даних щодо фактичних значень зовнішніх температур та ГД ОП населених міст України з зазначенням методики їх розрахунку, для чого необхідною є публікація в засобах масової інформації та Internet-ресурсах офіційних звітів.

2.7.1. Проектування енергетичних об'єктів

Проектування є першою стадією створення енергетичних об'єктів, адже від рівня прийнятих технічних рішень залежать техніко-економічні показники, конкурентоздатність та відповідність світовим аналогам. На цій стадії

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРМ 309.18.00.000 ПЗ

вирішуються технологічні питання, проблеми економічної доцільності технічних рішень та впливу на зовнішнє середовище, забезпечується безпека експлуатації.

Вище були внесені пропозиції по урахуванню погодних умов у процесі розробки енергетичних паспортів будівель, що є невід'ємною частиною проектної документації. А саме: в розрахунках приймається стандартна кількість ГД ОП для певної температурної зони, проте за умови прийняття до уваги стандартної кількості ГД для певного міста можливим є зміна класу енергетичної ефективності будівлі, що призводить до необхідності внесення коректив до інженерних рішень щодо конструкції будівлі. Цей висновок актуальний також і тому, що визначення енергетичної ефективності об'єктів можна проводити виходячи з фактичних витрат теплоенергії будівлями, а в межах певної температурної зони відхилення в кількості ГД може сягати до 700 ГД (IV зона). Рекомендовано внесення поправок до методики визначення кількості ГД ОП, що використовуються під час розробки енергетичного паспорту будівель у процесах проектування та проведення енергетичного аудиту.

Проведені дослідження показали: значна частина джерел теплової енергії в Україні працює з низьким завантаженням, і лише в мегаполісах може поставати проблема перевищення наявної потужності над приєднаною. В таких умовах підвищується актуальність розробки методичних підходів і рекомендацій по впровадженню джерел розосередженої генерації. На основі літературних даних та проведеного аналізу статистичних звітів визначено, що на теперішній час для джерел теплоти переважною більшістю споживачів теплової енергії є комунально-побутові, навантаження на опалення для яких складає близько 80%. Ця ситуація є характерною для джерел теплоти в цілому по Україні. Як було зазначено, згідно з нормами проектування навантаження на опалення обчислюється за розрахунковою температурою $t_{p.o}$, яка на протязі ОП тримається менше 1% часу. Зважаючи на відмічену тенденцію до

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення частоти стояння відносно теплих температур на протязі ОП, доцільними будуть зміни в підходах до проектування та створення комбінованих СТП, які включають базові елементи для забезпечення покриття навантажень для зовнішніх температур з високою частотою стояння та пікові джерела за умови настання нижчих температур.

В різних літературних джерелах зустрічаються рекомендації щодо співвідношення 80%:20% (60%:40% та інші) під час розподілу теплової потужності базового та пікового джерел теплоти згідно графіку річного навантаження та кількості годин стояння зовнішніх температур, а в загальному випадку це співвідношення визначають техніко-економічними розрахунками, при чому часто використовують не нормативні, а фактичні дані, що призводить до неможливості порівняльних оцінок різних варіантів.

Проведений аналіз показав зниження періоду стояння низьких температур: температура повітря від мінус 5 °С та вище становить основну частину ОП (близько 80%), температура мінус 1°С та вище тримається близько 60% ОП. Зважаючи на те, що в розрахунках проектувальники повинні спиратися на стандартні температурні умови, пропонується по-перше, їх переглянути, по-друге, під час обґрунтувань варіантів впровадження джерел тепlopостачання для комбінованих схем тепlopостачання впровадити рекомендацію вибору потужності джерела за наступними розрахунковими температурами: найбільш холодного місяця $t_{х.м}$, середньої за ОП $t_{с.о}$.

2.7.2. Енергетичний аудит існуючих будівель

Згідно з ЗУ «Про енергетичний аудит» енергетичне обстеження повинно включати аналіз питомих витрат енергії. Дані по споживанню теплової енергії будівель часто наводять лише в річному розрізі, але, зважаючи на великий потенціал економії теплової енергії внаслідок введення погодного та погодинного (на протязі дня) регулювання, необхідним є помісячний аналіз

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживання з розподілом по видам навантажень, а витрати теплоти на опалення обов'язково потрібно співставляти зі змінами фактичних температур зовнішнього повітря за відповідні місяці.

Аналіз показує, що для амплітуди коливань зовнішньої температури більше 11 °С за добу, температура в приміщенні змінюється в межах 1°С, але, враховуючи акумуляційну властивість будівлі, значно зростає роль інших факторів – тепловиділень та інсоляції, крім того, за умови утеплення приміщень цей вплив підсилюється. Тому під час проведення енергетичних обстежень важливим є урахування такого впливу для того, щоб мати можливість оцінки ефективності роботи системи опалення і реального теплового стану в приміщеннях.

Крім того, можливим буде визначення також впливу окремих заходів з енергозбереження в будинку, зокрема утеплення конструкцій, заміна вікон, заміна опалювальних приладів, введення погодного регулювання та інших заходів на тепловтрати будівлі.

Визначення температури приміщення є важливим параметром під час розглядання ефективності роботи системи опалення приміщення. Завдяки їй регулюють умови опалення і керують комфортними умовами. Один із важливих елементів вирішення даної задачі - встановлення датчика температури. Місце для його встановлення має бути підібране таким чином, щоб характеризувати середню температуру повітря в приміщенні або в робочій зоні найбільш точно.

Наведені рекомендації дозволять значно скоротити час на проведення енергетичних обстежень під час вимірювання внутрішніх температур приміщень і складанні температурних карт будівель.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7.3. Визначення регіонального ефекту у випадку зміни навантаження

Розглянемо поширений приклад від'єднання частини віддалених споживачів від районних тепломереж. Серед вказаних споживачів є лікарня з прибудовами, в якій, після проведення енергоаудиту, вирішено за доцільніше побудувати власне джерело теплоти на своїй території за кошти інвесторів. Через застарілі мережі відбувалися часті пориви та витoki теплоносія, знижувалася якість теплопостачання, а це призводило до недотримання комфортних умов у приміщеннях лікарні, що є недопустимим для даного типу об'єктів. Розглянемо можливі наслідки переходу на автономне теплопостачання частини споживачів централізованого теплопостачання, а саме проаналізуємо наступні показники, що впливатимуть на ефективність теплопостачання регіону: споживання природного газу, річні валові викиди забруднюючих речовин та собівартість виробництва теплової енергії.

Для наочності виконаємо рис. 2.12. Теплове навантаження даної лікарні з усіма прибудовами складає 0,434 Гкал/год, але планується прибудова ще одного корпусу в найближчі роки з підвищенням теплових навантажень. Річне виробництво теплоти автономною котельнею з урахуванням власних потреб 3% - 1056 Гкал/рік, що складає 8,5% від сумарної відпущеної за рік теплової енергії від центральної котельні. Показники існуючого стану районного комунального господарства (основне обладнання – котли НІСТУ-5) наведено в табл.2.8, де вказана собівартість визначена за розробленою моделлю, приєднана потужність складає 5,173 Гкал/год. Фактична собівартість за 2012 рік, вказана в звітах комунального господарства даного району, складає 333,84 грн/Гкал, найбільш вагомими складовими собівартості – паливна (40%) та ФОП (38,5%).

Як зазначалось в роботі, в централізованих котельнях в порівнянні з автономними джерелами підвищення витрат у випадку однакових теплових

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

навантажень відбувається у зв'язку з втратами під час транспортування в тепломережах та витратами електроенергії на перекачування мережевими насосами, що викликає необхідність у підвищенні об'ємів палива. Крім того, автономні джерела проектуються з сучасними котлами з високими ККД, а в централізованих експлуатується застаріле обладнання. Все це призводить до збільшення валових викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Тому ще один важливий аспект, який необхідно розглянути – екологічна ефективність. Розрахунки показали, що за умови впровадження автономної котельні зменшення споживання природного газу по даному регіону становитиме 27 тис.м³/рік. Зважаючи на використання сучасного опалювального обладнання в котельні, що проектується, та зменшення витрат теплоти на транспортування теплової енергії, відбуватиметься зниження річних валових викидів по даному району на 0,104 т/рік, що покращить екологічну ситуацію в районі. З іншої сторони, збільшиться вартість теплоенергії для інших споживачів, що приєднані до централізованих тепломереж. Розрахунки показали: за умови зниження приєданого навантаження на 8% собівартість теплоенергії центральної котельні підвищиться на 5% (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

Показники існуючого стану районного комунального господарства

Ситуація	$Q_{відп}$, тис. Гкал/рік	b_n , грн/Гкал	ФОП, грн/Гкал	E , кВт-год/Гкал	$S_{центр}$, грн/Гкал
до	11,8	135	128,6	49,6	334,0
після	10,79	135,5	140,64	54,24	351,2

Нами, уточнено врахування загальнокотельних, амортизаційних та технологічних витрат та власних потреб згідно діючих в Україні норм. За розрахунками, проведеними згідно уточненої методики, собівартість відпущеної теплоти від автономної котельні складає $S_{авт}=226$ грн/Гкал, найбільш вагомі складові собівартості – паливна (50%) та амортизація.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислене збільшення витрат на теплопостачання становитиме 77 тис. грн., тобто за умови від’єднання навіть невеликої кількості навантажень відбувається збільшення собівартості виробленої теплоенергії району в цілому.

За умови відокремлення частини теплових навантажень знижується завантаження основного обладнання центральної котельні, собівартість теплової енергії збільшується, що може призвести до збільшення збитковості котельні, а в майбутньому до підвищення тарифів на теплопостачання. Тому в подібних ситуаціях постає питання про доцільність подальшої роботи котельні із низьким завантаженням і ККД та підвищеними втратами в тепломережах.

Під час аналізу ефективності роботи СТП регіону в цілому та обґрунтуванні доцільності впровадження автономних джерел пропонується використовувати подібний методичний підхід, а саме оцінювати наступні показники: паливоспоживання по регіону в цілому, екологічні аспекти та собівартість виробництва теплової енергії для існуючого централізованого, автономного джерела, а також для СТП району в цілому. Врахування цих факторів дозволить приймати економічно та технологічно обґрунтовані рішення щодо подальшого удосконалення СТП.

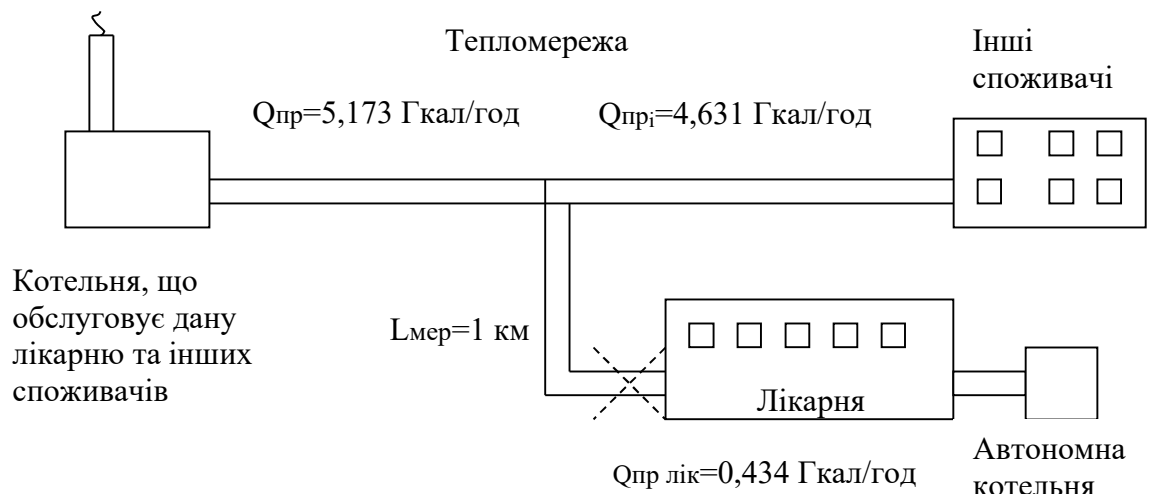


Рис.2.12. Теплопостачання лікарні з улаштуванням автономної котельні

						ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

2.8. Методика оцінки ефективності впровадження проекту з енергозбереження в адміністративних і громадських будівлях

1. Встановлення базового рівня теплоспоживання будівель

1.1. Для кожної будівлі, задіяної в проєкті, базовий рівень теплоспоживання встановлюється індивідуально, потім дані групуються по районах і визначається загальне теплоспоживання для кожної з десяти райдержадміністрацій (РДА) і для кожного з Головних управлінь (ГУ), а далі розраховується сумарне теплоспоживання по місту.

1.2. Базовий рівень теплоспоживання окремої будівлі, $Q_{\text{кал}}$, встановлюється поквартально по фактичному теплоспоживанню, характерному для цієї будівлі на основі даних енергоаудиту та аналізу реального теплоспоживання протягом трьох років, що передували впровадженню заходів.

1.3. Базовий рівень необхідно уточнювати, якщо протягом звітного періоду не було споживання гарячої води та опалення (в місяці ОП). В таких випадках реальне навантаження необхідно збільшувати на недоотриману теплоту, за вихідні дані беруть навантаження згідно договору теплопостачання.

1.4. Встановлене як основа для розрахунку базового рівня загальне фактичне теплоспоживання згідно приладів обліку (договорів), або при їх відсутності встановлене розрахунковим методом розподіляється на складові частини $Q^{\phi} = Q_{o,\epsilon}^{\phi} + Q_{ГВП}^{\phi}$ та по місяцях року.

1.5. Фактичне теплоспоживання на опалення (вентиляцію) кожного місяця i приводиться до погодних умов «нормативного» року:

$$Q_{o,\epsilon i}^{np} = Q_{o,\epsilon i}^{\phi} \cdot K_{np} \quad (2.3)$$

де $Q_{o,\epsilon i}^{np}$ - приведене теплоспоживання на опалення (вентиляцію), Гкал;
 $Q_{o,\epsilon i}^{\phi}$ - фактичне річне теплоспоживання на опалення (вентиляцію), Гкал; K_{np} – коефіцієнт приведення до «нормативного» року, $K_{np} = ГД^n / ГД^{\phi}$,

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$ГД^n = (t_{вн} - t_{зi})K_{дiбi}$ - градусо-дні кожного місяця i для умов «нормативного» року; $ГД^\phi = \sum_{k=1}^{n_0} (t_{вн} - t_{зk})$ - градусо-дні, розраховані по середній температурі зовнішнього повітря для кожного дня k опалювального періоду i -го місяця за даними метеорологічної служби. У випадку недотримання комфортні умов у приміщеннях можливим є коригування величини споживання теплоти на опалення з урахуванням фактичної температури ($t_{вн}^\phi < t_{вн}$) при розрахунку $ГД^\phi$.

За нормативні приймається середньостатистичні температури зовнішнього повітря за 20 років, що передували початку проекту.

Таблиця 2.9.

Середньомісячна t_z для «нормативного» року за даними Укрметеоцентру											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	-2,3

1.6. Базовий рівень за місяць з урахуванням впливу погодних умов, Гкал:

$$Q^{баз} = Q_{np}^\phi = Q_{o,6}^{np} + Q_{ГВП}^\phi \quad (2.4)$$

де Q_{np}^ϕ - приведенне фактичне теплоспоживання будинку; $Q_{o,6}^{np}$ - теплоспоживання на опалення (вентиляцію), приведенне до умов «нормативного» року; $Q_{ГВП}^\phi$ - фактичне теплоспоживання на ГВП.

1.8. Спрощена формула для визначення базового рівня теплопостачання:

$$Q^o = Q^\phi \cdot (A \cdot K_{np} + B) \quad (2.5)$$

де А:Б - співвідношення між складовими частинами загального теплопостачання - опаленням (вентиляцією) та ГВП.

Таблиця 2.10.

Адміністративні будинки, бібліотеки, школи

квартал	Кількість градусо-днів (ГД)							
	нормативний	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	1890	1631	1712	1637	1427	1914	1725	1832
2	140	120	137	116	171	218	171	122
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1274	1345	1096	1461	1421	1260	1142	1269

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ						

рік	3304	3096	2945	3214	3019	3392	3038	3221
Коефіцієнт приведення $K_{пр} = ГД^н / ГД^ф$								
1	1	1,159	1,104	1,155	1,324	0,987	1,096	1,032
2	1	1,167	1,022	1,207	0,819	0,642	0,819	1,148
3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0,947	1,162	0,872	0,897	1,011	1,116	1,004
рік	1	1,067	1,122	1,028	1,094	0,974	1,088	1,026

Таблиця 2.11.

Дитячі заклади, лікувальні заклади

квартал	Кількість градусо-днів (ГД)							
	нормативний	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1	2070	1811	1894	1817	1607	2094	1907	2012
2	170	150	167	146	201	248	201	152
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1430	1501	1252	1617	1577	1416	1298	1425
рік	3670	3462	3313	3580	3385	3758	3406	3587
Коефіцієнт приведення $K_{пр} = ГД^н / ГД^ф$								
1	1	1,143	1,093	1,139	1,288	0,989	1,085	1,029
2	1	1,133	1,018	1,164	0,846	0,685	0,846	1,118
3	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0,953	1,142	0,884	0,907	1,010	1,102	1,004
рік	1	1,060	1,108	1,025	1,084	0,977	1,078	1,023

1.8. При неможливості визначення фактичних (реальних) даних по споживанню теплоти окремою будівлею базовий рівень теплоспоживання для цієї будівлі встановлюється розрахунковим методом.

2. Розподіл базового рівня теплоспоживання

2.1. Розподіл базового теплоспоживання на опалення та ГВП

2.1.1. Загальне теплоспоживання розподіляється на складові частини: опалення (вентиляція) та ГВП в співвідношенні А:Б:

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ				

$$Q_{o,в}^\phi = \frac{A \cdot Q^\phi}{100}; Q_{ГВП}^\phi = \frac{B \cdot Q^\phi}{100} \quad (2.6)$$

2.1.2. Співвідношення А:Б між опаленням (вентиляцією) та ГВП при наявності даних приймають за фактичними показниками лічильників:

$$A = \frac{Q_{o,в}^\phi}{Q^\phi} \cdot 100, \%; B = \frac{Q_{ГВП}^\phi}{Q^\phi} \cdot 100, \% \quad (2.7)$$

2.1.3. У випадку, якщо модернізовані теплопункти мають 2-х трубну схему і теплотічильники враховують загальне теплонавантаження, співвідношення між опаленням (вентиляцією) та ГВП можливо визначається розрахунковим методом:

$$A = \frac{Q_{o,в}^{розр}}{Q_{o,в}^{розр} + Q_{ГВП}^{розр}} \cdot 100, \%; B = \frac{Q_{ГВП}^{розр}}{Q_{o,в}^{розр} + Q_{ГВП}^{розр}} \cdot 100, \% \quad (2.8)$$

При відсутності необхідних даних для визначення $Q_{o,в}^{розр}$, Гкал/рік, розрахунок проводиться по нормах витрат.

2.1.4. Орієнтовно, виходячи із статистичних даних і аналізу структури теплоспоживання в закладах освіти, можна прийняти розподіл річного теплоспоживання А:Б=85%:15%. В окремих випадках заклади можуть суттєво відрізнятись від типових із збільшеними значеннями ГВП (добудовані басейни, спортзали, водолікарні), тому розподіл загального теплоспоживання необхідно проводити згідно реального споживання, або розрахунковим методом.

2.2. Розподіл базового рівня по місяцях року та кварталах у випадку, коли для будівлі відомі щомісячні дані споживання

2.2.1. Розподіл загального базового теплоспоживання у % по місяцях

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

року та по кварталах у абсолютних числах проводять у відповідності з фактичними даними (покази лічильників, договори) за кожний місяць відповідного кварталу:

$$\Sigma Q_{міс}^{\phi} = Q_{кв}^{\phi} \quad (2.9)$$

2.2.2. Розподіл фактичного теплоспоживання на опалення (вентиляцію) та ГВП при відсутності окремих лічильників на опалення та ГВП:

$$Q_{о,в міс}^{\phi} = Q_{міс}^{\phi} \cdot \frac{Q_{о,в}^{розр}}{Q_{о,в}^{розр} + Q_{ГВП}^{розр}}, \quad Q_{ГВП міс}^{\phi} = Q_{міс}^{\phi} \cdot \frac{Q_{ГВП}^{розр}}{Q_{о,в}^{розр} + Q_{ГВП}^{розр}} \quad (2.10)$$

де $Q_{о,в}^{розр}$ - теплоспоживання на опалення (вентиляцію) за місяць, визначене розрахунковим методом, Гкал/міс; $Q_{ГВП}^{розр}$ - теплоспоживання на ГВП за місяць, визначене розрахунковим методом, Гкал/міс.

2.2.3. Фактичне теплоспоживання $Q_{міс}^{\phi}$ на опалення (вентиляцію) приводиться до погодних умов «нормативного» року:

$$Q_{о,в міс}^{np} = Q_{о,в міс}^{\phi} \cdot \frac{ГД_{міс}^н}{ГД_{міс}^{\phi}} \quad (2.11)$$

2.2.4. Базове приведене теплоспоживання за кожен місяць:

$$Q_{міс}^{\sigma} = Q_{о,в міс}^{np} + Q_{ГВП міс}^{\phi} \quad (2.12)$$

2.2.5. Базове теплоспоживання за квартал дорівнює сумі теплоспоживання за три відповідних місяця кварталу:

$$Q_{кв}^{\sigma} = \sum_1^3 Q_{міс}^{\sigma} \text{ за рік. } Q^{\sigma} = \sum_1^4 Q_{кв}^{\sigma} \quad (2.13)$$

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розподіл базового рівня по місяцях у випадку, коли для будівлі відоме лише річне теплоспоживання

2.3.1. Для розподілу базового рівня теплоспоживання кожної будівлі по місяцях року необхідно розділити загальне базове річне теплоспоживання Q° на опалення (вентиляція) та ГВП згідно п.2.

2.3.2. Річне базове теплоспоживання на опалення (вентиляцію) $Q_{o,v}^{\circ}$, Гкал/рік розподіляється по місяцях «нормативного» року:

$$Q_{o,v}^{mic} = Q_o^{\circ} \frac{ГД_{міс}^n}{ГД_{рік}^n} \quad (2.14)$$

2.3.3. Тому якщо теплоспоживання на ГВП в травні та вересні прийняти за 1; то показники річного теплоспоживання на ГВП можна орієнтовно розподілити по місяцях з наступними коефіцієнтами $k_{ГВП}$:

2.3.4. Загальне теплове навантаження Q° , Гкал/рік розподіляється по місяцях року:

$$Q_{міс}^{\circ} = \%Q_{міс}^{\circ} \cdot Q_{рік}^{\circ} \quad (2.15)$$

2.3.5. Базове теплоспоживання за квартал дорівнює сумі теплоспоживання за три відповідних місяця кварталу:

$$Q_{кв}^{\circ} = \sum_1^3 Q_{міс}^{\circ} \quad (2.16)$$

2.3.6. Розподілення базового навантаження на опалення (вентиляцію) по місяцях року: $\%Q_{o,v}^{mic} = \frac{ГД_{міс}^n}{ГД_{рік}^n}, \%$; на ГВП $\%Q_{ГВП}^{mic}$ – згідно п. 2.3.4.

2.3.7. Розподілення річного тепlopостачання по місяцях: $\%Q_{міс}^{\circ} = \%Q_{o,v}^{mic} \cdot A + \%Q_{ГВП}^{mic} \cdot B$. Далі в табл.2.12, 2.13 наведено розподіл базового навантаження по місяцях року для різних груп споживачів.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.12.

Розподілення базового навантаження по місяцях року ($t_{\text{вн}}=20^{\circ}\text{C}$; А:Б=0,85:0,15)

місяць	Січ.	Лют.	Берез.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Верес.	Жовт.	Лист.	Груд.	РІК
середньо-місячна $t, ^{\circ}\text{C}$	-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	-2,3	7,7
діб ОП	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31	183
ГД	794	678	598	170	0	0	0	0	0	202	537	691	3670
% розподілення навантаження на опалення (вент) $\%Q_{o,6}^{\text{міс}}$	21,6	18,5	16,3	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	14,6	18,9	100,0
% розподілення навантаження на ГВП $\%Q_{\text{ГВП}}^{\text{міс}}$	10,2	10,2	10,2	10,2	8,18	4,08	4,08	4,08	8,18	10,2	10,2	10,2	100,0
% розподілення загального тепло-споживання $\%Q_{\text{міс}}^{\text{б}}$	19,89	17,26	15,39	5,44	1,23	0,61	0,61	0,61	1,23	6,21	13,94	17,58	100,0

Таблиця 2.13.

Розподілення базового навантаження по місяцях року ($t_{\text{вн}}=18^{\circ}\text{C}$ А:Б=0,85:0,15)

місяць	Січ.	Лют.	Берез.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Верес.	Жовт.	Лист.	Груд.	РІК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
середньо-місячна $t, ^{\circ}\text{C}$	-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	-2,3	7,7
діб ОП	31	28	31	15	0	0	0	0	0	17	30	31	183
ГД	732	622	536	140	0	0	0	0	0	168	477	629	3304

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ								Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
% розподілення навантаження на опалення (вент) $\%Q_{o,v}^{міс}$	22,14	18,81	16,23	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,09	14,44	19,05	100,0
% розподілення навантаження на ГВП $\%Q_{ГВП}^{міс}$	10,2	10,2	10,2	10,2	8,18	4,08	4,08	4,08	8,18	10,2	10,2	10,2	100,0
% розподілення загальноного теплоспоживання $\%Q_{міс}^{\delta}$	19,76	17,1	15,02	5,43	1,64	0,82	0,82	0,82	1,64	6,1	13,59	17,26	100

3. Оцінка ефективності впровадження проекту

3.1. Метод порівняння питомих витрат

Питомі витрати теплоти на опалення:

$$q_o = \frac{Q_o \cdot 10^6}{F \cdot ГД}, \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ГД}} \quad (2.17)$$

де Q_o - теплоспоживання на опалення за місяць (квартал), Гкал; F - опалювальна площа, м^2 ; ГД – фактичні градусо-дні за звітний період.

Цей метод дозволяє оцінити ефективність споживання теплової енергії на потреби опалення незалежно від кліматичних умов і може використовуватися для порівняння з нормативними даними або з типовими будівлями в різних регіонах та планування енергозберігаючих заходів.

3.2. Метод приведення показників до умов «нормативного» року

Для можливості щоквартального порівняння теплоспоживання на опалення після впровадження заходів при різних погодних умовах показники

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

необхідно приводити до умов «нормативного» року:

$$Q_{o,в}^{np} = Q_{o,в}^{\phi} \cdot \frac{ГД^n}{ГД^{\phi}} \quad (2.18)$$

де Q^{ϕ} – фактичне теплоспоживання за квартал, Гкал; $ГД^n$ – відповідно градусо-дні для «нормативного» кварталу, $ГД^{\phi}$ – градусо-дні за квартал, розраховані по фактичній зовнішній температурі за відповідний місяць.

Метод дає можливість порівнювати споживання для однакових умов і в разі необхідності здійснювати організаційні або технічні заходи по доведенню показників до планових. Ефективність заходів по зниженню споживання теплоти на потреби ГВП оцінюється методом порівняння відповідних базових та фактичних показників.

2.9. Висновки до розділу 2

1. Розглянуто вплив різних показників на собівартість відпущеної теплової енергії. Проведено аналіз показників ефективності роботи та структури собівартості теплової енергії за п'ять років; визначені найбільш вагомі фактори, що впливають на її величину.

2. Дослідження теплопостачальних організацій свідчать, що кількість теплової енергії не завжди відповідає реальній потребі, що говорить про погіршення рівня теплозабезпеченості споживачів та недостатній рівень погодного регулювання. Зважаючи на основну долю навантаження на опалення, визначено, що за умови відповідності кількості відпущеної теплоти змінам зовнішніх температур вплив погодних умов на собівартість теплової енергії може бути досить суттєвим.

3. Зміни погодних умов мають вплив на показники енергетичної ефективності усіх елементів СТП, тому прогнозування їх розвитку неможливо без урахування цих факторів. Температурно-погодні умови потрібно враховувати і на стадії проектування об'єктів, і під час їх експлуатації, у процесі проведення енергетичних обстежень та розробки енергозберігаючих рекомендацій, а також під час моніторингу ефективності споживання теплової енергії.

									ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4. Проведено дослідження фактичних значень температури зовнішнього повітря та інших природних факторів (зокрема, сонячної інсоляції, швидкості вітру). Зокрема, проведений аналіз змін добових, середньомісячних температур дозволив визначити коливання їх відносно стандартних значень, період стояння температур в днях та годинах, вірогідність середньодобової температури, амплітуду коливань температур та порівняти ці дані з нормативами.

5. Результати дослідження показують, що назріла необхідність переглянути стандартні значення температур ОП для міст України з урахуванням багаторічних спостережень і наведенням уточнених даних в новому нормативному документі на заміну старому СНиП . Аналіз показує, що для розрахунків систем опалення та їх режимів в нормативах температуру в січні, лютому, листопаді потрібно переглянути в напрямку підвищення (на $1,5 \div 2^\circ\text{C}$), для жовтня, навпаки, знизити (на 1°C). Потрібно зазначити, що в нормативах відсутні середні температури ОП для перехідних місяців (квітень, жовтень), але наведення подібних стандартних даних буде доцільним для можливості порівняльних оцінок різних джерел теплоти.

6. Розглянуто вплив інших погодних факторів, а саме коливань потоку сонячної радіації та швидкості вітру. Значні коливання фактичних значень потоку сонячної радіації від середнього на протязі місяця, суттєво впливатимуть на обсяги тепловтрат та внутрішній мікроклімат будівель. Оцінку цього впливу і більш точні розрахунки економії теплової енергії під час впровадження регулювання теплового потоку для приміщень різних типів доцільніше проводити за допомогою моделювання. Зміна тепловтрат будівлі, зумовлена вітром, в середньому за рік складатиме близько 5-6%. Крім того, на величину споживання теплоти на потреби ГВП впливає температура холодної водопровідної води, а діапазон її зміни може складати 25°C , а не 10°C , що передбачено нормами, і цей аспект, а також монотонний характер зміни можна враховувати під час визначення витрат на ГВП за умови відсутності окремих приладів обліку та у процесі нормування.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Опис типових програмних засобів використаних у магістерській роботі

3.1.1. Програма Word для Windows

Текстовий редактор Word є одним з найпоширеніших текстових редакторів. Це обумовлюється в першу чергу його численними перевагами, до яких у першу чергу належать широкі функціональні можливості. Текстовий редактор Word для Windows (далі просто Word) входить до групи програм Microsoft Office. Крім текстового редактора, ця група включає електронну таблицю Excel і систему управління базою даних Access, тобто основні програми, які можуть використовуватися для формування документообігу в установах. Широкому використанню Word сприяють також вбудовані в нього, засоби перетворення файлів, створених іншими текстовими редакторами, в файли формату Word і навпаки.

Для запуску Word слід виконати команду Пуск /Програми / Microsoft **Word**, після чого на екрані з'являється вікно редактора. Вікно редактора Word має декілька стандартних елементів. Одні з них постійно присутні на екрані, інші можна викликати за бажанням користувача.

В рядку заголовка виведено ім'я програми. Крім цього, в рядку заголовка є чотири кнопки: одна з лівого краю і три - з правого. Крайня ліва кнопка є кнопкою виклику управляючого меню. Праворуч розміщені відповідно кнопка згортання, відновлення та закриття вікна. Під рядком заголовка у вікні розміщується рядок меню, який містить такі пункти: **Файл** - робота з файлами документів; **Правка** - редагування документів; **Вид** - перегляд документів;

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РОЗДІЛ 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

Вставка - вставка в документ малюнків, діаграм, поточної дати і часу, формул та інших об'єктів; **Формат** - форматування документів (встановлення шрифтів, параметрів абзацу); **Сервіс** - сервісні функції (перевірка орфографії, встановлення параметрів настроювання Word); **Таблиця** - робота з таблицями; **Окно** - робота з вікнами документів; **?** - довідкова інформація про Word.

В підменю потрібний пункт може бути вибрано або за допомогою миші (встановити курсор миші на потрібний пункт і натиснути ліву кнопку), або за допомогою клавіатури (клавішами вертикального переміщення курсора вибрати потрібний пункт і натиснути клавішу [Enter]).

Під рядком меню розміщуються звичайно панелі інструментів. Панелі інструментів - це рядок кнопок, при натискуванні на які виконується певна дія. Для натискування кнопки слід клацнути мишкою по кнопці. При фіксації курсору миші на кнопці під нею з'являється її назва, а в рядку стану - коротка довідка про призначення кнопки. Ряд кнопок дублюють відповідні команди меню. Word забезпечує користувача декількома панелями інструментів. Вводити і редагувати можна тільки текст активного вікна.

Перед введенням символів слід вибрати шрифт, його розмір, формат. Символи клавіатури вводяться в позицію текстового курсора. Виділений фрагмент можна вилучити, перемістити, скопіювати. За таких операцій часто використовують буфер обміну Windows. Через цей буфер редактор Word може обмінюватись інформацією з іншими програмами, що працюють у середовищі Windows. Вилучити виділений фрагмент можна за допомогою команди **Правка/Вырезать** або кнопки **Удалить** панелі інструментів **Стандартная**. Вилучити виділений фрагмент можна і за допомогою клавіші [Del], але при цьому фрагмент у буфер обміну не заноситься. Вставка фрагменту з буферу обміну здійснюється командою **Правка/Вставить** або кнопки **Вставить** панелі інструментів **Стандартная**. Фрагмент вставляється в позицію текстового курсора. Скопіювати фрагмент можна за допомогою послідовно виконаних двох команд: **Правка/Копировать** і **Правка/Вставить**. Команди редагування

						ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

діють і при роботі з документами в різних вікнах. Це дає змогу обмінюватись фрагментами тексту між різними документами.

Поля - це спеціальні фрагменти тексту, які розміщуються в документі і забезпечують автоматичне внесення в документ деякої інформації (дати, часу, назви документа і т.д.).

3.1.2. Програма «AUTO CAD»

Програма завантажує асоційовані файли що мають розширення *.dws* – файл шаблону із стандартними визначеннями об'єктів креслення.

Після запуску програми відкривається один із варіантів графічного інтерфейсу: в звичайному варіанті завантажується графічне вікно програми з шаблоном *Acadiso.dwt* (метричні одиниці вимірювання), який задає точність одиниць вимірювання з чотирма знаками після коми, ліміти креслення – тобто прямокутну границю зони креслення і крок сітки і дискретний рух курсору 10x10.

Під шаблоном *Auto Cad* розуміється малюнок що містить необхідні надбудови і використовується для створення інших малюнків.

Рядок заголовка. Містить назву програми та ім'я файлу який відкрили. В правій частині є три кнопки. Рядок меню, Стандартна панель інструментів і панель з списками що розкривається текстових і розмірних стилів. Рядок містить панель управління шарами і панель властивостей об'єктів, всі панелі плаваючі.

Самий нижній рядок графічного вікна називається рядок стану. В лівій частині цього рядка координати *X,Y,Z*. Положення курсору в зоні малювання вікна і в середній частині рядка знаходять кнопки, які управляють викликом прозорих команд. Прозорі команди запускаються за допомогою кнопок, які знаходяться на панелі інструментів або вводяться в командну строку з префіксом у вигляді символу апострофа. Після завершення прозорої команди відновляється робота поточної команди:

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Grid – сітка

Snap – крок

Zoom – покажи

Вище над рядком стану знаходяться вікно команд, яке складається з трьох рядків що починається зі слова *Command*.

Ліворуч і праворуч від зони креслення встановлені плаваючі панелі інструментів призначені для виклику команд креслення і редагування створюваних об'єктів. Вікно має смуги прокрутки. На парвій межі зони креслення *Tool Palletes* – сервісні палітри яке за замовчуванням має три вкладки: піктограми малюнків, блоків, зразків штриховки. Довідкова система аналогічна довідковим системам інших програм.

Завершення роботи програми

Файл→*Закрить*

File→*Close*



Alt+F4.


3.1.3. Програма «Mathcad»


Математичний вираз у *Mathcad'i* є дійсно чудовим об'єктом: це - картинка-зображення на вашому екрані (або на папері, якщо ви друкуєте ваш робочий аркуш) і одночасно це - множина інструкцій для обчислення чогось. Ось чому редактор рівнянь *Mathcad'a* є унікальною сумішшю текстового процесора та генератора кодів, які покликані вірно представляти та правильно обчислювати вирази.

Кожне рівняння, текстовий абзац або графік у робочому аркуші *Mathcad'a* є окремим об'єктом, що зветься «*область*». Можна побачити ці області, вказавши покажчиком миші у порожньому місці екрана, а потім натиснувши її ліву кнопку та потягнувши у якійсь бік через рівняння, текст та графіки. Області, що зустрінуться на шляху будуть оточені прямокутниками зі


					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сторонами з пунктирними лініями. Після того як ви селекували (вибрали) область за допомогою вказаної процедури, ви можете перемістити її у будь-яке місце вашого робочого аркуша. Ви також можете побачити області робочого аркуша, вибираючи команду «**Regions**» в меню «**View**». Світлі області будуть ясно виділятися на темному фоні. Ви також легко можете **видалити селектовані області**. Для цього треба виконати команду «**Cut**» в меню «**Edit**», або натиснути одноіменну кнопку  панелі редагування. При виконанні вказаної дії об'єкт, який видаляється, приміщується в буфер і може бути скопійований звідти у будь-яке місце робочого аркуша, вказане курсором, за допомогою команди «**Paste**» в меню «**Edit**». Це ж саме можна зробити, натиснувши одноіменну кнопку  панелі редагування. Описані процедури корисні при випадковому видаленні якоїсь області.

Для введення основних операторів користуйтеся клавішами «+», «-», «*», «/», «^» та/або кнопками арифметичної палітри, яку можна викликати, натиснувши одноіменну кнопку  математичної панелі.

Коли ви набираєте на клавіатурі символ двокрапки «:» (або, еквівалентно, натискаєте кнопку  на арифметичній палітрі), *Mathcad* виводить на екран символ «:□». Цей символ використовується у *Mathcad*'і як оператор присвоювання. Щоб побачити, чому дорівнює змінна «age», наберіть на клавіатурі її ім'я, а потім знак рівності: **age□** .

Задавати області визначення змінних у *Mathcad*'і є обов'язковим. коли ви натиснете клавішу крапка з комою «;», то на екрані побачите дві крапки «..», а за ними мітку-заповнювач. Ці дві крапки є оператором області визначення змінної у *Mathcad*'і.

Щоб утворити графік функції у прямокутній (декартовій) системі координат, встановіть курсор-хрест у вільне місце вашого робочого аркуша і натисніть клавішу «@», або виберіть команду «**X-Y Plot**» в меню «**Insert/Graph**», або натисніть кнопку  на палітрі графіків.

3.2. Розробка програми для обчислення основних втрат тепла через огорожуючі конструкції

Основні втрати тепла приміщеннями складаються із втрат тепла через окремі огорожувальні конструкції, що визначаються за формулою:

$$Q = Fk(t_{\text{в}} - t_{\text{з}})n \quad \text{Вт, ;} \quad (3.1)$$

де F – площа огорожувальної конструкції, через яку втрачається тепло, м²;

k – коефіцієнт теплопередачі даної огорожувальної конструкції, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура повітря у приміщенні (внутрішнього повітря), °C;

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C.

n – коефіцієнт поправки до розрахункової різниці температур $t_{\text{в}} - t_{\text{з}}$.

Текст програми:

Program teplo;

Uses Crt;

Var

F, t1, t2, k, n, Q: real;

Begin

Clr Scr;

Writeln ('F', 'm2');

Readln (F);

Writeln ('t1', 'gradC');

Readln (t1);

Writeln ('t2', 'gradC');

Readln (t2);

Writeln ('k', 'W/m2*gradC');

Readln (k);

Writeln ('n');

Readln (n);

Q:=F*k*(t1-t2)*n;

Writeln ('Q=',Q:10:2,'W');

Repeat until keypressed;

End.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислимо основні втрати тепла через зовнішню стіну навчальної аудиторії першого поверху навчального корпусу №5 на плані корпусу (1-2) площа аудиторії 23,1 м²:

F m²

23.1

t1 gradC

18

t2 gradC

-21

k W/m²·gradC

1.05

n

1

Q=945.9 W.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1. Техніко-економічні основи розрахунку економічної ефективності відпущеної теплової енергії від автономної котельні

Розрахунок проводимо за методикою оцінки ефективності впровадження енергозберігаючих проектів в адміністративних і громадських будівлях, яка наведена в основній частині роботи (п.2.8).

1. Вихідні дані:

1.1 В котельні лікарні (рис.2.12) встановлено 2 водогрійні котли фірми «VISSMANN» теплопродуктивністю $Q=315$ кВт, $\eta=93,5\%$. Система теплопостачання – закрита. Приготування гарячої води - централізоване.

1.2. Встановлена теплопродуктивність: $Q_{\text{вст}} = 2 \cdot 0,315 = 0,63 \text{ МВт}$.

1.3. Кліматологічні дані: $t_{\text{р.о.}} = 22^\circ\text{C}$; $t_{\text{с.о.}} = -1,1^\circ\text{C}$; $n_o = 187$ днів.

1.4. Споживачі: диспансер: стаціонар на 120 хворих і поліклініка на 100 чоловік за зміну; пральня та сушильне відділення. Довжина теплотраси – 100 м.

1.5. Режим роботи: технологія (пральня та сушильне відділення) – $n_{\text{роб}} = 8$ годин за добу; кількість робочих днів – $m = 192$ дні; число годин роботи котла – 24 години на опалення за добу; режим роботи ГВП – цілий рік.

1.6. Параметри теплоносіїв: опалення і вентиляція $90/70^\circ\text{C}$; ГВП - 60°C ; технологічні потреби - вода з температурою 90°C .

1.7. Теплові навантаження: на опалення поліклініки та стаціонару – $Q_o = 0,34 \text{ МВт} = 0,292$ Гкал/год; потреби пральні та сушки – $Q_T = 0,13 \text{ МВт} = 0,112$ Гкал/год; гаряче водопостачання поліклініки та стаціонару – $Q_{\text{г.в.}}$ – згідно нормативів.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РОЗДІЛ 4 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Малюта Л.Я.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

1.8. Витрати води на побутові потреби котельні – $V_{поб}^{доб} = 0,06 \text{ м}^3 / \text{доб}$

1.9. Вартість енергоносіїв: електроенергія – 0,4 грн/кВт·ч; вода – 4,57 грн/м³; природний газ – 810 грн/тис.м³ (дані 2012 року).

1.10. Згідно кошторисів аналогічних проектів за даними інституту «Академтеплоенергопроект» АБУ: вартість устаткування котельні 700 тис.грн. Вартість будівель і споруд – 300 тис.грн (під приміщення котельні переобладнується тепловий пункт, прибудований до лікарні).

1.11. Встановлена електрична потужність: газовий пальник – 0,42 кВт, мережні насоси - 2 кВт, підживлювальні насоси - 0,8 кВт, рециркуляційний насос - 0,099 кВт, циркуляційний насос для економайзера котла 0,099 кВт, насос гріючої води на бойлери ГВП 0,195 кВт, циркуляційний насос ГВП 0,035 кВт, інше обладнання 0,2 кВт, освітлення 0,5 кВт. Всього: 8 кВт.

1.12. Паливо для котельні – природний газ з $Q_p^H = 7970$ ккал/нм³ = 33,37 МДж/м³.

1.13. Кількість обслуговуючого персоналу $n_{п} = 1$ людина (сумісник, процеси виробництва теплоенергії автоматизовані). Середня заробітна плата 1000 грн.

2. Розрахунок річного витрачення теплоти

2.1. Розрахункова річна кількість теплоти на опалення:

$$Q_o^{рік} = \frac{t_{вн} - t_{с.о.}}{t_{вн} - t_{р.о.}} \cdot Q_o \cdot n_{он} \cdot 24 \cdot 3600 = \frac{20 - (-1.1)}{20 - (-22)} \cdot 0,34 \cdot 187 \cdot 24 \cdot 3600 = 2,76 \cdot 10^6 \text{ МДж} / \text{рік}$$

2.2. Річна кількість теплоти на гаряче водопостачання:

$$\begin{aligned} Q_{г.в.}^{рік} &= 1,2 \cdot \Sigma(a \cdot m) \cdot [(55 - t_{х.з.}) \cdot n_0 + \beta \cdot (350 - n_0) \cdot (55 - t_{х.л.})] \cdot 10^{-3} \cdot C_g = \\ &= 1,2 \cdot (5,2 \cdot 2 \cdot 100 + 90 \cdot 120) \cdot [(55 - 5) \cdot 187 + 0,8 \cdot (350 - 187) \cdot (55 - 15)] \cdot 10^{-3} \cdot 4,187 = \\ &= 0,755 \cdot 10^6 \text{ МДж} / \text{рік}; \text{ або } 180 \text{ Гкал} / \text{рік}. \end{aligned}$$

де a – норма споживання води на ГВП, для поліклініки $a = 5,2$ л/добу на 1 хворого за зміну, кількість змін роботи – 2; $a = 90$ л/добу на 1 ліжко для лікарень.

									ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2.3. Річні витрати теплоти для технологічних потреб:

$$Q_m^{pik} = Q_m \cdot m \cdot n_{pob} \cdot 3600 = 0,13 \cdot 3600 \cdot 8 \cdot 192 = 0,72 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік або } 172 \text{ Гкал/рік.}$$

2.4. Кількість корисно використаної теплоти (відпущена теплота):

$$Q_{відн}^{pik} = (Q_o^{pik} + Q_{з.в.}^{pik} + Q_m^{pik}) = (2,76 + 0,755 + 0,72) \cdot 10^6 = 4,24 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік (1010 Гкал/рік).}$$

2.5. Розрахунок річних втрат теплоти.

Втрати теплоти в тепломережах згідно при довжині теплотраси 100м – 1% від $Q_{відн}^{pik}$. Втрати внутрішніми трубопроводами - 0,5% від $Q_{відн}^{pik}$. Разом втрати теплоти: $Q_{втрат}^{pik} = Q_{відн}^{pik} \cdot 0,015 = 4,24 \cdot 10^6 \cdot 0,015 = 0,06 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік (15,2 Гкал/рік).}$

2.6. Витрати теплоти на власні потреби котельні приймаємо в розмірі 3%:

$$Q_{вл.потр.}^{pik} = Q_{відн}^{pik} \cdot 0,03 = 4,24 \cdot 10^6 \cdot 0,03 = 0,13 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік;}$$

2.7. Річне виробництво теплоти:

$$Q_{вир}^{pik} = (Q_{корис}^{pik} + Q_{вл.потр.}^{pik} + Q_{втрат}^{pik}) = (4,24 + 0,13 + 0,06) \cdot 10^6 = 4,4 \cdot 10^6 \text{ МДж/рік (1056 Гкал/рік)}$$

3. Річні витрати

3.1. Річна витрата палива:

$$B_{нал}^{pik} = \frac{Q_{вир}^{pik}}{Q_p \cdot \eta} = \frac{4,43 \cdot 10^6}{33,37 \cdot 0,935} = 141983 \text{ м}^3 / \text{рік} = 142 \text{ тис. м}^3 / \text{рік}$$

$$\text{Річна витрата умовного палива } B_{ум.нал}^{pik} = \frac{B_{нал}^{pik} \cdot Q_n^p \cdot 10^{-3}}{7000} = \frac{142 \cdot 7970}{7000} = 161,7 \text{ т.у.н.}$$

3.2. Річна витрата електроенергії, кВт·год/рік

Розрахунок проводиться за формулою:

$$E_{pич} = N_1 \cdot K_1^e \cdot T_1 + N_2 \cdot K_2^e \cdot T_2 + \dots + N_n \cdot K_n^e \cdot T_n,$$

де N_1, N_2, N_n – потужності струмоприймачів, кВт; K_1^e, K_2^e, K_n^e – коефіцієнти використання максимального навантаження. При відсутності даних приймається рівним 0,7; T_1, T_2, T_3 – розрахунковий річний час роботи, год.

Результати розрахунку зведені в таблицю 4.1.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річна витрата електроенергії

№ з/п	Найменування	Кількість, шт	Встановлена потужність кВт	Коефіцієнт попиту	Електрична потужність, що споживається		Розрах. час роб., годин	Річна витрата ел.ен, кВт·год/рік,
					макс., кВт	сер, кВт·К _в		
1	Газовий пальник котла	2	0,42×2	0,97	0,815	0,57	1948	1111
2	Мережний насос	2	2,0×2	0,76	3,04	2,13	4488	9559,4
3	Підживлювальний насос	2	0,8×2	0,5	0,8	0,56	4488	2513,3
4	Рециркуляційний насос	2	0,099×2	0,98	0,19	0,13	4488	583,4
5	Циркуляційний насос для економайзера	2	0,099×2	0,98	0,19	0,13	8400	1092
6	Насос гріючої води на бойлери ГВП	2	0,195×2	0,76	0,29	0,20	8400	1680
7	Циркуляційний насос ГВП	2	0,035×2	0,98	0,07	0,05	8400	420
8	Інше, в т.ч. ХВО		0,2	0,62	0,124	0,08	1000	80
9	Освітлення		0,5	1	0,5	0,35	4100	1435
	Всього		8	–	7,93	5,55	–	18474

Примітки:

1. Середньорічна електрична потужність, що споживається, визначена при коефіцієнті використання $K_v=0,7$.

2. Число годин роботи обладнання визначалося наступним чином:

- Число годин роботи газових пальників водогрійних котлів:

$$T_v = \frac{Q_v^{рік}}{Q_v^{вст}} = \frac{1056}{0,542} = 1948 \text{ год};$$

- Число годин роботи мережних та підживлювальних насосів системи опалення, рециркуляційних насосів водогрійного котла:

$$T = n_0 \cdot 24 = 187 \cdot 24 = 4488 \text{ год};$$

- Число годин роботи циркуляційного насосу економайзера, насосу на бойлери ГВП та циркуляційних насосів ГВП: $T = n \cdot 24 = 350 \cdot 24 = 8400 \text{ год}$.

3.3. Річні витрати води, м³/рік

3.3.1. Річні витрати води на технологічні потреби

1) Підживлення системи теплопостачання

Розрахуємо нормативну величину підживлення (м³/год):

$$G_{підж}^{розр} = \frac{0,25}{100} \cdot Q_{o.v.max} \cdot g_{сист}^{пр} \cdot K_{вит},$$

де $g_{сист}$ – питомий об'єм води в системі теплопостачання, для промислових

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ				

підприємств $g_{сист}^{np} = 35 м^3 / (Гкал / год) = 30 м^3 / МВт$;

$$G_{підж}^{розр} = \frac{0,25}{100} \cdot 0,34 \cdot 30 \cdot 1 = 0,026 м^3 / год$$

Річні витрати води на підживлення тепломережі:

$$G_{підж\ сист}^{рік} = 24 \cdot G_{підж}^{розр} \cdot n_o \cdot k_{вит} = 24 \cdot 0,026 \cdot 187 \cdot 1 = 117 м^3 / рік$$

2) Витрати води на власні потреби водопідготовки

Через те, що немає достовірних даних, врахуємо їх при розрахунку річних витрат води на технологічні потреби як 10% від загальних витрат води.

3) Річні витрати води на технологічні потреби.

$$G_m^{рік} = K_{в.п.}^{ХВО} \cdot G_{підж.сист}^{рік} = 1,1 \cdot 117 = 129 м^3 / рік; \text{ де } K_{в.п.}^{ХВО} = 1,1 \text{ – коефіцієнт}$$

врахування власних потреб на хімічну водопідготовку.

$$3.3.2 \text{ Інші невраховані витрати води } G_{інш} = G_m^{рік} \cdot 0,03 = 129 \cdot 0,03 = 4 м^3 / рік;$$

3.3.3. Річні витрати води на побутові потреби котельні:

$$G_{поб} = G_{поб}^{доб} \cdot n = 0,048 \cdot 350 = 17 м^3 / рік,$$

де $G_{поб}^{доб} = 0,048 м^3 / добу$ – середня витрата води на побутові потреби за СНіП 2.04.01-85* „Внутренний водопровод и канализация зданий”; $n = 350$ – число днів роботи за рік.

3.3.4. Річна потреба води на централізоване приготування гарячої води

$$G_{г.в.} = \frac{Q_{г.в.} \cdot 10^3}{55 \cdot C_{г.} \cdot \rho} = \frac{0,755 \cdot 10^6 \cdot 10^3}{55 \cdot 4,187 \cdot 1000} = 3275 м^3 / рік$$

3.3.5. Сумарні річні витрати води $\Sigma G^{рік} = 129 + 17 + 3275 + 4 = 3425 м^3 / рік$

4. Річні експлуатаційні витрати

4.1. Річні експлуатаційні витрати на паливо

$$Z_n = B^{пч} \cdot C_n = 142 \cdot 810 = 115020 \text{ грн}$$

$$\text{Складова витрат на паливо } \frac{Z_n}{Q_{відп}^{рік}} = \frac{115020}{1010} = 113,88 \text{ грн/Гкал}$$

4.2. Річні експлуатаційні витрати на електроенергію

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_e = C_e \cdot E^{pic} = 0,4 \cdot 18474 = 7390 \text{ грн.}$$

Складові витрати на електроенергію $\frac{Z_e}{Q_{відн}^{pic}} = \frac{7390}{1010} = 7,3 \text{ грн/Гкал.}$

4.3. Річні експлуатаційні витрати на воду

$$Z_g = C_g \cdot \Sigma G^{pic} = 4,57 \cdot 3425 = 15652 \text{ грн}$$

Складові витрати на воду $\frac{Z_g}{Q_{відн}^{pic}} = \frac{15652}{1010} = 15,5 \text{ грн/Гкал}$

4.4. Зарплата персоналу з нарахуваннями

$Z_{zn} = Z_{роб} \cdot n_n \cdot 12 \cdot K_n = 1000 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,39 = 16680 \text{ грн,}$ де $K_n = 1,39$ – коефіцієнт, що враховує нарахування в розмірі 39%, $Z_{роб}$ – зарплата 1 робітника, $n_n = 2$ чол. – кількість обслуговуючого персоналу.

Складові витрати на заробітну плату $\frac{Z_{zn}}{Q_{відн}^{pic}} = \frac{16680}{1010} = 16,5 \text{ грн/Гкал}$

4.5. Амортизаційні відрахування

Норми амортизаційних відрахувань встановлюються Законом України „Про оподаткування прибутку підприємств” у відсотках до балансової вартості по групах основних фондів підприємства. Для котельних обчислюються відрахування на будівлі і споруди, а також на основне обладнання.

Амортизаційні відрахування на будівлі: $Z_{амб} = 0,02 \cdot K_b = 0,02 \cdot 300 = 600 \text{ тис. грн,}$ де: 0,02 – коефіцієнт, що враховує відрахування на амортизацію в розмірі 2 % від балансової вартості будівлі.

Амортизаційні відрахування на устаткування:

$$Z_{аму} = 0,06 \cdot K_y = 0,06 \cdot 700000 = 42000 \text{ грн.}$$

де: 0,06 – коефіцієнт, що враховує відрахування на амортизацію в розмірі 6% від балансової вартості устаткування.

Сумарні амортизаційні відрахування: $Z_{\Sigma ам} = Z_{амб} + Z_{аму} = 6000 + 42000 = 48000 \text{ грн.}$

Складові витрати на амортизацію: $\frac{Z_{\Sigma ам}}{Q_{відн}^{pic}} = \frac{48000}{1010} = 47,5 \text{ грн/Гкал}$

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Втрати тиску: $H = \Delta p \cdot L = 8 \cdot 3000 = 24000$ мм/п.м. або 24 м/п.м.,
де: $\Delta p = 8$ мм/п.м. – втрати тиску по нормативу для магістральних мереж.

6) Річні витрати електроенергії на перекачку теплоносія

$$E^{рік} = \frac{2,72 \cdot G_{м.в.}^{рік} \cdot H}{\eta_n} = \frac{2,72 \cdot 24,3 \cdot 24}{0,7} = 2266 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік},$$

де η_n – ККД насосного устаткування.

7) Витрати палива на компенсацію витрат електроенергії на перекачку теплоносія:

$$B_{впр.ел.}^{рік} = b_{у.п.} \cdot E^{рік} \cdot 10^{-6} = 350 \cdot 2266 \cdot 10^{-6} = 0,79 \text{ т.у.п.} \text{ або } 0,69 \text{ тис. м}^3/\text{рік},$$

де $b_{у.п.} = 350$ т.у.п./кВт·год – витрата умовного палива на 1 кВт·год;

8) Разом витрати палива на центральній котельні $149 + 20,1 = 169,1$ тис.м³/рік

Витрати палива при автономному теплопостачанні з урахуванням власних потреб 3% становлять 142 тис.м³ (161,7 т.у.п),

Ефективність паливоспоживання за рахунок впровадження автономного теплопостачання з ефективним обладнанням:

$$\Delta B = 169,1 - 142 = 27,1 \text{ тис.м}^3/\text{рік}.$$

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Забезпечення безпечних умов праці в напружених режимах роботи

Можливості людини протистояти небезпеці визначаються ступенем її мотивації до праці і до її безпеки. Мотиви є тим психологічним фактором, який визначає чому людина в даній ситуації діє тільки так, а не інакше. Тому для розуміння причин, які спонукають людей свідомо йти на порушення правил безпеки, наражаючись при цьому на небезпеку, необхідно, насамперед, розкрити мотиви такої поведінки.

У процесі праці проявляються, в основному, мотиви вигоди та безпеки.

Мотив вигоди проявляється в отриманні нагороди за результати праці. Сюди входять матеріальна (заробітна плата, премія) і соціальна вигода (самоствердження, престиж, професійна гордість). Дуже важливо, щоб працівників систематично інформували про результати їх праці, і щоб ця інформація була своєчасною.

Мотив безпеки проявляється у прагненні уникнути небезпек, які виникають в процесі праці. Під небезпекою слід розуміти не тільки виробничі небезпеки, які загрожують здоров'ю та життю працівника, а й соціальні (зменшення заробітку, позбавлення премії, пониження в посаді, втрата авторитету, поваги тощо).

До безпечної роботи людину спонукає, перш за все, мотив самозбереження - прагнення зберегти себе від дії небезпек праці.

З точки зору безпеки праці особливої уваги заслуговує так званий конфлікт мотивів. Особливий інтерес викликає конфлікт між мотивом вигоди та мотивом

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	Літ.	Лист	Листів
Консульт.		Гурик О.Я.						
Консульт.		Клепчик В.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

безпеки праці, коли бажання заробити більше переважає над прагненням уникнути небезпечної ситуації. Треба зазначити, що в нашій країні безпека праці заохочується надто рідко.

Отже, в різних організаціях і установах треба шукати шляхи підкріплення і підсилення мотиву безпеки. Для цього необхідно:

- стимулювати матеріально і соціально безпечну працю;
- створювати психологічний клімат в колективі, при якому падіння авторитету через порушення правил безпеки зводило б до мінімуму матеріальні вигоди, які могли б бути досягнуті за рахунок порушень правил безпеки:

При оцінці ризиків щодо охорони праці в умовах функціонування ОДКП «Тернопільтеплокомуненерго» потрібно враховувати, що на підприємстві працюють:

- котли та кольне обладнання;
- силові трансформатори та підстанції;
- системи, що працюють під тиском;

Поточна оцінка стану охорони праці може бути визначена узагальненим коефіцієнтом рівня охорони праці K_{cn} , що є середньоарифметичним суми трьох коефіцієнтів:

$$K_{cn} = \frac{K_{\partial} + K_{\delta} + K_{\text{впр}}}{3} \leq 1 \quad (5.1)$$

де $K_{\partial} = \frac{C_{\partial}}{C}$ - коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці

(C_{∂} - кількість працюючих, що дотримуються правил охорони праці;

C - загальна кількість працюючих);

$K_{\delta} = \frac{n_{\text{вб}}}{n}$ - коефіцієнт технічної безпеки обладнання ($n_{\text{вб}}$ - кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам техніки безпеки і санітарним вимогам; n - загальна кількість обладнання);

$K_{\text{впр}} = \frac{m_{\text{сп}}}{m}$ - коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці;

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМ 309.18.00.000 ПЗ				

загрози життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, матеріальним цінностям.

Класифікація об'єктів за вибухопожежною та пожежною небезпекою здійснюється з урахуванням допустимого рівня їх пожежної небезпеки, а розрахунки критеріїв і показників її оцінки, в тому числі ймовірності пожежі (вибуху), з урахуванням маси горючих і важкогорючих речовин та матеріалів, що знаходяться на об'єкті, вибухопожежонебезпечних зон, які утворюються при нормальних режимах ведення технологічних процесів і в аварійних ситуаціях, та можливої шкоди для людей та збитків матеріальних цінностей.

5.2. Правила безпеки при експлуатації парових котлів

Організаційними причинами вибуху котлів є порушення правил експлуатації і режимів роботи, відповідно до інструкцій правил безпеки.

Основними технічними причинами вибуху котлів є різке зниження рівня води в колекторі котла, перевищення робочого тиску, незадовільний водний режим котла, що призводить до утворення накипу, накопичення вибухонебезпечних паливних газів, дефекти конструкційних елементів і брак основних вузлів, що знижує їх механічну міцність і надійність у процесі експлуатації. Котли оснащуються пристроями автоматичного контролю рівня води та припинення подачі палива до горілок, водомірним склом, манометрами та запобіжними клапанами, термометрами та термопарами, апаратурою контролю тяги у топці котла, запірною і регулюючою арматурою, що попереджують можливість аварії.

Котельні розміщують в окремих будівлях, які не прилягають до виробничих та інших будівель. Приміщення котельні будується з незгораючих матеріалів. Воно повинне мати два виходи і бути обладнане вентиляцією та аварійним освітленням.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Правила безпеки систем, що працюють під тиском

Посудини, що працюють під тиском, належать до обладнання підвищеної небезпеки. Залежно від умов роботи посудини поділяються на дві групи. Обладнання, що працює під тиском, підлягає технічному посвідченню допуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і, в необхідних випадках, – позачергово.

Таблиця 5.1.

Класифікація посудин та апаратів першої групи, що працюють під тиском

Вид посудини	Робочий тиск, МПа	Температура середовища, °С	Умовно допустиме значення
Парові котли з об'ємом парового простору $V > 10$ л; ємкості, резервуари, цистерни, бочки, місткістю $V > 25$ л	$p > 0,07$	$t > 115$	$pV > 20$
Водогрійні котли з об'ємом водяного простору $V > 10$ л; посудини для води, місткістю $V > 25$ л	$p > 0,07$		$pV > 20$
Балони для стиснених, зріджених та розчинених газів, місткістю $V > 25$ л	$p > 0,07$		$pV > 20$

Технічне посвідчення посудин, що працюють під тиском, буває двох видів:

- зовнішній і внутрішній огляд - не рідше одного разу на 4 роки;
- гідравлічне випробування - не рідше одного разу на 8 років.

Технічне посвідчення посудин, що працюють під тиском, проводиться представником Держнаглядохоронпраці і представником підприємства. Обладнання, що не підлягає реєстрації, посвідчується технічним керівництвом підприємства або спеціально призначеною ним комісією з компетентних інженерно-технічних працівників.

Зовнішній і внутрішній огляд проводиться після попередньої підготовки обладнання. Наприклад, котел охолоджують і ретельно очищують від накипу і

різних відкладень. Якщо товщина стінок посудини зменшилась на 30 % і більше, порівняно з розрахунковою, то посудина бракується.

Трубопроводи пари і гарячої води поділяються на чотири категорії залежно від робочих параметрів середовища. До категорій I, II, III належать трубопроводи з тиском 1,6 ... 3,9 МПа і температурою середовища 250...580 °С, до IV категорії – трубопроводи з температурою середовища 115... 250 °С та тиском 0,07... 1,6 МПа. Держнаглядохоронпраці контролює трубопроводи I категорії з умовним проходом більше 70 мм та трубопроводи II, III категорій з умовним проходом більше 100 мм. Технічне посвідчення цих трубопроводів проводиться Держнаглядохоронпраці у такі терміни:

- зовнішній огляд та гідравлічне випробування до початку експлуатації;
- зовнішній огляд - не рідше одного разу на 3 роки;
- зовнішній огляд та гідравлічне випробування після кожного ремонту з використанням зварювання, а також при пуску трубопроводів, що були на консервації більше 2 років.

Трубопроводи IV категорії та всі інші, що не відповідають наведеним вище параметрам, контролюють та випробують підприємства, що їх експлуатують, у встановленому порядку.

Гідравлічне випробування трубопроводів на міцність і щільність швів та з'єднань проводиться пробним тиском, який дорівнює 1,25 робочого.

5.4. Правила безпеки при експлуатації газового господарства

У промисловості й побуті широко застосовується природний та штучний газ, який потребує виконання відповідних правил і норм безпеки. Обладнання, яке використовує газ, по якому він подається, регулюється та обліковується, належить до об'єктів підвищеної небезпеки і вимагає особливої обережності при експлуатації.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Природний газ легший за повітря (густина 0,72 кг/м³) і у випадках витікання може накопичуватися у верхній частині приміщення, а зріджений газ, який майже удвічі важчий за повітря, – у нижній частині приміщення.

Газопроводи, газорегуляторні пункти і газорегуляторні установки, що розташовані на території та в приміщеннях підприємства, працюють під тиском до 0,6 МПа. Тому їх експлуатацію треба здійснювати у відповідності із затвердженими Держнаглядом України «Правилами безпеки в газовому господарстві».

На підприємствах, що використовують газ як паливо, наказом роботодавця призначаються особи, відповідальні за безпечну експлуатацію газового господарства, а для забезпечення нагляду за його технічним станом створюється газова служба, або ці функції по договору виконує районна служба газового господарства.

Працівники, що експлуатують газові установки, проходять періодичну перевірку знань з безпечних прийомів роботи щорічно, а інженерно-технічні працівники – один раз на три роки.

Приміщення, де розташовують газові установки, обов'язково обладнуються спеціальними автоматичними звуковими та світловими індикаторами, або сигналізаторами наявності вибухонебезпечних концентрацій газу у повітрі, а також постійно діючою приточно-витяжною вентиляцією та аварійною вентиляцією.

Усі дефекти в роботі газових об'єктів усуваються тільки після припинення подачі газу. Місце роботи огорожують і охороняють. Роботи у газонебезпечних місцях повинні виконувати не менше двох робітників при наявності протигазів, а у газових колодязях чи котлованах – ще й при наявності страхового пристрою.

5.5. Електробезпека

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним,

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електролітичним та біологічним ефектами.

Термічна дія струму – полягає в нагріванні тканини, випаровуванні вологи, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви паром. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходження струму та часу проходження. При короткочасній дії струму термічна складова може бути визначальною в характері і тяжкості ураження.

Електролітична дія – струму проявляється в розкладі органічної сечовини (її електролізі), в тому числі і крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, призводить до порушення біохімічних процесів в тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму.

Біологічна дія струму – проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в нормально функціонуючому організмі і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявитися у вигляді мимовільного непередбачуваного скорочення м'язів. Це так звана пряма або безпосередня збурююча дія струму на тканини, по яких він протікає. Разом із цим, збурююча дія струму на тканини може бути і не прямою, а рефлекторною — через центральну нервову систему. Механізм такої дії полягає в тому, що збурення рецепторів (периферійних органів центральної нервової системи) під дією електричного струму передається центральній нервовій системі, яка перероблює цю інформацію і видає команди щодо нормалізації процесів життєдіяльності у відповідних тканинах і органах. При перевантаженні інформацією (збуренням клітин і рецепторів) центральна нервова система може видавати недоцільну, неадекватну інформації виконавчу команду.

Останнє може призвести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не лежать на шляху струму.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім зазначеного, протікання струму через організм негативно впливає на поле біопотенціалів в організмі. Зовнішній струм, взаємодіючи з біострумами, може порушити нормальний характер дії біострумів на тканини і органи людини, подавити біоструми і тим самим викликати специфічні розлади в організмі.

5.6. Розрахунок стійкості роботи підприємств житлово - комунальної сфери в умовах надзвичайних ситуацій

За критерій стійкості роботи для підприємств комунальної сфери в умовах радіоактивного зараження (РЗ) приймається встановлена доза випромінювання $D_{вст}$, яку можуть отримати робітники і службовці за час роботи на зараженій місцевості.

Визначаємо максимальну дозу проникаючої радіації (ПР) $D_{пр}$ і рівень радіації, що очікується на об'єкті через одну годину після вибуху $P_{1 \max}$, виходячи з потужності ядерного боєзапасу, відстані від центру вибуху до об'єкта R_x , швидкості та напрямку середнього вітру на об'єкт.

Відстань від центру вибуху до об'єкту рівна різниці між відстанню від центру вибуху до адміністративних будівель котельні та бойлерної R_r та ймовірним максимальним відхиленням від точки прицілювання $r_{відх}$:

$$R_x = R_r - r_{відх} = 12 - 0,4 = 11,6 \text{ км} \quad (5.2)$$

Для умов задачі знаходимо: $P_{1 \max} = 594 \text{ Р/год}$, $D_{пр} = 0 \text{ Р}$.

Висновок: Будівлі можуть опинитись в небезпечній зоні РЗ з максимальним рівнем радіації 594 Р/год. Дія ПР в районі адміністративних будівель не очікується.

Розраховуємо дозу випромінювання, яку можуть отримати робітники та службовці, знаходячись у виробничих та адміністративних будівлях і сховищах (для робочої зміни 13 год: $t_n = 1 \text{ год}$, $t_k = 12 \text{ год}$):

$$D = \frac{5 P_{1 \max} (t_n^{-0,2} - t_k^{-0,2})}{K_{посл}} \quad (5.3)$$

									ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Коефіцієнт послаблення $K_{\text{посл}}$ для виробничих та адміністративних будівель визначається в залежності від їх конструкції; для сховищ розраховується за формулою:

$$K_{\text{посл}} = K_p \cdot \prod_{i=1}^n 2^{\frac{h_i}{d_i}} \quad (5.4)$$

де K_p – коефіцієнт розташування сховища, знаходиться в залежності від типу і умов розташування сховища, $K_p = 2$ для даної задачі;

h - товщина шару перекриття;

d - шар половинного послаблення радіації, залежить від матеріалу перекриття.

$$\hat{E}_{\delta\zeta} = 2 \cdot 2^{\frac{51}{5,7}} \cdot 2^{\frac{25}{8,1}} = 8386,12 \quad (5.5)$$

$$\hat{E}_{i\delta} = 2 \cdot 2^{\frac{51}{10}} \cdot 2^{\frac{25}{14,5}} = 226,6 \quad (5.6)$$

$$\ddot{A}_{\delta\zeta} = \frac{5 \cdot 766 \cdot (1^{-0,2} - 13^{-0,2})}{7} = 1094,3 \text{ Д} \quad (5.7)$$

$$\ddot{A}_{i\delta} = \frac{5 \cdot 594 \cdot (1^{-0,2} - 13^{-0,2})}{7} = 170 \text{ Д} \quad (5.8)$$

Визначаємо межу стійкості об'єкту до радіаційного зараження $P_{1 \text{ lim}}$, при якому можлива виробнича діяльність за один робочий день з однією повною зміною 8 год., і при цьому персонал не отримує дозу випромінювання, більшу за встановлену:

$$P_{1 \text{ lim}} = \frac{D_{\text{вст}} \cdot K_{\text{посл}}}{5 \cdot (t_n^{-0,2} - t_k^{-0,2})} = \frac{25 \cdot 7}{5 \cdot (1^{-0,2} - 13^{-0,2})} = 87 \text{ П / год} \quad (5.9)$$

Визначаємо стан об'єкту до радіоактивного зараження:

$P_{1 \text{ lim}} < P_{1 \text{ max}}$ – об'єкт нестійкий до радіаційного зараження.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлюємо наявність на об'єкті матеріалів, чутливих до проникаючої радіації та радіаційного випромінювання.

Таблиця 5.2

Оцінка роботи котельні в умовах радіаційного забруднення

Елемент	Х-ка будівель та споруд	Коеф. послабл. $K_{\text{посл}}$		Доза опромінення P		Межа стійкості в умовах РЗ, Р/год
		Від ПР	Від РЗ	Від ПР	Від РЗ	
Котельня	одноповерхове, бетонне, розташоване в районі забудови	–	7	–	170	87
Бойлерна	одноповерхове, бетонне, розташоване в районі забудови	–	7	–	170	87

Аналіз результатів оцінки роботи котелень в умовах дії ПР і РЗ дозволяє зробити наступні висновки:

1. Об'єкт може опинитись в зоні небезпечного зараження з рівнем радіації 594 Р/год. на 1 год. після вибуху. Дія ПР малоімовірна.

2. Приміщення котельні та бойлерної нестійкі до дії РЗ, їх захисні властивості не забезпечують неперервної роботи на протязі робочої зміни (працюючі отримують дозу опромінення 170 Р, що значно вища за допустиму). Межа стійкості в умовах РЗ $P_{1 \text{ lim}}=87$ Р/год.

3. З метою підвищення стійкості роботи котельні та бойлерної в умовах РЗ потрібно провести заходи: підготувати щити для закриття віконних отворів у разі руйнування скла; підготувати системи вентиляції до роботи в режимі очищення повітря від радіаційного забруднення; розробити режими радіаційного захисту робітників і службовців.

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЯ

6.1. Характеристика шкідливих речовин у продуктах згорання палива і їх вплив на навколишнє середовище

Проблема охорони навколишнього середовища складається передусім тому, що технологічні процеси виробництв всіх галузей народного господарства нерозривно зв'язані з споживанням природних ресурсів і різноманітними викидами в навколишнє середовище. Сучасний етап взаємодії господарської діяльності з довкіллям характеризується величезними масштабами змін природного стану ландшафтів, атмосфери і поверхні океану, зростанням енергетичної озброєності, виробництвом все більшого числа нових речовин і викидами їх в навколишнє середовище, звеличенням кількості твердих рідких і газоподібних викидів та іншими факторами. Сукупність всіх впливів на навколишнє середовище веде до формування нової екологічної ситуації, що потребує активних дій по запобіганню можливих негативних змін.

Під забрудненням атмосфери розуміють зміну властивостей і погіршення функцій середовища в результаті викидів забруднювальних речовин (твердих, рідких і газоподібних) , теплових та радіоактивних викидів і електромагнітного випромінення, шуму, вібрацій тощо з різних джерел.

Забруднювальні речовини – це речовини, що негативно впливають на навколишнє середовище (прямо або опосередковано в результаті фізико-хімічних перетворень в атмосфері).

Одночасна дія кількох забруднювальних речовин істотно підсилює їх негативний вплив на людину. Наприклад, імовірність онкозахворювань різко зростає, якщо в організм людини потрапляють канцерогенні речовини разом із сажовмісними частинками.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			РОЗДІЛ 6 ЕКОЛОГІЯ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зварич Н.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

Характерним для багатьох виробництв є процес спалювання органічного палива, як основа забезпечення всього виробництва тепловою і електричною енергією.

Властивості палива значною мірою визначаються його хімічним складом таблиця 6.1, 6.2, масою і баластом.

Таблиця 6.1.

Характеристика твердого та рідкого палива

Паливо	Склад горючої маси, %					Вища температура згоряння МДж/кг
	C ^Г	H ^Г	O ^Г	N ^Г	S ^Г	
Деревина	51	6	42,6	0,5	—	18,9 - 20,1
Торф	58	6	33	2,5	0,5	21,4 - 24,7
Буре вугілля	64 - 77	4 - 7	15-25	1	0,5 - 7,5	26,4 - 30,2
Сланці	60 - 75	7 - 9	10 - 17	1	5-15	29,3 - 37,7
Мазут	86 - 88	10 - 10	0,5 - 0,8	0,5 - 0,8	0,5-3	44 - 46

Таблиця 6.2.

Характеристика складу газоподібного палива

Речовина і її склад, %	Густина газу, кг/м ³	Теплота згоряння, МДж/м ³
Водень до 0,001	0,090	10,8
Оксид вуглецю до 0,001	1,250	12,65
Двооксид вуглецю 0,1-0,7	1,964	-
Сірчистий газ *	2,858	-
Сірководень *	1,520	23,4
Метан 78 – 97	0,716	35,85
Етан 0,2 – 6,0	1,342	63,8
Пропан 0,1 – 4,0	1,967	91,3
Бутан 0,1 – 2,0	2,593	118,7
Пентан до 0,5	3,218	146,2
Етилен *	1,251	59,1
Пропілен *	1,877	86,1
Бутилен *	2,503	113,6
Бензол *	3,485	141,5

* Міститься в окремих родовищах

Основними пальними складовими (пальною масою) є вуглець (питома теплота згоряння 34,4 МДж/кг), водень (питома теплота згоряння 10,8 МДж/кг) і сірка (питома теплота згоряння 9,3 МДж/кг). Сірка міститься в пальному в трьох видах: органічна (в складі складних сполук), колчеданна (в сполуках із залізом та іншими металами) і сульфатна.

При спалюванні органічного палива розрізняють чотири типи горіння: нейтральне (стехіометричне, або повне згоряння палива без надлишку повітря, коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1$); окислювальне (повне згоряння при невеликому надлишку повітря, $\alpha > 1$); відновне (неповне згоряння при нестачі кисню, $\alpha < 1$) і змішане (окислювально-відновне, характерне для горіння твердого палива при нерівномірній взаємодії поверхні його часток з повітрям).

В таблиці 6.3 наведено типові реакції горіння основних компонентів органічного палива і теплові ефекти цих реакцій. Очевидно, що присутність в паливі сірки й азоту неминуче веде в процесі горіння до утворення сполук цих речовин.

Таблиця 6.3.

Типові реакції горіння основних компонентів органічного палива при нормальних умовах і їх тепловий ефект

Речовина	Формула реакції	Тепловий ефект з урахуванням випаровування води, кДж/кг
Вуглець	$C + O_2 + 4N_2 \rightarrow CO_2 + 4N_2$	392
Сірка	$S_2 + 2O_2 + 8N_2 \rightarrow 2SO_2 + 8N_2$	578
Водень	$H_2 + 1/2O_2 + 2N_2 \rightarrow H_2O + 2N_2$	242
Оксид вуглецю	$CO + 1/2O_2 + 2N_2 \rightarrow CO_2 + N_2$	283
Метан	$CH_4 + 2O_2 + 8N_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 8N_2$	803

Певну роль у матеріальному балансі процесу згоряння твердого і рідкого палива відіграють тверді продукти згоряння - попіл і шлак. Попільністю палива називають баласт на суху масу палива. Попільність залежить від природи палива і якості його обробки перед спаленням. Розрізняють первинний попіл - залишки мінеральних домішок, що входили в склад палива при його

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДРМ 309.18.00.000 ПЗ

утворенні, вторинний попіл - сторонні мінеральні речовини, рівномірно розподілені в горючій масі палива, і породу - мінеральні речовини, що потрапили до палива при його добуванні. Вміст первинного попелу в сухій масі самого палива звичайно не перевищує 1,0-1,5 %.

При цьому в кожному окремому випадку потрібно враховувати особливості палива, що споживається, конструкції пристроїв для його використання і особливості експлуатації. Наприклад, склад трьох основних видів рідкого палива помітно розрізняється за допустимим вмістом сірки (в мазуті її міститься 0,5-3,5 %, в бензині – 0,05-0,10 %, в дизельному паливі – 0,2-1,0 %); відповідно будуть настільки ж значно відрізнятися і викиди сполук сірки (при відсутності спеціальних пристроїв для очищення продуктів згорання від сірки).

Таким чином при спаленні органічного палива, необхідно керувати впливом на навколишнє середовище.

Звідси випливає висновок про те, що керувати енергоспоживанням можна шляхом нормування витрат палива на одиницю кінцевої або проміжної продукції. В цьому випадку критерієм антропогенного впливу на навколишнє середовище можуть бути питомі обсяги енергоспоживання, котрі входять в число індикаторів сталого розвитку і являють собою найважливішу ланку в методології аналізу взаємодії господарської діяльності і навколишнього середовища.

6.2. Шкідливі викиди при роботі котла. Методи їх зменшення

Під час роботи джерел енергії присутні такі фактори шкідливого впливу на навколишнє середовища:

- використання атмосферного кисню та викидання продуктів повного спалювання CO_2 , H_2O ;
- теплові викиди;

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- шум;
- шкідливі викиди в атмосферу.

Для зменшення використання атмосферного кисню та викидання продуктів повного спалювання необхідно:

- 1) підвищувати ККД обладнання, тобто виробляти теплоту за рахунок спалювання меншої кількості палива;
- 2) зменшувати металоємкість та габарити обладнання, що дозволить економити паливо в процесі виробництва матеріалів та монтажу обладнання;
- 3) використовувати менш енергоємні матеріали для виробництва обладнання та монтажних робіт.

Теплові викиди пов'язані з високою температурою продуктів згорання, шлаку, а також ступенем теплоізоляції огорожувальних конструкцій обладнання.

Шум є більш впливовим фактором для котлоагрегатів великої та середньої потужності. При роботі водогрійних котлів малої потужності та опалювальних апаратів шум не перевищує допустимих значень.

Шкідливими викидами в атмосферу під час спалювання палива є:

- частинки незгорілого палива;
- оксиди азоту NO та NO₂;
- оксиди сірки SO₂, SO₃;
- сажа С;
- зола;
- продукти неповного згорання CO , C_mH_n, H₂ тощо;
- канцерогенні речовини (C₂₀H₁₂ та інші).

Відомо, що забруднення атмосферного повітря оксидами сірки та азоту, що пов'язані з діяльністю людини, складають лише 7 % та 50 % від загальної їх кількості, але штучні викиди характеризуються значною нерівномірністю розподілу, тому великим містам та промисловим центрам відповідають найбільші рівні забруднення атмосферного повітря.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі котли та інші паливоспалюючі установки, що сертифікуються в Україні, проходять перевірку по відповідності екологічних показників, в тому числі по концентрації викидів NO_x та CO .

Існує чотири основних способи зменшення шкідливих викидів:

- очищення палива та окислювача від складових, що можуть утворювати шкідливі речовини;
- придушення утворення шкідливих речовин;
- випалювання шкідливих речовин;
- очищення димових газів від шкідливих речовин, що утворилися під час спалювання палива.

Під час спалювання палива, а особливо природного газу та біогазу, на перше місце виходять оксиди азоту NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$).

В атмосфері NO_2 (газ червоного кольору) зменшує прозорість повітря та кількість ультрафіолетового випромінювання, що падає на Землю. Це призводить до виникнення «смогів». Крім того, при наявності озону він окислюється до NO_3 і може бути причиною „кислотних дощів“.

До основних методів придушення утворення NO_x можна віднести методи, суть яких полягає у зменшенні температури в зоні горіння і концентрацій реагуючих речовин:

- рециркуляція охолоджених газів;
- двостадійне спалювання палива;
- зменшення коефіцієнта надлишку повітря в топці;
- подавання води або пари в зону горіння;
- перерозподіл теплової потужності між пальниками і вирівнювання температур в топці;
- збільшення тепловіддачі в районі амбразури пальника;
- встановлення двосвітних екранів в топці;
- використання проміжних випромінювачів в топці.

						ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Як відомо, сажа – тверді частинки розміром 10 - 350 нм, які містять до 90 % вуглецю. Це є продукт неповного згорання вуглеводневих палив або термічного розкладання вуглеводнів. З одного боку – сажа є корисний продукт, що використовується в хімічній промисловості, поліграфії тощо, з іншого – шкідливий викид в атмосферу. Сажа містить канцерогенні елементи, на її поверхні відбувається перетворення SO_2 в S_4O_2 - та NO_x та NO_3 .

В більшості випадків утворення сажі і пов'язаний з цим хімічний та механічний недопал є наслідком особливостей схемно - режимної організації спалювання. Це можливо при суттєвій нестачі окислювача $\alpha \ll 1$, або при неякісному перемішуванні палива та окислювача з утворенням локальних зон з $\alpha < 1$.

З одного боку – із ростом температури зростає швидкість утворення сажі в зв'язку з процесами термічного розкладання вуглеводнів; з іншого – покращується окислення C_xH_y . Можна вважати, що сажа – проміжний продукт спалювання, оскільки при правильній організації горіння утворені частинки сажі при достатній температурі, присутності окислювача та водню окислюються з утворенням CO та CO_2 .

Зола – тверді частинки, які утворюються в димових газах внаслідок присутності мінеральних домішок в паливі. При спалюванні рідких і особливо газових палив концентрація золи в газах незначна, в 10 - 100 разів менша, ніж для твердих палив.

Оксид вуглецю CO – високотоксична речовина, яка добре реагує з гемоглобіном, що призводить до отруєння організму. Найбільші викиди супроводжують роботу бензинових та дизельних двигунів та підприємств чорної металургії.

Викиди CO при спалюванні природного газу в котлах малої потужності достатньо високі, в порівнянні з роботою великих котлоагрегатів. Це призводить до суттєвої нерівномірності викидів і збільшення концентрації CO в густонаселених місцях.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зменшення викидів СО досягається покращенням сумішоутворення та рівномірним розподілом температур в топці. Слід відзначити, що більшість методів придушення утворення NO_x призводять до підвищення концентрації СО у відхідних газах. Винятком є методи вприскування води і пари, оскільки введення додаткової кількості H₂O призводить до утворення надлишкових радикалів ОН і покращення окислення СО.

Канцерогенні речовини, що в основному, виділяються при спалюванні палива можна показати на прикладі бензапірену C₂₀H₁₂. Цей вуглеводень утворюється при різкому охолодженні димових газів під час піролізу метану при температурі більше 600 °С.

Процеси утворення канцерогенних речовин напряму пов'язані із погіршення якості спалювання та сажоутворенням. Крім того, відомо, що утворення C₂₀H₁₂ відбувається на поверхні частинок золи та сажі. Викид канцерогенних речовин суттєво залежить від виду палива: при спалюванні природного газу він в 10 разів менше, ніж для твердого палива, а залежність вмісту бензапірена від надлишку повітря в топці має екстремальний характер, мінімум якого відповідає $\alpha \approx 1,10$.

6.3. Розрахунок екологічної ефективності

Розрахунки показали, що за умови впровадження автономної котельні зменшення споживання природного газу по даному регіону становитиме 27 тис.м³/рік. Зважаючи на використання сучасного опалювального обладнання в котельні, що проектується, та зменшення витрат теплоти на транспортування теплової енергії, відбуватиметься зниження річних валових викидів а саме:

1) *Питомі викиди забруднюючих речовин:*

- від працюючого водогрійного котла НІСТУ-5 за даними режимних карт: $g_{NO_x}=160$ мг/кВт-год= $186,08$ г/Гкал; $g_{CO}=82$ мг/кВт-год= $95,37$ г/Гкал;

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- від котлів, що встановлено в автономній котельні за даними фірми-виробника обладнання (довідка про екологічні характеристики)

$$g_{NOx}=143 \text{ мг/кВт-год}=166,44 \text{ г/Гкал}; g_{CO}=30,67 \text{ мг/кВт-год}=35,67 \text{ г/Гкал.}$$

2) Річні валові викиди:

- від котла НІСТУ-5 (з урахуванням втрат теплоти в тепломережах 13%):

$$M'_{NOx} = g_{NOx} Q_{річ} 10^{-6} = 186,08(1010 + 131)10^{-6} = 0,21 \text{ т}$$

$$M'_{CO} = g_{CO} Q_{річ} 10^{-6} = 95,37(1010 + 131)10^{-6} = 0,11 \text{ т}$$

- від сучасних котлів «VISSMANN»:

$$M''_{NOx} = g_{NOx} Q_{річ} 10^{-6} = 166,08 \cdot 1056 \cdot 10^{-6} = 0,176 \text{ т}$$

$$M''_{CO} = g_{CO} Q_{річ} 10^{-6} = 35,67 \cdot 1056 \cdot 10^{-6} = 0,038 \text{ т}$$

3) Зниження річних валових викидів забруднюючих речовин:

$$\Delta M_{NOx} = \frac{M'_{NOx} - M''_{NOx}}{M'_{NOx}} \cdot 100\% = \frac{0,21 - 0,176}{0,21} \cdot 100\% = 16,2\%$$

$$\Delta M_{CO} = \frac{M'_{CO} - M''_{CO}}{M'_{CO}} \cdot 100\% = \frac{0,11 - 0,038}{0,11} \cdot 100\% = 65,5\%$$

Отримані результати вказують на високі екологічні показники за умови впровадження автономного тепlopостачання. Доцільним був би також аналіз приземних концентрацій забруднюючих речовин. Потрібно зауважити, що значно підвищити екологічну ефективність існуючої котельні можливо за рахунок модернізації обладнання і впровадження сучасних технологій.

Врахування цих факторів дозволить приймати економічно та технологічно обґрунтовані рішення щодо подальшого удосконалення СТП.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Проведено систематизацію показників ефективності систем теплопостачання, в результаті чого встановлено, що температурно-погодні умови впливають на ефективність усіх складових (джерела теплоти, теплових мереж, споживачів) і є важливим фактором під час прийняття рішень відносно подальшого удосконалення існуючих систем теплопостачання.

2. Аналіз методів дослідження теплових навантажень будівель показав доцільність подальшого розвитку моделей для врахування впливу температурно-погодних та експлуатаційних факторів на ефективність теплоспоживання та теплові баланси приміщень.

3. Проведено дослідження фактичних значень температури зовнішнього повітря протягом ОП та інших природних факторів (сонячної інсоляції, швидкості вітру). Аналізу змін добових, середньомісячних температур дозволив визначити амплітуду коливань та відхилення відносно стандартних значень, отримати температурний період в днях і годинах та вірогідність середньодобової температури. Також показано доцільність введення рекомендації щодо використання розрахункових температур, середньої температури ОП та температури холодного місяця у процесі вибору варіантів.

4. Для міст України у процесі розробки нормативних документів з кліматології необхідне уточнення температурних умов та додатково навести інші стандартні дані на основі багаторічних досліджень клімату, перелік яких сформульовано в роботі. Зокрема, доцільним є наведення кількості годин постійних температур за ОП з кроком 1°C та 5°C, зменшення інтервалу дозволить покращити точність розрахунків на 9%. Для можливості порівняльних оцінок ефективності функціонування систем теплопостачання рекомендовано щорічну публікацію офіційних даних щодо фактичних значень

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Кислюк В.С.			ВИСНОВКИ	Літ.	Лист	Листів
Перевір.		Зінь М.М.						
Консульт.		Зінь М.М.						
Н. контр.		Коваль В.П.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		

зовнішніх температур та ГД ОП міст України зі зазначенням методики їх розрахунку.

5. Рекомендовано внести поправки до методики розрахунку енергетичних характеристик у процесі складання енергетичного паспорту будівель під час проектування та реконструкції, а саме: враховувати кількість ГД певного міста, а не температурної зони, адже неврахування погодних умов може призвести до зміни класу енергетичної ефективності і необхідності змін інженерних рішень.

6. Запропоновано методику оцінки ефективності впровадження комплексних довгострокових енергозберігаючих проектів в громадських будівлях, що враховує вплив погодних умов.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ковалко М. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.
2. Труды первого всесоюзного съезда по теплофикации. – М.: Всесоюзн. энергет. конф., 1931. – 240 с.
3. Комплекс технологій і обладнання для енергоефективного виробництва та постачання теплоти (розробка, апробація, впровадження): анотація роботи / Булавка А.В., Вайль І.В., Воробйов Л.Й. [та ін.]. – К.: ІТТФ НАНУ, 2003. – 20 с.
4. Комунальна теплоенергетика України: стан, проблеми, шляхи модернізації: [у 2 т.] / [упоряд. А.А. Долінський, Б.І. Басок та ін.] – К.: ІТТФ, 2007. – 828 с.
5. Енергетичні ресурси та потоки: Т.1 / [упоряд. Шидловського А.К.] – К.: Українські енциклопедичні знання, 2003. – 472 с.
6. Енергетика світу та України. Цифри та факти / [Г. К. Вороновський, С.П.Денисюк, О. В. Кириленко та ін.]. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2005. – 404 с.
7. Пути усовершенствования систем теплоснабжения. / [Андрійчук М.Д., Соколов В.И., Коваленко А.А., Дядичев К.М.]. – Луганск: Изд-во Восточноукр. нац. ун-та им. В.Даля, 2003. – 244 с.
8. Теплотехніка: підруч. / [Б. Х. Драганов, А. А. Долінський, А. В. Міщенко, Є.М. Письменний]; за ред. Б. Х. Драганова. – К.: «ІНКОС», 2005. – 504 с.
9. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько–побутові потреби в Україні. КТМ 204 Україна 244–94. – К.:ЗАТ «ВІПОЛ». – 2001. – 376с. – (Нормативний документ Державного комітету по житлово-комунальному господарству).

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ТНТУ, ФПТ, ЕМм - 61		
Розроб.		Кислюк В.С.					
Перевір.		Зінь М.М.					
Консульт.		Зінь М.М.					
Н. контр.		Коваль В.П.					
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.					

10. Мхитарян Н.М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве / Н.М. Мхитарян. – К.: Наукова думка, 2000. – 419с.
11. Энергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи. Довідник / [кер. С. фон Вольфф, С. Онищук, Л. Вуллкопф] – К.: «НДІпроектреконструкція», 2006 – 144 с.
12. Агеева Т.П. Сучасний стан витрат палива та енергії на житлові та комунально-побутові потреби населення України та напрямки енергозбереження: Праці V Міжнар. конф. [„Ресурсоенергозбереження у ринкових відносинах”]. – К., 1998. – С. 3.
13. Хаванов П. А. Автономная система теплоснабжения – альтернатива или шаг назад? / П. А. Хаванов // АВОК. – 2004. – №1. – С. 34–37.
14. Суходоля О.М. Механізми фінансування енергозберігаючих заходів на регіональному рівні: Міжнар. наук.-техн. конф. [«Енергоефективність-2002»]: Тези доповідей, (Київ, 29-30 жовтня 2002 р.). – К.: Навчальна книга, 2002. – С.96–100.
15. Закон України «Про тепlopостачання» № 2633-IV // Урядовий кур’єр. – Офіц. Вид. – К. – 2005. – (Бібліотека офіційних видань).
16. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі: ДБН В.2.5-39:2008 – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми України).
17. Липатов В. Е. Проблемы сочетания централизованного и автономного теплоснабжения на примере города Владимира / В.Е. Липатов // Энергосбережение – 1999. - №3 – С. 6–10.
18. Громов Н.К. Городские теплофикационные системы / Н.К. Громов – М.: Энергоатомиздат, 1974. – 256 с.
19. Дмитриев В.В. Основные вопросы теплофикации городов / В.В. Дмитриев. – Л.: ГОНТИ, 1933. – 203 с.
20. Соколов Е.Я., Корнеичев А.И. Выбор оптимальной электрической и тепловой мощности ТЭЦ //Теплоэнергетика. – 1965. – № 5. – с.54-59.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. [для ВУЗов] / Е.Я.Соколов – [5-е изд., перераб.] – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 360 с.
22. Занфиоров А.М. Об экономическом расчете тепловых сетей / А.М. Занфиоров // Тепло и сила. – 1934. - № 12. – С. 38–39.
23. Шифринсон Б.Л. Основной расчет тепловых сетей / Б.Л. Шифринсон. – М.-Л., 1940. – 188 с.
24. Копьев С.Ф. Теплофикация, теплопотребление, тепловые сети / С.Ф. Копьев – М.: Госстройиздат, 1940. – 325 с.
25. Хасилев В.Я. Обобщенные зависимости для технико-экономических расчетов тепловых и других сетей / В.Я Хасилев // Теплоэнергетика. – 1957. – №1. – С. 28–32.
26. Шубин Е.П. О технико-экономических показателях проектируемых тепловых сетей / Е.П. Шубин // Электрические станции.– 1952.- № 44.–С. 18-20.
27. Нестерович Н.Ф. О технико-экономических показателях проектируемых тепловых сетей / Н.Ф. Нестерович // Электрические станции. – 1953. - № 8. – С. 18–20.
28. Далин А. М. Приближенный метод определения диаметров, длин, затрат металла и капитальных затрат по тепловым сетям городов / А. М. Далин // Электрические станции. – 1960. - № 8. – С. 33–39.
29. Макаров А.А. Методы исследования и оптимизации энергетического хозяйства / А.А. Макаров, Л.А. Мелентьев. – Новосибирск: Наука, 1973. – 274с.
30. Мелентьев Л.А. Системные исследования в энергетике. Элементы теории, направления развития / Л.А. Мелентьев. – М.: Наука, 1979. – 415 с.
31. Хрилев Л. С. Оптимизация систем теплофикации и централизованного теплоснабжения / Л. С. Хрилев, И. А. Смирнов. – М.: Энергия, 1978. – 88 с.
32. Хрилев Л. С. Теплофикация и топливно-энергетический комплекс / Л.С.Хрилев. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 280 с.
33. Чистович С. А. Автоматическое регулирование расхода тепла в системах теплоснабжения и отопления / С.А. Чистович. – Л.: Стройиздат, 1975.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– 160 с.

34. Пешехонов Н. И. Проектирование теплоснабжения / Н. И. Пешехонов. – К.: Вища школа, Головное изд-во, 1982. – 328 с.

35. Алабовський О. М. Проектування котелень промислових підприємств: Курсове проектування з елементами САПР: [навч. посіб. Алабовський О. М., Боженко М. Ф., Хоренженко Ю. В.] – К.: Вища шк., 1992. – 207 с.

36. Меренков А.П. Применение ЭВМ для оптимизации разветвленных тепловых сетей / А.П. Меренков // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1963. - № 4. – С. 531–538.

37. Повышение эффективности методов расчета и комплексной оптимизации теплоснабжающих систем / Меренков А. П., Сеннова Е. В., Сидлер В. Г. и др. // V междунар. конф. по централизованному теплоснабжению [секция 5, вып. 2]. – М., 1982. – С. 80–95.

38. Хасилев В. Я. Анализ конфигурации несимметричных тепловых сетей и его применение к выбору мощности систем централизованного теплоснабжения / В.Я Хасилев // Известия ОТН АН СССР. – 1945. - № 10-11. – С. 1105–1114.

39. Шифринсон Б. Л. Трассировка тепловых сетей / Б.Л. Шифринсон, Т.К.Леонтьева // Электрические станции. – 1950. - № 3. – С. 6–10.

40. Чистович С. А. Гидравлический режим открытых тепловых сетей с переменным расходом воды / С. А. Чистович. – М.: Стройиздат, 1955. – 96 с.

41. Зингер Н. М. Расчет и моделирование гидравлических режимов тепловых сетей / Н. М. Зингер. – М.-Л., 1964. – 153 с.

42. Хасилев В.Я. Элементы теории гидравлических цепей / В.Я. Хасилев. // АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1964. - № 1. – С. 69–88.

43. Сеннова Е.В. Экономические и организационные проблемы теплового хозяйства / Е. В. Сеннова, А. В. Федяев, В. А. Стенников. // Экономические и организационные проблемы теплоснабжения в России. – М.: ИНИ РАН. – 2000. – С. 29–46.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

44. Е. В. Сеннова. Математическое моделирование и оптимизация развивающихся теплоснабжающих систем / Сеннова Е.В., Сидлер В.Г. – Новосибирск, 1987. – 221 с.

45. Дубовой В.М. Математичне моделювання в задачах оцінювання поточного стану інженерних мереж теплопостачання / В.М. Дубовой, Ю.М. Паночишин // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2004. – № 6 (76). – С.131–139.

46. Мелентьев Л.А. Теплофикация. Ч. I та II. / Л.А. Мелентьев. – М.: Изд. АН СССР, 1944. – 248 с.; 1948. – 280 с.

47. Копьев С.Ф. Теплофикация, теплотребление, тепловые сети / С.Ф.Копьев. – М.: Госстройиздат, 1940. – 325 с.

48. Штенгауз Е.О. Вопросы энергоснабжения в планировке городов / Е.О.Штенгауз – М.: Госстройиздат, 1952. – 400 с.

49. Методы математического моделирования в энергетике / [Тематич. сб. / ред. Мелентьев Л.А., Беляев Л.С.]– Иркутск: Вост.-сиб. изд-во, 1966. – 432 с.

50. Дунаевский Н.И. Технично-економічні основи теплофікації / Н.И.Дунаевский – М.: Энергия, 1977. – 312 с.

51. Юфа А.И. Комплексная оптимизация теплоснабжения / А.И. Юфа, Д.Р.Носулько. – К.: Техника, 1988. – 135 с.

52. Авакумов А.М. Совершенствование схем теплоснабжения промышленных предприятий / Авакумов А. М., Щелоков Я. М., Сазыкин Ю. К.; под ред.

53. Меренков А.П. Развитие методов исследования и обеспечения надежности теплоснабжающих систем / А.П. Меренков, Е.В. Сеннова. // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1984. - № 2. – С. 58–85.

54. Монахов Г.В. Количественная оценка надежности систем теплоснабжения / Г. В. Монахов, Б. М. Красовский // Системы централизованного теплоснабжения. – М.: ВНИПИЭнергопром. – 1985. – С. 151–166.

55. Исследование систем теплоснабжения / [Попырин Л.С., Светлов К.С.,

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Беляева Г.М. и др.]. – М.: Наука, 1989. – 215 с.

56. Малафеев В.А. Основные проблемы и задачи совершенствования систем теплоснабжения / В.А. Малафеев // Энергетик. – 1991. – № 4. – с. 9–10.

57. Чистович С.А. Пути выхода из кризиса и дальнейшего развития теплоснабжения / С.А. Чистович // Водоснабжение и сантехника. – 1993. – № 3. – С. 2–4.

58. Повышение эффективности коммунальных систем централизованного теплоснабжения / Пасков В.В., Помещиков В.С., Скольник Г.Н. [та ін.] // Теплоэнергетика. – 1993. - № 12. – С. 16–19.

59. Лавров Е.С. В проектных решениях – надежность и экономичность теплоснабжения / Е.С. Лавров // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1992. - № 11. – С. 35–39.

60. Шарков В. В. Дослідження режимів відпускання та облік споживання теплоти в системах централізованого теплопостачання: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.03 «Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання» / В. В. Шарков – Харків, 1999. – 20 с.

61. Балуюев Е. Д. Перспективы развития централизованного теплоснабжения / Е.Д. Балуюев // Теплоэнергетика. - 2001. - N 11. - С. 50–54.

62. Булгаков С.Н. Централизованные или децентрализованные системы теплоснабжения: проблемы выбора / С. Н. Булгаков, С. А. Чистович, В.К.Аверьянов // Промышленное и гражданское строительство. - 1998. - № 3. – С. 20–21.

63. Батенин В.М. О роли и месте децентрализованных источников теплоснабжения / В.М. Батенин, В.М. Масленников, А.Д. Цой // Энергосбережение. – 2003. - № 1. – С. 14–18.

64. Сотникова О. А. Принципиальная экономическая оценка использования различных источников теплоснабжения / О. А. Сотникова // АВОК. – 2000. – №6. – С. 20–23.

65. М. Є. Бабін. Річна ефективність використання палива індивідуальними

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газовими котлами / М.Є.Бабін, Р.В. Григор'єв, С.В.Дубовський, А.П.Левчук // Проблеми загальної енергетики. – 2010. – вип. 3 (23) – С. 34–40.

66. В.Н. Мелькумов. Энергосбережение в системах традиционного и альтернативного теплоснабжения / В. Н. Мелькумов, О. А. Сотникова, В.С.Турбин, Д. Н. Китаев, Р. В. Сорокин. // АВОК – 2004. – № 2. - С. 10–15.

67. Г.Б. Варламов. Теплоэнергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії : [підруч.] / Варламов Г.М. Любчик, В.А. Маляренко. – К.: “ІВЦ Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 232 с.

68. Принципы моделирования та прогнозування в екології: підручник / [Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б., Шмандій В.М.] – К.: ЦНЛ, 2004. – 216 с. – (Центр навчальної літератури).

69. Батенин В. М. О роли и месте децентрализованных источников теплоснабжения / В. М. Батенин, В. М. Масленников, А. Д. Цой // Энергосбережение. – 2003. – № 1. – С. 14–18.

70. Мельниченко О.В. Енергоощадні аспекти впровадження когенераційних установок на базі опалювальних котелень комунальної теплоенергетики / О.В.Мельниченко // Ринок інсталяцій. – 2003. – № 8 (80). – С. 22–23.

71. Разработка САПР. В 10 кн. Кн. 1. Проблемы и принципы создания САПР: Пркт. пособие/ А. В. петров, В. М. Черненький; Под. ред. А. В. Петрова. – М.: Высш. шк., 1990. – 143 с.: ил.

72. Техничко-економическое обоснование дипломных проектов: Учеб. Пособие для втузов/ Л. А. Астреина, В. В. Балдесов, В. К. Беклешов и др.; Под ред. В. К. Беклешова. – М.: Высш. шк., 1991. – 176 с.: ил.

73. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2002. - 320 с.

74. Джигирей В. С., Сторожук В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища (Екологія та охорона природи). – Львів «Афіша», 2000 – 272 с.

					ДРМ 309.18.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		