

**ТЕХНІЧНИЙ ЗВІТ**  
**про проведення енергетичного аудиту системи**  
**теплопостачання каналізаційних очисних споруд**  
**комунального підприємства «Міськводоканал» місто Суми.**

## Зміст

1. Короткі результати енергетичного аудиту.....	4 стор
2. Вступ.....	8 стор
3. Вихідні дані.....	10 стор
4. Обстеження будівель, мереж та систем опалення та гарячого водопостачання.....	11 стор
5. Визначення розрахункового споживання тепла.....	21 стор
6. Аналіз споживання тепла та електроенергії системою тепlopостачання очисних споруд.....	25 стор
7. Виявлення та розрахунок резервів економії енергоносіїв. Розробка заходів, що забезпечують ефективне використання енергоносіїв.....	26 стор
8. Розробка технічних рішень по впровадженню теплонасосних установок.....	35 стор
9. Розробка технічних рішень на установки приготування гарячої води.....	43 стор
10. Розробка технічних рішень на тимчасові системи електричного опалення.....	46 стор
11. Розробка економічних показників модернізації системи тепlopостачання.....	49 стор

### Додатки:

- Додаток 1. Схема будівель очисних споруд та теплових мереж.
- Додаток 2. розрахунок теплових навантажень для потреб опалення.
- Додаток 3. Розрахунок теплових навантажень для потреб гарячого водопостачання.
- Додаток 4. Розрахунок теплових навантажень для потреб опалення після уточнення переліку будівель, що підлягають опаленню
- Додаток 5. Схема впровадження варіантів та етапів реконструкції тепlopостачання.
- Додаток 6. Теплова схема теплонасосної установки ТНУ-1.
- Додаток 7. Теплова схема теплонасосної установки ТНУ-2.
- Додаток 8. Теплова схема теплонасосної установки ТНУ-3.
- Додаток 9. Теплова схема теплонасосної установки ТНУ-4.
- Додаток 10. Теплова схема теплонасосної установки ТНУ-5.
- Додаток 11. Теплова схема установок приготування гарячої води в лабор.-побут. корпусі
- Додаток 12 Теплова схема установки приготування гарячої води в гаражі.
- Додаток 13. Розрахунки собівартості виробітку тепла теплонасосними установками, установками приготування гарячої води та електроопалення.
- Додаток 14. Розрахунок вартості робіт по монтажу теплонасосних установок ТНУ-1 – ТНУ-5
- Додаток 14. Розрахунок вартості робіт по монтажу установок приготування гарячої води.
- Додаток 15. Розрахунок теплообмінників первинного контуру.
- Додаток 16. Принципова схема укладки поліетиленових труб–теплообмінників первинних контурів теплонасосних установок.
- Додаток 17. До питання підбору теплообмінників первинного контуру (розгляд варіантів).
- Додаток 18. Розрахунок резервної нитки живлення низькопотенційним теплом теплонасосної установки ТНУ-1

## 1. Короткі результати енергетичного аудиту

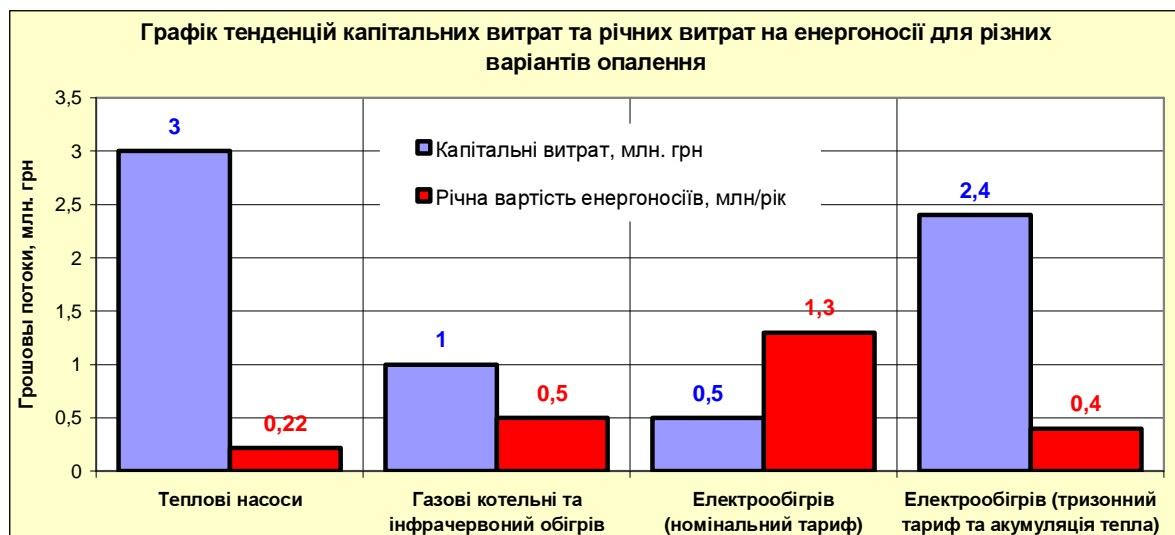
При проведенні енергетичного аудиту системи тепlopостачання каналізаційних очисних споруд комунального підприємства «Міськводоканал» м. Суми дана оцінка діючій системі тепlopостачання :

### 1. Система тепlopостачання має незадовільні техніко-економічні показники:

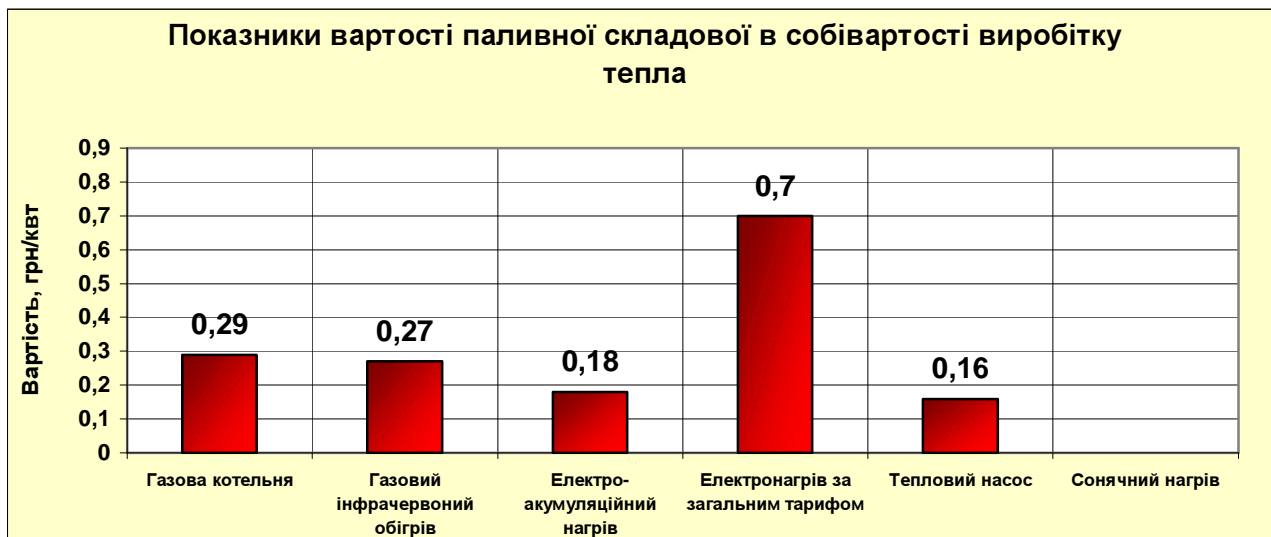
- ❖ неефективне використання котлів КВ-Г-7,56, які мають теплову потужність, що більше ніж в 7 разів перевищує розрахункове теплоспоживання;
- ❖ відсутність автоматизації відпуску тепла;
- ❖ довгі теплові мережі з неякісною тепловою ізоляцією, що є причиною значних втрат тепла;
- ❖ в деяких будівлях економічно необґрунтовано здійснювалось опалення повного об'єму будівель при лише частковому їх використанні;

Система тепlopостачання очисних споруд потребує модернізації. Проведено загальний аналіз основних техніко-економічних показників впровадження різних варіантів систем тепlopостачання, з використанням різних варіантів палива: газу, електроенергії за прямим використанням (за звичайним тарифом), електроенергії за енергоаккумуляційним методом та вторинних енергоносіїв з використанням теплового насоса. Загальна оцінка капітальних витрат та річна вартість витрат на енергоносії приведена на малюнку 1

Малюнок 1



Враховуючи приведену на графіку малюнку 2 вартість паливної складової одного кіловата теплової енергії (при вартості газу 2500 грн за 1000 куб. метрів та вартості електроенергії – 0,7 грн/кВт), дані приведені на малюнку 1 та вимоги останніх Розпоряджень, Постанов та Указів виданих в Україні, як основний та перспективний варіант для тепlopостачання очисних споруд прийнята теплонасосна система з використанням низькопотенційного тепла каналізаційних стоків.



Основними напрямками енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ), що пропонуються є:

- ❖ повна відмова від діючої газової котельні;
- ❖ відмова від опалення частини виробничих площ за рахунок раціоналізації проведення технологічних процесів;
- ❖ впровадження теплонасосоних установок для опалення виробничих приміщень;
- ❖ впровадження електро-акумуляційного методу приготування гарячої води для систем гарячого водопостачання адміністративно-побутового корпусу та гаражу;
- ❖ утеплення огорожувальних конструкцій будівель.

Перелік та основні техніко-економічні показники енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ), що пропонуються приведені в таблиці 1.

Найбільший ефект від впровадження заходів можливо досягти за умов одночасного впровадження всіх запропонованих заходів. При поетапному впровадженні заходів економічна ефективність від впровадження заходів буде дещо нижча з причин необхідності впровадження тимчасових систем електричного обігріву (без акумуляції), що мають високі експлуатаційні витрати.

Вартість поетапного виконання робіт розглядалась при проведенні енергетичного аудиту (таблиця 4)

Ефективність інвестицій у впровадження теплонасосоних установок дуже висока:

- простий термін окупності.....4,1 роки;
- дисконтний термін окупності.....6,0 років
- за 20 років життя проекту чистий дохід становитиме 2,9 млн. грн.
- дисконтний індекс дохідності – 1,82 (на кожен гривну інвестицій буде отриманий чистий дохід 0,82 грн)

Перелік енергозберігаючих заходів приведений в таблиці 1:

## 11. Розробка економічних показників модернізації системи тепlopостачання

### Техніко-економічні показники системи тепlopостачання після модернізації:

Техніко-економічні показники енергозберігаючих заходів приведені в таблиці 11

Таблиця 11

- Капітальні витрати (графа 3) – розраховані в розділі 8 Звіту
- Розрахункові річні витрати тепло (графа 4) розраховані в розділі 5 Звіту
- Собівартість виробітку тепла теплонасосними установками, система приготування гарячої води та системами електричного опалення розраховані додатку 13
- Річні витрати коштів на експлуатацію системи тепlopостачання визначаються як добуток значень графи 4 та графи 5.

Річна економія витрат на забезпечення експлуатації системи тепlopостачання становить:

$$1140587 - 288809 = 851778 \text{ грн}$$

Простий термін окупності впровадження заходів з енергозбереження становить:

$$T_o = 2947400 / 851778 = 3,5 \text{ року}$$

Враховуючи додаткові капітальні витрати передбачені в таблиці 4 на непередбачені витрати простий термін окупності становить:

$$T_o = 3500000 / 851778 = 4,1 \text{ роки}$$

### Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі заходи.

Ринкові критерії оцінки економічної ефективності інвестицій засновані на існуючих поняттях прибутку, інфляції, процентних та кредитних ставок, але найголовніше – на необхідності достовірно прогнозувати динаміку цих показників.

Вартісні фактори інвестицій (з часом) змінюються, отже вирішення питання оптимізації інвестицій залежить від вміння об'єктивно оцінювати та передбачати макро- та мікроекономічний хід подій. Навіть невелика помилка здатна суттєво змінити дійсну цінність інвестицій (капіталовкладень).

Основним економічним показником ефективності інвестицій є повний додатковий (сумарний) дохід (Д, грн), який може бути отриманий за термін експлуатації (термін життя) енергозберігаючих заходів ( $T_{\text{сн}}$ , років)

В залежності від того, яким чином використовуються потоки майбутніх доходів, їх або дисконтують (певним чином знижують для об'єктивного співставлення з величиною інвестицій на момент їх реалізації) або, виключаючи з грошового обороту, нарощують (капіталізують).

Якщо проміжні доходи  $\Delta D_i$  ( $i=1,2,\dots,T_{\text{сн}}$ ) грн./рік дисконтуються, то відповідну величину сумарного додаткового доходу позначимо як повний дисконтований дохід  $DD_{T_{\text{сн}}}$ , грн.

Якщо проміжні доходи наращуються (капіталізуються), то величину сумарного додаткового доходу позначимо як повний нарощений дохід  $ND_{T_{\text{сн}}}$ , грн.

Величина сумарного додаткового доходу визначається за допомогою:

- механізму дисконтування та нарощування (капіталізації) доходів, що надійдуть в майбутньому;
- оцінки терміну експлуатації енергозберігаючих заходів, що розглядаються  $T_{сл}$ ;
- оцінки діапазонів змін основних економічних показників (проміжних доходів  $\Delta D_i$ , що поступають в результаті інвестицій і відповідних норм дисконту  $r^*$ );
- методів економічного моделювання задач;
- способів прийняття рішень в умовах ризиків.

Повний дисконтований дохід  $DD_{T_{сл}}$  за термін експлуатації  $T_{сл}$  розраховується по формулі, що враховує різні величини щорічних доходів  $\Delta D_i$  різні норми дисконту  $r_i$

$$DD_{T_{сл}} = \frac{\Delta D_1}{1 + r_1} + \frac{\Delta D_2}{(1 + r_1)(1 + r_2)} + \dots + \frac{\Delta D_{T_{сл}}}{(1 + r_1)\dots(1 + r_{T_{сл}})} \quad (1)$$

де  $\Delta D_{T_{сл}}$  – повний дисконтований дохід за термін експлуатації заходів з енергозбереження  
 $r_i$  – норма дисконтів  $i$ -ої році, 1/рік, де  $i = 1, 2, \dots, T_{сл}$   
 $\Delta D_i$  – проміжний дохід в  $i$ -ої році, грн./рік

\*) – норма дисконту – одне з можливих значень показника, що відображає вигідність вкладення інвестицій в інші активи, замість енергозбереження. Це може бути ставка рефінансування національного банку, доходність державних цінних паперів, депозитних вкладів та т.і.

Застосувавши метод відтворення рівними частками, можливо представити формулу (1) в вигляді:

$$DD_{T_{сл}} = \Delta D \left[ \frac{1}{1 + r_1} + \frac{1}{(1 + r_1)^2} + \dots + \frac{1}{(1 + r_1)^{T_{сл}}} \right] \quad (2)$$

Вираз в дужках представляє собою геометричну прогресію, що зменшується. Сума  $T_{сл}$  членів геометричної прогресії визначається за відомою формулою, в результаті чого формула (2) набуває вигляд формули (3) та широко використовується в практиці економічних розрахунків

$$DD_{T_{сл}} = \Delta D \left[ 1 - (1 + r)^{-T_{сл}} \right] / r \quad (3)$$

У випадку, що розглядався вище проміжні доходи  $\Delta D_i$  дисконтувались, тобто приймали участь в обороті грошових коштів (витрачались на заробітну плату, погашення ссуд, виплату дивідендів та т.п.)

Далі розглянемо варіант, коли проміжні доходи  $\Delta D_i$  капіталізуються тобто нарощуються під проценти наприклад шляхом їх здачі в зайом. Тоді фактор дисконтування відсутній и кожне надходження проміжного доходу  $\Delta D_i$  нарощується на протязі строку експлуатації енергозберігаючих заходів. При такій умові аналогом формули (1) є формула (4)

$$ND_{T_{сл}} = \Delta D_1 [(1+r_2)(1+r_3)\dots(1+r_{T_{сл}})] + \Delta D_2 [(1+r_3)(1+r_4)\dots(1+r_{T_{сл}})] + \dots + \Delta D_{T_{сл}} \quad (4)$$

Змінюючи порядок складових на протилежний та знову перейшовши на розрахункове значення доходів  $\Delta D$  та норм дисконту  $r$ , маємо:

$$\text{НД}_{\text{Тсл}} = \Delta\text{Д} \left[ 1 + (1+r) + (1+r)^2 + \dots + (1+r)^{\text{Тсл}} \right] \quad (5)$$

Взявши суму  $\text{Тсл}$  членів геометричної прогресії, в даному випадку зростаючої, отримаємо:

$$\text{НД}_{\text{Тсл}} = \Delta\text{Д} \left[ (1+r)^{\text{Тсл}} - 1 \right] / r \quad (6)$$

Важливим критерієм економічної ефективності інвестицій в заходи з енергозбереження є:

- простий термін окупності  $\text{Т}_0$ , рік;
- величина інвестицій  $\text{К}$ , грн.;
- потік доходів  $\Delta\text{Д}$  грн/рік

Простий термін окупності  $\text{Т}_0$  дає першу уяву про те, чи приносять інвестиції додатковий дохід та як швидко це відбувається.

Очевидно, що терміни окупності інвестицій  $\text{К}$  з урахуванням дисконтування чи нарощення (капіталізації) проміжних доходів, що поступають, відповідно  $\text{Т}_\text{д}$  та  $\text{Т}_\text{н}$ , рік, визначаються шляхом прирівняння значень  $\text{ДД}_{\text{Тсл}}$  та  $\text{НД}_{\text{Тсл}}$  по формулам (3) та (6) величині  $\text{К}$ .

Нескладні перетворення дають відповідні формули:

$$\text{Т}_\text{д} = -\ln(1 - \text{Т}_0 r) / \ln(1 + r) \quad (7)$$

$$\text{Т}_\text{н} = \ln(1 + \text{Т}_0 r) / \ln(1 + r) \quad (8)$$

де  $\text{Т}_0 = \text{К} / \Delta\text{Д} \quad (9)$

Показник  $\text{Т}_0$  являє собою термін окупності інвестицій без врахування дії часу на отримані в майбутньому доходи від інвестицій – бездисконтний (простий) термін окупності, рік. В директивній економіці цей термін приймався як головний критерій ефективності. Цей показник і в риночній економіці має певний економічний сенс, визначаючи як швидко почнуть окупатися вкладені кошти.

Ще до початку проведення розрахунків показників ефективності інвестицій у впровадження енергозберігаючих заходів на системі тепlopостачання очисних споруд необхідно відмітити, що стан економіки України не дає змоги розраховувати на дуже високі економічні показники проекту.

Стан економіки та умови інвестування характеризуються комплексним показником – нормою (ставкою) дисконту. Визначення норми дисконту – це сама складна та актуальна задача. Коректний вибір норми дисконту дозволяє підвищити точність показників економічної ефективності інвестицій.

Ставка (норма) дисконтування повинна включати мінімально-гарантований рівень доходності, темпи інфляції та коефіцієнт, що враховує ступінь ризику конкретного інвестування. Тому показники норми дисконтування будуть різними для різних умов інвестування.



В даній роботі за основу визначення норми дисконту прийнята облікова ставка Національного банку України. Для розрахунків прийнята норма дисконту 12% ( $r = 0,12$ )

Облікова ставка прийнята за основу при визначенні норми дисконтування виходячи з того, що це є комплексний показник, що встановлюється Національним банком України та є одним з інструментів, за допомогою якого встановлюється орієнтир щодо вартості залучених грошових коштів.

Облікова ставка враховує:

- прогнозний та фактичний рівень інфляції та рівень інфляції за попередні періоди;
- темпи приросту грошової маси в обігу;
- динаміку процентних ставок на міжбанківському ринку кредитних ресурсів;
- динаміку процентних ставок за кредитами та депозитами банків.

При визначенні облікової ставки Національний банк враховує й інші фактори, які можуть вплинути на вартість коштів у національній валюті - інфляційні або девальваційні очікування, процентні ставки рефінансування, які використовуються центральними банками країн, що мають тісні торговельно-економічні зв'язки з Україною, тощо.

При розгляді результатів розрахунків приймаємо до уваги, що практичну цінність мають показники умов дисконтування, бо вони відображають реальні умови господарювання.

Бездисконтний варіант не відповідає реальним умовам господарювання, але його показник – простий термін окупності ( $T_0$ ) приймає участь в подальшому аналізі ефективності інвестицій.

Варіант нарощування (капіталізації) маловірогідний для застосування в чистому вигляді, але частково капіталізація доходів може мати місце після виплати кредитів.

Аналіз, приведених нижче з використанням графіка грошових потоків, економічних показників інвестицій в енергозберігаючі заходи на системі тепlopостачання очисних споруд комунального підприємства «Міськводоканал» показує, що економічна ефективність інвестицій є високою.

Цей факт пояснюється, в першу чергу, тією обставиною, що діюча система тепlopостачання є надзвичайно не ефективною.



Основні економічні показники оцінки інвестицій в реалізацію проекту:

- ❖ Простий термін окупності.....4,1 роки
- ❖ Дисконтний термін окупності.....6,0 років
- ❖ За 20 років життя проекту чистий дисконтний дохід становитиме 2,9 млн. грн.
- ❖ Індекс дохідності (дисконтний) становить 1,85, тобто на кожну гривню капіталовкладень буде отримано чистий дохід 0,82 гривни

#### ВИСНОВОК:

Проект впровадження теплових насосів на очисних спорудах комунального підприємства «Міськводоканал» має високу економічну ефективність

