

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ВАРТІСТЬ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

З підвищенням вартості палива різко збільшилась і вартість теплової енергії, що призвело до прискіпливої уваги чиновників всіх рівнів та інтенсифікації досліджень щодо можливих шляхів розвитку енергетики країни. Розробці будь-якої стратегії розвитку в сфері теплопостачання та генеральних планів розвитку міст повинна передувати оцінка існуючої ситуації. Як правило, для цього часто бракує необхідних даних для аналізу, особливо для обласних регіонів. Одним з важливих джерел інформації є офіційні звіти теплопостачальних організацій, на основі яких можна робити аналіз ефективності роботи цих систем та прогнози щодо їх розвитку, тому проведення аналізу фактичних даних для Київського регіону за останні роки буде актуальним і корисним для інших районів.

### *Аналіз останніх досліджень і публікацій*

Щодо ефективності роботи системи теплопостачання піднімаються такі проблеми, як зношеність основних фондів, низький ККД котлів, застаріла автоматика та пальникові пристрої, низька надійність теплотрас, втрати в мережах, що призводить до перевитрат палива.

Велика кількість робіт різних авторів приділяється використанню нетрадиційних та поновлювальних джерел енергії, впровадженню новітніх технологій. Загострюється питання щодо раціональності впровадження автономних або децентралізованих джерел. Вибір економічно оптимального варіанту розвитку системи теплопостачання потребує врахування великої кількості факторів: стратегічних, технологічних, екологічних, економічних та ін. Проте дуже мало публікацій стосується методів оцінки ефективності систем теплопостачання та реального стану комунальних господарств окремих регіонів, а також динаміки зміни собівартості теплової енергії в цілому та за елементами витрат за фактичними даними після значного зростання вартості енергоносіїв. Одним з важливих напрямків досліджень розвитку систем теплопостачання є побудова моделей для визначення впливу різних факторів на вартість теплоти.

### *Аналіз сучасного стану систем теплопостачання*

Авторами розглянуто показники роботи теплопостачальних підприємств Київської області, що виробляють тільки теплову енергію за 2004-2008 роки. Структура цих організацій за останні роки

змінювалася у зв'язку з реорганізаціями, або зміною власника, частина з них була ліквідована або відбулося "злиття", чи навпаки розподіл на декілька менших. З 2006 року в офіційних звітах присутня інформація щодо деяких підприємств, яка раніше не була представлена. Тому аналіз будемо проводити не за зміною показників окремих джерел, а за питомими або укрупненими показниками.

Аналіз показників діяльності проводився на основі звітів: «Про витрати виробництва та фінансові показники» та «Техніко-економічні показники...» за 2004÷2008 роки. Згідно класифікації Закону України «Про теплопостачання» приблизно 87 % сумарної теплової потужності регіону відноситься до помірно-централізованих (від 3 до 20 Гкал/год) та централізованих систем теплопостачання (вище 20 Гкал/год).

Населення прилеглих районів – основний споживач відпущеної теплової енергії (близько 70%), комунально-побутові споживачі – близько 17%. За даними 2008 року встановлені тарифи на теплову енергію покривають собівартість лише половини з комунальних підприємств, тобто більшість котельень є збитковими, що вимагає дотацій з бюджету.

Основні засоби складають 432 котельні, в яких встановлено більше 1400 котлів, переважно НІСТУ, КВГМ, ПТВМ та ДКВР. Лише 20 котельень працюють на твердому паливі, всі інші – на природному газі; єдину котельню на рідкому паливі ліквідували у 2005 році. Потужність котельень коливається від 1 Гкал/год до 200 Гкал/год. За кількістю котельень з потужністю до 3 Гкал складають 264, або 61% від загального.

На 2004 рік теплолічильниками були обладнані менше ніж лише 3% джерел теплопостачання, а на кінець 2008р. – вже 30%. Лічильники споживання природного газу встановлені на 90% котельень, а ще у 2004 році таких котельень було менше 30%. Кількість відпущеної теплопостачальними організаціями теплоти за рік коливається від 1,78 до 515 тис. Гкал/рік. Близько 40% обладнання має термін експлуатації понад 20 років, а ККД менше 82% - біля 30% з них. Коефіцієнт використання встановленої потужності змінюється від 9% до 85%, в середньому - близько 40-50 %.

Кількість теплових мереж у двотрубному обчисленні, що знаходяться у спрацьованому або аварійному стані чи амортизовані за роки дослідження майже не змінилася і складає приблизно 30%, зросла протяжність теплових мереж з попередньо ізольованими трубами (від 6% до 12%). В аварійному стані знаходяться 7% теплових пунктів (на 2005 рік - 12%). Таким чином, узагальнюючи приведені дані, можна відзначити, що при забезпеченому рівні модернізації основних засобів ситуація за останні роки принаймні не погіршилася, але системи теплопостачання Київської області знаходяться в стані, що потребує значних додаткових капітальних вкладень.

В середньому по регіону відсотки розподілу теплової енергії за останні роки майже не змінилися (рис. 1), відхилення за декілька років складають до 1%. Лише 2% від виробництва теплової енергії

витрачається котельнями на власні потреби та 11% втрачається в теплових мережах, що є в межах норми (до 13%), але викликає сумнів щодо реальності даної інформації при зношеному обладнанні тепломереж і відсутності теплолічильників на більшості котелень.



Рис. 1. Діаграма розподілу виробленої теплоти

Нами були визначені питомі показники споживання палива (кг у.п./Гкал), електроенергії (кВт/Гкал) та залучення людських ресурсів (чол/Гкал) за 2004-2008 роки, усереднені їх значення наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Питомі показники

Питомий показник	min	max	середні	відхилення		Норма [10]
				+	-	
кг у.п./Гкал	139	208	169,8	37,8	30,9	163
кВт/Гкал	18,2	75,1	38,6	36,5	20,4	30
чол/Гкал	0,27	6,7	3,1	3,5	2,9	2

Дані таблиці свідчать, що середні значення питомих показників перевищують нормативні для України, мають місце значні відхилення від середніх величин, але є й джерела теплоти з покращеними показниками. На особливу увагу заслуговує дослідження впливу на собівартість утримання обслуговуючого та адміністративного персоналу, зважаючи на те, що в основному штатний показник майже вдвічі більше, ніж норматив, і тільки при введенні автоматизації роботи обладнання на котельні значно зменшується.

#### *Вплив елементів витрат на собівартість теплової енергії*

Величина собівартості теплоти відображає стан технічної озброєності, рівень продуктивності праці, ступінь автоматизації, витрати ресурсів – це узагальнюючий показник ефективності роботи джерел теплової енергії. Залежність собівартості від відпущеної теплоти навіть на фоні інших факторів має явно виражений характер (рис. 2). Чим більше виробляється теплової енергії, тим менше необхідно витратити коштів на виробництво Гкал 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 при незмінній кількості споживачів залежить від погодних умов, особливо зважаючи на те, що для переважної більшості котелень основним

навантаженням є опалення приєднаних будівель. Так, відпущена теплова енергія на потреби опалення (в тис.Гкал) для 32 підприємств з 35 складає більше 85% від загальної відпущеної теплоти, а мінімальна її частка для трьох інших становить 70%. Проаналізуємо зв'язок між обсягом відпущеної теплоти та кількістю градусо-днів опалювального періоду.

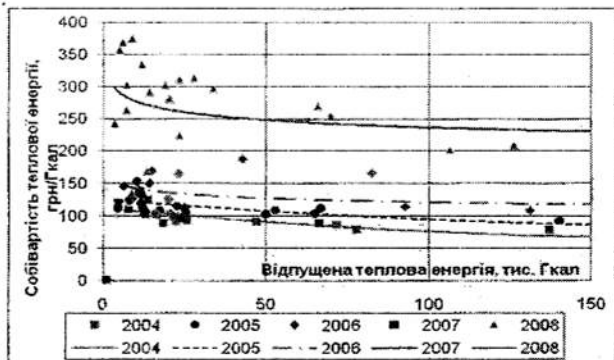


Рис. 2 – Залежність собівартості від відпущеної теплоти

Розглянемо сумарні показники роботи теплопостачальних організацій. Структура підприємств і кількість споживачів за досліджувані роки постійно змінювалась, а інформація по деяких з них за досліджувані роки неповна, через це показники роботи у абсолютному вираженні порівнювати складно. Тому як характеристику роботи підприємств приймемо розрахунковий коефіцієнт  $n_p$ , що враховує співвідношення фактично відпущеної теплоти до теоретично необхідної кількості теплоти відповідно до зміни погодних умов:

$$n_p = \frac{Q_{відп}^o}{Q_{сп}^{o} \cdot 24 \cdot (t_{вн} - t_{ср}) / (t_{вн} - t_{ро}) \cdot n_o}, \text{ або } n_p = \frac{Q_{відп}^o}{Q_{сп}^{o} \cdot 24 \cdot 1 / (t_{вн} - t_{ро}) \cdot \Gamma Д^{\phi}} \text{ де}$$

$Q_{відп}^o$ , Гкал/рік - сумарна відпущена теплота на потреби опалення;  $Q_{сп}^o$ , Гкал/год - приєднане навантаження на опалення; 24 – число годин роботи опалення за добу;  $t_{вн}$ ,  $t_{ср}$ ,  $t_{ро}$  – температури відповідно внутрішнього повітря, середньої за опалювальний період та розрахункової для зовнішнього повітря;  $n_o$  – кількість днів опалювального періоду,  $\Gamma Д^{\phi}$  - фактична кількість градусо-днів.

За умови якісного регулювання та дотримання належного рівня теплопостачання запропонований показник повинен наближатися до 1. Порівняємо його з кількістю градусо-днів (ГД) опалювального періоду та коефіцієнтом використання встановленої потужності ( $K_{вик} = Q_{присл} / Q_{вст}$ ). Отримані результати наведено на рис. 3. Встановлено, що  $n_p$  до 2008 щороку зменшувався, хоча за 2005, 2006 та 2007 роки кількість градусо-днів була вищою, ніж у 2004 році, що говорить про погіршення виконання рівня теплозабезпеченості споживачів, недостатній рівень регулювання згідно погодних умов, тобто кількість відпущеної теплоти не завжди відповідає реальній потребі.

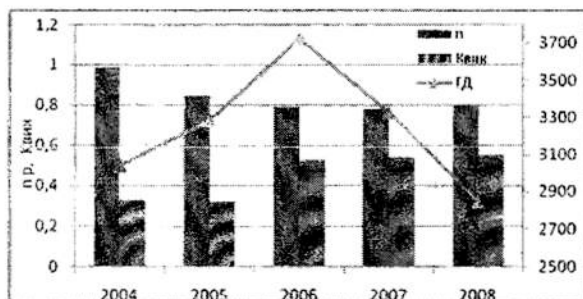


Рис. 3 – Аналіз показників ефективності

Аналіз звітної інформації свідчить, що збільшення собівартості теплової енергії за останні роки (рис. 2) було спричинене не впливом обсягів виробництва, це є наслідок збільшення витрат операційної діяльності. З'ясуємо, якою була динаміка зміни структури собівартості за минулі роки (рис. 4). Найбільше впливають на собівартість витрати на паливо та оплату праці, причому ці складові ще до 2005 року були майже однакові, і лише після подорожчання енергоносіїв стали відрізнятися майже вдвічі. Діапазон (min/max) розподілу витрат виробництва по роках наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Динаміка розподілу витрат у складі собівартості, %

min/max	паливо	ел ен	вода	амортиз.	Фонд опл.праці	інші
2004	31/47	7/18	0,5/7	0,7/10	16/42	6/27
2005	25/45	7/18	0,3/6	0,4/8	22/44	5/28
2006	33/94	1/14	0,1/4	0,03/13	3,8/43	2/29
2007	34/81	1/12	0,1/3	0,03/6,2	8/45	1,5/36
2008	32/65	2/13	0,1/5	0,03/15	10/50	2/34

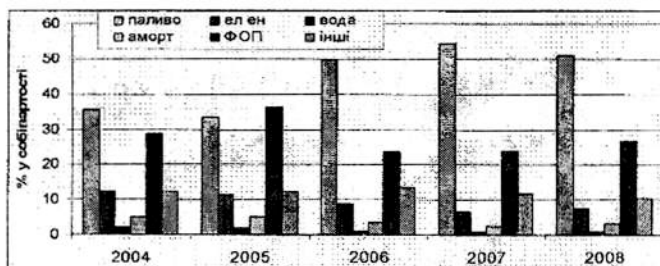


Рис. 4 – Динаміка зміни структури собівартості теплової енергії (середні значення по усім теплопостачальним підприємствам)

Як бачимо, серед матеріальних витрат найбільший відсоток займають витрати на паливо, серед нематеріальних – оплата праці робітників (до 50% витрат при великій чисельності персоналу). З 2006 року, коли різко виросла ціна на паливо, складова витрат на оплату праці постійно збільшується, хоча загальна кількість персоналу зменшилась з 4583 чоловіки у 2006 році до 4187 чоловік у 2008 році, 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 витрати», куди входять відрахування на соціальні заходи, утримання соціальних об'єктів, штрафи, списана безнадійна заборгованість, тощо, тому що для окремих підприємств ці витрати сягають до 36%.

#### Вплив непрямих критеріїв на собівартість теплової енергії

Крім показників фінансової звітності доцільно розглянути також вплив інших факторів на структуру і рівень собівартості та врахувати також взаємозалежність цих показників між собою. Так, наприклад, кількість відпущеної енергії впливає на питомі витрати палива та електроенергії, що включені в звітні.

Собівартість теплоти в котельнях значно коливається в залежності від ступеня використання потужності основного обладнання, критерієм чого є коефіцієнт використання, про що свідчать залежності на рис. 5. В таблиці 3 дані по собівартості, віднесені до середнього значення, структуровані для різних інтервалів значень коефіцієнту використання.

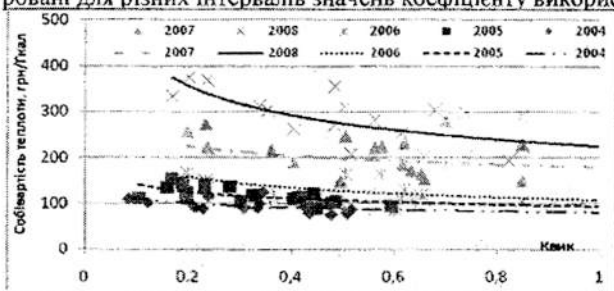


Рис. 5 - Залежність собівартості від ступеню використання обладнання

Таблиця 3

Вплив коефіцієнту використання на відносне значення собівартості

К <sub>вик</sub>	Собівартість теплоти, віднесена до середнього значення, %				
	2004	2005	2006	2007	2008
до 0,25	103-115	105-110	116-131	97-140	105-140
0,25-0,35	95-113	99-103	100-104	101-104	93-104
0,35-0,45	96-98	96-91	93-98	82-95	87-90
0,45-0,55	86-90	80-86	82	75-80	82-86
більше за 0,55	-	74	80	65-74	67-85

Примітка: за середнє значення прийнята величина середньорозрахункової собівартості комунальних підприємств:

- за 2004 рік: 96 грн/Гкал, інтервал зміни  $K_{\text{вик}}=0,085\pm 0,51\%$ ;
- за 2005 рік: 113 грн/Гкал, інтервал зміни  $K_{\text{вик}}=0,1\pm 0,59\%$ ;
- за 2006 рік: 129 грн/Гкал, інтервал зміни  $K_{\text{вик}}=0,19\pm 0,83\%$ ;
- за 2007 рік: 229 грн/Гкал, інтервал зміни  $K_{\text{вик}}=0,19\pm 0,85\%$ ;
- за 2008 рік: 300 грн/Гкал, інтервал зміни  $K_{\text{вик}}=0,17\pm 0,85\%$ .

Було зроблено припущення щодо зворотної залежності коефіцієнту використання від величини встановленої потужності, але детальна перевірка показала, що це не завжди відповідає дійсності.

Зважаючи на досить велику складову втрат теплоти та витрат на власні потреби в загальному балансі виробленої теплової енергії (близько 13%), ці показники розглядалися більш уважно [11]. Встановлено, що для комунальних підприємств залежність втрат теплоти від сумарної довжини тепломереж (від 5 до 160 км) має виражений характер: лінія тренду за кожен з розглянутих років досить добре описує фактичні дані, але на долю інших неврахованих факторів припадає близько 20%. Визначено долю замортованих, попередньо ізольованих тепломереж та мереж в аварійному стані та виконано аналіз впливу зношеності тепломереж на питомі витрати палива за досліджувані п'ять років, побудовані відповідні залежності.

Визначено, що чіткого впливу стану трубопроводів на питомі витрати палива не спостерігається. Щодо деяких підприємств, де суттєва частка мереж знаходиться у аварійному стані, а питомі витрати палива дуже низькі, є підстави для недовіри даним, наведеним у звітності (можливо, на цих підприємствах відсутні або не працюють прилади обліку), тобто існує необхідність більш детального аналізу ситуації.

Зважаючи на значну складову витрат на паливо у собівартості 1 Гкал теплоти, проаналізовано вплив стану основного обладнання на питомі витрати палива на котельнях у абсолютних одиницях. У якості фактора впливу було прийнято ККД та термін експлуатації котлів. Так як кількість котельнь кожного району різниться і порівнювати великий розбіг величин не зручно, приведемо результати аналізу у відносних одиницях (рис. 6).



Рис. 6 – Вплив стану основного обладнання (відносні одиниці) на питомі витрати палива на прикладі 2008 року

Цілком логічним було б, якщо б при збільшенні кількості котлів з низьким ККД питомі витрати палива зростали б, проте прямої залежності не спостерігається. Подібні результати отримані і у відносних одиницях, коли виділялася доля котлів з високим терміном експлуатації або низьким ККД із загальної кількості. Це пояснюється невизначеністю самих показників «ККД менше 82%» та «котли з експлуатацією більше 20 років», адже фактичні значення можуть значно відрізнятися від цих термінів. Є випадки незадовільної роботи відносно нового обладнання, що можна пояснити режимами експлуатації, недостатнім рівнем обслуговування або великими втратами в мережах. Також можна піддати сумніву наведені у звітах значення кількості відпущеної теплової енергії, адже часто у споживачів відсутні прилади обліку теплоти.

Таким чином, на величину собівартості теплової енергії впливають багато різних факторів, взаємозв'язок між деякими з них є чітким та закономірним, а для деяких має бути, але з різних причин відсутній. Для розробки моделі враховувалися всі можливі фактори, які можна було б отримати за даними статистичних звітів комунальних підприємств. Було проаналізовано наступні прямі фактори впливу на собівартість: кількість виробленої та відпущеної енергії, амортизація, витрати електроенергії, витрати води, витрати на оплату праці, вартості води, газу, електроенергії, кількість персоналу. Далі розглянуто вплив непрямих факторів: втрати теплоти, довжина теплових мереж, кількість та стан обладнання, ступінь використання встановленої потужності, штатний коефіцієнт, різні питомі показники, тощо. Виявлено, що побудувати просту або квадратичну залежність з достатньою точністю вартості теплоти від окремих чинників складно. Зважаючи на те, що аналіз проводиться за даними пасивного експерименту (за даними статистичних звітів), тому побудова моделі є „задачею з неупорядкованими даними”, серед яких є багато корельованих (взаємопов'язаних) між собою, дане завдання доцільніше вирішувати за допомогою множинного регресійного аналізу.

Побудова регресійної моделі. Для вивчення зв'язків між собівартістю та іншими прямими та непрямими факторними змінними використана лінійна залежність ознаки  $y$  (собівартості) від факторів  $x_1, x_2, \dots, x_k$ , що має вигляд

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2 + \dots + \alpha_k \cdot x_k + \varepsilon,$$

де  $\alpha_i$  - невідомі коефіцієнти регресії;  $\varepsilon$  - випадкове збурення, характеризує відхилення від теоретичної регресії.

Процес побудови моделі: постановка задачі, попередній вибір передбачуваних факторів; визначення кореляційних зв'язків між змінними  $x_1 \dots x_k$ ; перевірка значущості моделі та вибір найкращої.

Для рівняння множинної регресії спочатку будувались прості регресії для кожної з незалежних змінних, а потім з них вибиралась модель з найвищим коефіцієнтом множинної детермінації  $R^2$  та



мінімальною стандартною похибкою, далі добавлялася друга змінна і т.д. При оцінюванні параметрів рівняння використовувався метод найменших квадратів.

Аналіз реальних показників роботи підприємств за допомогою лінійної регресії проведений на основі наведених в звітності факторів. Але для уніфікації всі вони розглянуті як питомі величини, а саме віднесені на одиницю відпущеної теплоти. Таким чином, за допомогою прикладних програм пакету Statistica на основі статистичних звітів за 2004-2008 р.р. були розраховані коефіцієнти та отримане рівняння множинної регресії:

$$S = -2,12 - 0,05Q_{відн} + 1,31b_{нап} + 0,93\Phi ОП + 0,84E, \quad (1)$$

де  $S$  – собівартість відпущеної теплової енергії, грн./Гкал;  $Q_{відн}$  – відпущена споживачам тепла енергія, тис. Гкал,  $b_n$  – питомі експлуатаційні витрати на паливо на 1 Гкал відпущеної теплоти, грн./Гкал,  $\Phi ОП$  – розмір фонду оплати праці з соціальними відрахуваннями, грн./Гкал,  $E$  – річні питомі витрати електроенергії, кВт-год/Гкал.

Модель побудована для теплопостачальних організацій, паливом для яких є природний газ, при наступних значеннях незалежних змінних:  $Q_{відн} = 3,5 \div 628$  тис. Гкал/рік,  $b_n = 30 \div 218$  грн/Гкал,  $\Phi ОП = 10 \div 147$  грн/Гкал,  $E = 18,2 \div 69$  кВт-год/Гкал. Коефіцієнт сукупної кореляції  $R = 0,977$  свідчить про тісний, суттєвий зв'язок між досліджуваними ознаками; значення коефіцієнту детермінації  $R^2 = 0,95$  показує, що на долю систематичної варіації собівартості, зумовленою дією факторних показників, включених до кореляційної моделі, приходиться 95%, на долю не врахованих факторів залишається 5%. Фактичне значення  $F$ -критерію  $F = 353 \gg F_{табл}$ , тому ми отримали результат з досить високим ступенем достовірності.

Як показали розрахунки, після включення більшої кількості факторів (штатний коефіцієнт  $0,27 \div 6,7$ , коефіцієнт використання  $9\% \div 85\%$ , ціна палива  $172 \div 1037$  грн/т.у.п), подальший приріст  $R^2$  або був незначним, або істотно знижувався, проте результати перевірки значущості змінних за  $\beta$ -критерієм свідчили про недоцільність розширення моделі за рахунок цих факторів. За отриманим рівнянням були проведені розрахунки собівартості комунальних підприємств окремо за 2004-2008 роки, результати розрахунків від фактичних даних, вказаних в звітах, відрізняються не більш ніж на 15%.

Для отримання ясного уявлення щодо порівняння впливу різних факторів на собівартість продукції та для того, щоб параметри були співрозмірні, а результати обчислень за моделлю були більш точними, рівняння (1) було приведено до безрозмірного вигляду:

$$\bar{y} = b_0 + b_1 \cdot \bar{x}_1 + b_2 \cdot \bar{x}_2 + b_3 \cdot \bar{x}_3 + b_4 \cdot \bar{x}_4, \text{ де } \bar{y} = \frac{y}{y_{сп}}, \quad b_i = \alpha_i \cdot x_{i,сп} / y_{сп}, \quad \bar{x}_i = \frac{x_i}{x_{i,сп}}. \quad (2)$$

$$y = -0,012 - 0,02 \bar{x}_1 + 0,597 \cdot \bar{x}_2 + 0,255 \cdot \bar{x}_3 + 0,181 \cdot \bar{x}_4$$

Прийняті середні значення параметрів наведено в табл.4.

Був проведено параметричний аналіз чутливості собівартості теплоти (табл. 4) до зміни параметрів моделі  $x_i$ , в якості коефіцієнта чутливості прийнято:

$$Z = \frac{x_i}{S_o} \cdot \frac{\partial S}{\partial x_i} \approx \frac{x_i}{S_o} \cdot \frac{\Delta S}{\Delta x_i}; \Delta S = S(x_i + \Delta x) - S(x_i)$$

В якості початкових значень параметрів прийнято середні значення. Величина чутливості зміни собівартості щодо відпущеної кількості теплової енергії розрахована, враховуючи взаємовплив питомих параметрів ( $\Phi ОП$ ,  $E$ ) з кількістю відпущеної теплоти.

Таблиця 4.

Середні значення параметрів та результати аналізу чутливості

Параметр		Середнє значення	Величина чутливості Z
$x_i$	Назва, од.вим.		
$x_1$	$Q_{відп}$ , тис. Гкал/рік	70,98	-0,417
$x_2$	$b_n$ , грн/Гкал	77,87	0,597
$x_3$	$\Phi ОП$ , грн/Гкал	46,84	0,255
$x_4$	$E$ , кВт-год/Гкал	36,8	0,181
$y$	$S$ , Гкал/год	170,81	-

Як бачимо, найбільший вплив на величину собівартості мають експлуатаційні витрати на паливо, на які, в свою чергу, впливає ціна палива, його теплотворна здатність та ккд котлів. На кількість відпущеної теплової енергії, другий за рівнем впливу фактор, значно впливають погодні умови, особливо зважаючи на основну долю навантаження на опалення. Так як виокремити серед інших факторів його вплив на собівартість теплової енергії за наведеною в звітах інформацією не вдалося, проаналізуємо цей вплив окремо, записуючи  $Q_{відп}$  для комунальних котельень через величину приєднаного навантаження  $Q_{пр}$ . Якщо є необхідна інформація, потрібно розподілити загальне навантаження на опалення і ГВП, а якщо це невідомо, можна скористатись наступним співвідношенням 85:15, що отримане згідно даних статистичних звітів:

$$Q_{відп} = 0,85 Q_{пр} \Gamma Д^{\phi} / (t_{вн} - t_{р.о}) \cdot 24 + 0,15 Q_{пр} \cdot 24 \cdot 350, \quad (3)$$

де  $t_{вн}$  - внутрішня температура в приміщенні,  $t_{р.о}$  - розрахункова температура на опалення, 24 - кількість годин опалення на добу.

Якщо врахувати вплив кількості градусо-днів на  $Q_{відп}$ , можна визначити величину чутливості Z собівартості до зміни величини ГД. При  $\Gamma Д^{ср} = 3572$  дб (при середній температурі на опалення  $-1,1$  °C)  $Z = 0,4$ .

Знаючи відмінність погодних умов різних періодів, можна встановити, наскільки повинна зміниться кількість відпущеної теплової енергії і, відповідно, величина собівартості теплоти при умові правильного погодного регулювання та дотриманні належних умов експлуатації.

### ***Висновки***

Проведений аналіз стану тепlopостачальних підприємств, показників ефективності роботи та структури собівартості теплової енергії за останні п'ять років; визначені найбільш вагомі фактори, що впливають на величину собівартості теплоти, розглянуто вплив окремих факторів. За допомогою лінійно-регресійного аналізу отримана модель, за якою можна визначити собівартість. Показано, що суттєвий вплив на собівартість теплової енергії будуть мати погодні умови при правильному регулюванні, додатково запропоновано методику врахування цього впливу.