

# Зміст

ГЛАВА 1 ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ .....	5
1 ПРИНЦИПИ І МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ	5
2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФІНАНСОВЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.....	12
<b>2.1 Проект і проектний аналіз .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Методика виконання проектного аналізу .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Методи фінансової оцінки .....</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Приклади питань до тестового контролю .....</b>	<b>25</b>
3 ЕТАПИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА ФІНАНСОВИЙ АНАЛІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ .....	27
<b>3.1 Основні етапи енергетичного аудиту .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Фінансова оцінка запропонованих заходів.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3 Приклади розрахунку заощадження енергії.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4 Перехресна перевірка пропозицій з заощадження енергії .....</b>	<b>52</b>
<b>3.5 Зменшене граничне повернення.....</b>	<b>53</b>
<b>3.6 Визначення величини капіталовкладень на впровадження проекту з енергозбереження .....</b>	<b>56</b>
<b>3.7 Приклади питань до тестового контролю .....</b>	<b>59</b>
4 ІНЖЕНЕРНА ЕКОНОМІКА .....	60
<b>4.1 Теоретичні відомості .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2. Приклади .....</b>	<b>62</b>
<b>4.3 Завдання для самостійного вирішення.....</b>	<b>64</b>
ГЛАВА 2 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ .....	66
5 ЕНЕРГЕТИКА І ЕКОЛОГІЯ .....	66
<b>5.1 Основні показники забруднення у світі і в Україні.....</b>	<b>66</b>
<b>5.2 Викиди електростанцій .....</b>	<b>69</b>

6 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВИКИДІВ .....	73
7 ВВЕДЕННЯ В ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ .....	75
<b>7.1 Історія питання захисту довкілля</b> .....	76
<b>7.2 Термінологія</b> .....	77
<u>7.3 Екологічний менеджмент</u> .....	85
<b>7.4 Екологічний моніторинг</b> .....	92
<u>7.5 Приклади питань до тестового контролю</u> .....	100
8 КУРСОВА РОБОТА .....	100
<u>8.1 Постановка задачі</u> .....	100
<u>8.2 Перший варіант реконструкції</u> .....	101
<u>8.3 Другий варіант реконструкції</u> .....	102
<u>8.4 Видозміни другого варіанту реконструкції</u> .....	104
<u>8.5 Розрахунок зменшення викидів CO<sub>2</sub></u> .....	105
ЛІТЕРАТУРА .....	105
Додаток А.....	107 <u>6</u>
Додаток Б .....	107 <u>11</u>
Додаток В .....	109

# ГЛАВА 1 ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

## 1 ПРИНЦИПИ І МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

Розробка і наступна реалізація більшості технічних проектів [3], призначених для використання практично в будь-якій галузі, виходить із положення про існування як мінімум двох альтернативних рішень. Найчастіше кількість можливих варіантів проектних рішень становить три і більше, тобто йдеться про альтернативність рішень. Їхню порівняльну оцінку роблять як за технічними параметрами, так і за економічними і екологічними показниками. Таким чином, альтернативність проектних рішень є передумовою для вибору варіанта, що прийнятний технічно і найбільш ефективний щодо мінімізації витрат на його реалізацію, тобто найраціональніший або найоптимальніший.

**Критерії ефективності енергозберігаючих заходів.** Критеріями ефективності та оптимальності проектних рішень звичайно слугують саме економічні показники за умови неодмінного дотримання технічних, технологічних, соціальних і екологічних обмежень. Сказане повною мірою стосується до проєктованих енергозберігаючих заходів. Тут як І базовий варіант використовується вихідне становище, що існувало до впровадження організаційно-технічного заходу (ОТЗ), а як кінцеве враховується становище, що виникає після реалізації заходів.

За умов ринкової економіки глобальний критерій визначення ефективності у вигляді розрахункового народногосподарського ефекту, що застосовувався за умов планової економіки, втратив свій сенс. Тепер на зміну цьому ефемерному критерію використовують інший, порівняно чіткий і ясний — додатковий прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства (надалі для стислості "прибуток"), у результаті реалізації того

чи іншого проектного рішення, включаючи ОТЗ. Якщо ж підприємство є беззаперечно збитковим, то можна знизити або повністю ліквідувати збитки у результаті реалізації ОТЗ.

Офіційним документом, що регламентує порядок визначення ефективності ОТЗ з енергозбереження, є державний стандарт 2155-93 "Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів з енергозбереження", чинний від 01.01.95 (випущений Держстандартом України).

Природно, що при користуванні цим документом не можна не враховувати те, що його розроблено в перші роки формування ринкових відносин і він пов'язан з найдинамічнішою системою перехідного періоду розвитку, а саме із фінансово-кредитними відношеннями.

Виходячи з ДСТУ 2155-93, під економічною ефективністю ОТЗ будемо розуміти розмір додаткового прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства або будь-якого об'єкта або суб'єкта господарської діяльності в результаті розробки і впровадження даного ОТЗ. Щодо виду джерела одержання економічного ефекту заходи з енергозбереження поділяються на групи, пов'язані з одержанням прямої, непрямой, балансової або структурної економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

**Структура технологічних ОТЗ.** При подальшому розгляді особливо відзначимо ті ОТЗ, реалізація яких забезпечує переважно пряму економію ПЕР. До них належить група ОТЗ технологічного спрямування, що зумовлюють економію ПЕР у процесі використання ресурсів, а також зниження втрат і збереження якості ПЕР у процесі їхнього одержання, переробки, транспортування і зберігання.

До складу технологічних ОТЗ відповідно до ДСТУ 2155-93 належать наступні основні заходи:

*-застосування досконаліших технологічних процесів видобутку, переробки, одержання і використання ПЕР, заснованих на широкому використанні новітніх досягнень науки, техніки і технології у відповідних галузях, а також використання "ноу-хау" і передового вітчизняного і закордонного досвіду;*

*-заміна неекономічного і застарілого устаткування, що виробляє і споживає енергію, ефективнішим;*

*-підвищення енергетичного ККД пристроїв і агрегатів за рахунок удосконалювання технологічних процесів і режимів роботи, скорочення тривалості змушених простоїв і невиробничих втрат ПЕР, удосконалення процесів використання палива, застосування рекуперації і регенерації теплоти, рециркуляції енергоносіїв тощо;*

*-застосування комбінованих енерготехнологічних процесів з використанням енергетичного потенціалу продуктів одного технологічного процесу в іншому безпосередньо, без проміжного перетворення енергії;*

*-удосконалювання структури і оптимізація балансу енергоспоживання підприємства за рахунок обґрунтованого вибору найефективніших видів ПЕР і енергоносіїв відповідно до конкретних умов енергоспоживання і системи енергопостачання.*

**Економічні показники ОТЗ.** Прогнозуючи можливі наслідки розробки і впровадження ОТЗ з енергозбереження, варто мати на увазі як чинники, що позитивно впливають на фінансово-економічні показники роботи підприємства, так і негативні чинники.

До чинників, що виникають у процесі реалізації ОТЗ і справляють позитивний вплив на результати діяльності підприємства, належать наступні:

*- можливість поліпшення виробничо-технологічних показників за рахунок збільшення продуктивності і скорочення кількості простоїв технологічного устаткування, поліпшення якості продукції, що випускається, і, як наслідок, зниження питомих енерговитрат на одиницю випущеної продукції відповідної якості;*

*- безпосередня економія ПЕР і зумовлене цим зниження їхньої вартості, що припадає на одиницю випущеної продукції, знижує частку енергетичної складової в собівартості продукції і підвищує її конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринках;*

*- скорочення екологічних платежів, зумовлене зменшенням шкідливих викидів підприємства, а також зниженням витрат, пов'язаних із видаленням і захороненням побічних продуктів і твердих відходів, що не підлягають утилізації, на суму, пропорційну зниженню споживання ПЕР.*

До чинників, що виникають у процесі розробки і реалізації ОТЗ з енергозбереження і спричиняють негативний вплив на фінансово-економічні показники виробничої діяльності, можна зарахувати наступні:

*- додаткові, не передбачені нормальним технологічним процесом витрати фінансових коштів, пов'язані з проведенням зовнішнього або внутрішнього енергоаудиту з метою вибору і обґрунтування ефективності ОТЗ, реалізація яких можлива і найефективніша за умов даного підприємства;*

*- необхідність придбання енергозберігаючого устаткування, матеріалів, техніки, технології, технічних засобів контролю і обліку витрачання ПЕР, пристроїв і приладів діагностики стану енерготехнологічного устаткування;*

*-витрати, пов'язані з монтажно-налагоджувальними роботами і наступним поточним експлуатаційним обслуговуванням енергозберігаючої техніки.*

При виборі черговості впровадження ОТЗ з енергозбереження перевага віддається тим заходам, що відповідають одній з наступних умов:

*-одержання найбільшого додаткового прибутку або зниження збитковості на одиницю коштів, вкладених у розробку і реалізацію ОТЗ, у терміни, що їх можна порівнювати;*

*-одержання порівняльної величини додаткового прибутку або зниження збитковості підприємства, що віднесені на одиницю вкладених коштів, у найкоротші терміни;*

*-мінімальний рівень економічного ризику при розробці і реалізації ОТЗ при порівняльних витратах і термінах реалізації.*

Для стимулювання діяльності з економії і раціонального використання ПЕР відповідно до ДСТУ 2155-93 передбачено два види економічного впливу на енергоспоживачів:

*-можливість одержання субсидій, дотацій, податкових, кредитних та інших пільг для підприємств, що активно розробляють, впроваджують і використовують енергозберігаючі технології та устаткування, а також інших ОТЗ з енергозбереження;*

*-застосування економічних санкцій до підприємств, що допускають безгосподарне використання ПЕР і до підприємств, які виробляють енергетично неефективне устаткування і матеріали.*

*Методика розрахунку ефективності ОТЗ.* Базою для оцінки ефективності ОТЗ з енергозбереження є наступні показники фінансової діяльності підприємства протягом одного розрахункового періоду:

а) для рентабельних підприємств — приріст прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства, грн.

$$\Delta\Pi_t = \Pi_{2t} - \Pi_{1t},$$

де  $\Pi_{1t}$ ,  $\Pi_{2t}$  — прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства протягом t-го розрахункового періоду до і після реалізації ОТЗ відповідно;

б) для тимчасово збиткових підприємств — зниження збитковості підприємства, грн

$$\Delta Y_t = Y_{1t} - Y_{2t},$$

де  $Y_{1t}$ ,  $Y_{2t}$  — збиток підприємства протягом t-го розрахункового періоду до і після реалізації ОТЗ відповідно.

Зміна показника прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства в t-му розрахунковому періоді в результаті реалізації ОТЗ з енергозбереження, визначається за виразом, що враховує зміну витрат за окремими статтями, грн.:

$$\Delta\Pi_t = \sum \Delta C_{\text{п.ит}} + \Delta C_{\text{п.е.т}} + \Delta C_{\text{з.е.т}} + \Delta P_{\text{з.с.т}} + \Delta E_{\text{об.т}} + eK_3$$

де  $N_{\text{п}}$  — кількість видів палива, що використовуються на підприємстві;

$\Delta C_{\text{п.ит}}$  — зміна вартості одного виду палива, що спожито за t-ий розрахунковий період у результаті реалізації ОТЗ з енергозбереження;

$\Delta C_{\text{п.е.т}}$  — зміна вартості покупної теплоенергії за t-ий розрахунковий період у результаті реалізації ОТЗ;

$\Delta C_{\text{з.е.т}}$  — зміна вартості електроенергії, спожитої за t-ий розрахунковий період;



$\Delta P_{3c,t}$  — зміна суми платежів за забруднення навколишнього природного середовища України за t-ий розрахунковий період, зумовлена впровадженням ОТЗ; розрахунок виконується відповідно до "Методики визначення тимчасових нормативів плати і платежів за забруднення навколишнього природного середовища України" (Київ, 1992);

$\Delta E_{об,t}$  — зміна експлуатаційних витрат на обслуговування технологічного устаткування за t-ий розрахунковий період, зумовлена впровадженням ОТЗ;

$e$  — внутрішня норма ефективності;

$K_3$  — капітальні витрати, пов'язані з реалізацією ОТЗ.

Поелементна зміна суми платежів за забруднення навколишнього природного середовища України враховує платежі за викиди шкідливих речовин у межах установленого ліміту і понадлімітні.

У додаткових коефіцієнтах враховано територіальні, екологічні і соціально-економічні особливості регіонів відповідно до "Методики...", згаданої раніше.

Сумарна зміна платежів за забруднення навколишнього природного середовища України включає платежі за викиди шкідливих речовин в атмосферу, за скидання шкідливих речовин у підземні, поверхневі, територіальні і внутрішні акваторії, а також платежі за зберігання твердих і рідких відходів з урахуванням класів їх токсичності і коефіцієнтів, що враховують особливості розташування відходів відповідно до "Методики...", згаданої раніше.

Оцінювання ефективності ОТЗ з технологічного енергозбереження за розрахунковий термін експлуатації енергозберігаючого устаткування виконується з урахуванням інтегрального дисконтування зміни прибутку і норми внутрішньої ефективності або максимального розміру банківської

облікової (дисконтної) ставки, при якій кредит на реалізацію ОТЗ може бути погашений протягом терміну реалізації заходів.

## **2 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО ФІНАНСОВЕ ОЦІНЮВАННЯ ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Якщо виконується розрахунок ефективності ОТЗ для держпідприємства, то може знадобитись розрахунок додаткового прибутку, як це наведено у попередньому розділі. Але в більшості випадків доцільним і більш наглядним є використання тих методик, які використовуються у других країнах, і базуються на повсюдно вживаних (і в нашій країні також) економічних методах [1]. Нижче наведено обґрунтування і пояснення цієї методики і простих методів, які базуються на інтересах приватного інвестора.

### **2.1 Проект і проектний аналіз**

Економія енергії може досягатися двома способами:

- шляхом більш ефективного використання існуючого устаткування;
- шляхом інвестування в нове устаткування з більшою енергетичною ефективністю.

Нас цікавлять фінансові аспекти інвестування в нове устаткування і, зокрема, оцінка потенційних інвестицій.

Інвестиції можуть бути направлені на:

1. Розробку нового товару для того, щоб поліпшити існуючу продукцію або вийти на нові ринки. Цей тип інвестицій буде направлений на збільшення або захист частки ринку.
2. Додаткову виробничу потужність для збільшення частки ринку, або для задоволення ринку, що росте.

### 3. Удосконалення існуючих потужностей для того, щоб:

- поліпшити якість для кращого задоволення покупця;
- зменшити виробничі витрати

Основна причина інвестицій в енергозбереження - це зменшення виробничих витрат. Важливо усвідомити, що та або інша інвестиція може мати декілька вигод: енергозбереження може бути не єдиним її виправданням.

Вкладення грошей в яку-небудь справу, у тому числі і в енергозбереження, завжди переслідує конкретну мету. Досягнення цієї мети є результатом виконання ряду дій, які в світовій практиці прийнято об'єднувати загальним терміном "*проект*".

Під проектом зазвичай розуміють комплекс взаємозв'язаних заходів будь-якого характеру, направлених на досягнення поставленої мети протягом заданого проміжку часу і при встановленому бюджеті.

Доцільність реалізації будь-якого проекту повинна бути оцінена ще на стадії його формування. Для цього зазвичай виконують так званий *проектний аналіз*, який є системною оцінкою достоїнств і недоліків інвестиційних проектів.

Проектний аналіз націлений на оцінку підвищення суспільного або приватного добробуту. Досягається ця мета тим, що всі достоїнства і недоліки проекту в міру можливості переводяться у вартісні (грошові) величини.

Повний проектний аналіз припускає оцінку проекту з найрізноманітніших точок зору: технічну, економічну, фінансову, екологічну і соціальну. Таким чином, фінансовий аналіз, що розглядається в даному курсі, є тільки частиною проектного аналізу. Проте, оскільки конкретні проекти в області енергозбереження реалізуються на цілком визначених виробничо-господарських об'єктах і фінансуються конкретними

інвесторами, для прийняття обґрунтованого рішення про ухвалення проекту або про відмову від нього, як правило, є достатнім проведення його технічної і фінансової оцінки.

## **2.2 Методика виконання проектного аналізу**

Декілька спрощено *методика виконання проектного аналізу* може бути представлена у вигляді постановки ряду питань і отримання відповідей на них (практично аналогічні питання виникають і в процесі фінансової оцінки проекту). Таких питань шість:

1. Яка мета проекту?
2. Які варіанти проекту необхідно порівнювати в даному конкретному випадку?
3. На якій перспективі (у якому "масштабі") повинні оцінюватися вигоди і витрати проекту?
4. Який період часу потрібно використовувати при оцінці вигод і витрат проекту?
5. Які є вигоди і витрати проекту і як вони можуть бути оцінені?
6. Які критерії можуть бути використані для ухвалення рішення про реалізацію проекту або про відмову від нього?

Відповідь на перше питання проектного аналізу завжди представляється очевидною. Проте, ретельне формулювання мети проекту може згодом виявитися дуже корисним для виявлення всіх його достоїнств і недоліків, і отже, для правильної оцінки вигод і витрат проекту. Тому, не дивлячись на очевидність даного питання, мету проекту необхідно сформулювати якомога конкретніше.

Оскільки однієї цілі можна досягнути різними способами, при виконанні фінансового аналізу, як правило, виникає необхідність двох або більшої кількості варіантів проекту (чи проектів). Таке порівняння

необхідно для вибору найбільш доцільного (оптимального) варіанту проекту, чи набору проектів. При цьому варіанти (чи проекти), які порівнюються, можуть бути незалежними, взаємозв'язаними чи альтернативними.

Крім того, необхідно уявляти собі, що навіть при виконанні фінансового оцінювання тільки одного проекту (або єдиного його варіанту), фактично слід порівнювати два варіанти: "з проектом" і "без проекту". Порівняння ситуації "з проектом" і "без проекту" є загальним терміном, вживаним в проектному аналізі для опису методу, який дозволяє оцінити, що відбуватиметься у разі здійснення проекту в порівнянні з його відсутністю. Слід пам'ятати також, що в даному випадку необхідно порівнювати граничні (додаткові) вигоди і витрати ситуації "з проектом" по відношенню до ситуації "без проекту".

Визначення перспективи - це встановлення "масштабу", в якому буде оцінено проект. З погляду вартісної оцінки проекту може бути виконаний або економічний, або фінансовий його аналіз.

Економічний аналіз є оцінкою доцільності здійснення проекту з погляду суспільства в цілому (такий аналіз інакше можна назвати макроекономічним). Метою проведення економічного аналізу є максимізація суспільної вигоди від реалізації проекту. При його виконанні оперують не ринковими цінами, а цінами, які відображають дійсну (повну) вартість використання суспільством тих або інших ресурсів (наприклад, праці, іноземної валюти, паливно-енергетичних ресурсів і тому подібне). Економічний аналіз не є предметом вивчення в даному курсі.

Фінансовий аналіз припускає оцінку доцільності реалізації проекту з *позиції приватного інвестора*. Метою такого аналізу є максимізація приватного прибутку для інвестора - тобто для того, хто вкладає гроші в проект, або для виділення фіксованого бюджету для великих накопичень.

При виконанні фінансового аналізу всі витрати і вигоди проекту приймаються такими, якими вони склалися на приватному ринку. Такий аналіз здійснюється значно простіше, ніж економічний, і є доступнішим для інженерів, що не мають спеціальної економічної підготовки. Тому (а також через його достатність) в подальшому передбачається докладно розглянути тільки *фінансового оцінювання* інвестиційних проектів.

Під *часовим горизонтом проекту* (або тривалістю його життєвого циклу) слід розуміти період часу, як правило в роках, упродовж якого цей проект буде використовуватися і приносити прибуток.

Щоб встановити часові межі проекту, необхідно відразу ж призначити термін його закінчення. При цьому залежно від конкретної ситуації можна орієнтуватися на тривалість періоду фізичного або морального зносу основних фондів, що придбають або споруджують. Це може бути 30 - 40 років для крупної електростанції, або менше 2 років для лампочки.

Важливість встановлення правильних часових меж проекту для об'єктивної оцінки його доцільності очевидна. Скорочення або подовження тривалості проекту визначає інтервал часу, протягом якого передбачається надходження доходів або нарахування витрат за проектом. Тому часовий горизонт проекту повинен бути об'єктивною оцінкою тривалості його існування, незалежно від того, наскільки такий період робить проект привабливим або непривабливим.

Крім зміни цінності грошей, час сам по собі дуже важливий фактор для правильної оцінки загального об'єму витрат і вигод, які будуть зроблені або отримані в результаті здійснення проекту. Тому вже на початку виконання фінансового аналізу необхідно однозначно встановити часові межі (часовий горизонт) проекту.

Після аналізу цих попередніх факторів переходять до безпосередньої експертизи.

### **2.3 Методи фінансової оцінки**

Перший етап експертизи - перерахувати і прорахувати всі можливі витрати і вигоди, що відносяться до проекту. Важливо також знати точне нормування цих витрат і вигод.

Корисно представити цю інформацію у вигляді прогнозу руху грошової готівки.

Прогноз руху грошових коштів є фундаментальною інформацією, необхідною для експертизи проекту. Він включає три ключові моменти:

- витрати;
- вигоди;
- розподіл в часі витрат і вигод.

Баланс між витратами і вигодами є основною характеристикою привабливості проекту, тобто ніж більше вигод по відношенню до витрат, тим привабливіше проект. Мета полягає в максимальній вигоді при найменших витратах.

Найбільш простий метод оцінки проекту - це розрахунок періоду повернення грошей (розрахунок строку окупності). Це просто період часу, впродовж якого вигоди від проекту стануть рівними витратам на проект. **Період повернення грошей (строк окупності)**, можна виразити таким чином:

$$P = \frac{K_v}{E},$$

де  $K_v$  - капітальні витрати, грн;

$E$  – економія грошових коштів, грн/рік.

Отже, чим коротше період повернення грошей, тим більш привабливішим є проект.

Такий метод оцінки найчастіше використовують при експертизі проектів, оскільки він відрізняється:

- простотою розрахунку;
- доступністю.

Взагалі, цим методом важко оцінювати проекти з періодом повернення грошей більш одного-двох років. Існують складніші методи оцінок, у яких відсутні недоліки, наявні в методі розрахунку повернення грошей:

- у ньому не враховується змінювання вартості грошей у часі.  
Що краще: щоб дали \$200 зараз, \$300 протягом двох років або \$1000 протягом п'яти років?
- у ньому ігноруються вигоди, які будуть отримані від проекту після закінчення періоду повернення грошей.

Час - критичний чинник для очікуваних вигод і витрат будь-якого проекту, оскільки гроші, що отримують зараз мають більшу цінність, ніж гроші, які будуть отримані в майбутньому.

Існують три основні причини *зниження цінності грошей в часі*:

- відстрочення в отриманні грошей приводить до втрат у зв'язку з відкладеним попитом або упущеним доходом ("сьогоднішні" гроші вже зараз можна використовувати для задоволення своїх потреб, або вони можуть принести додатковий дохід, будучи збереженими в банку або вкладеними в якийсь проект;
- купівельна спроможність грошей постійно знижується у зв'язку з інфляцією, що має місце в будь-якій державі;
- отримання "завтрашніх" грошей завжди пов'язане з деяким ризиком і невизначеністю.

Змінювання цінності грошей в часі (тобто зниження цінності майбутніх доходів і витрат) у фінансовому аналізі проектів враховується за допомогою



одного з двох основних методів: компаундування (нарахування складних відсотків) або дисконтування, які пояснюються нижче.

**Компаундування** аналогічно розміщенню інвестиційних грошей в банк на декілька років і отриманню нарахованого складного відсотка на цю суму. Наприклад, якщо \$100 покладені в банк під 10% річних, то річний складний відсоток після трьох років складе:

$$\text{Рік 1} \quad \$100 * 1.1 = \$110$$

$$\text{Рік 2} \quad \$110 * 1.1 = \$121$$

$$\text{Рік 3} \quad \$121 * 1.1 = \$133.1$$

Розрахунок може бути проведений за допомогою формули:

$$FV = PV(1+r)^n$$

$$FV = \$100(1+0.1)^3$$

$$FV = \$100 * 1.331$$

$$FV = \$133.10,$$

де FV – (future value) майбутня вартість;

PV – (present value) сьогоднішня вартість;

r - ставка дисконтування (банківська ставка).

**Дисконтування** - це те ж, що і нарахування складного відсотка, тільки навпаки. Використовуючи попередній приклад, тобто розміщення \$100 в банк під 10% річних, через 3 роки дає такий складний відсоток:

$$\$100(1+0.1)^3 = \$133,1$$

Таким чином при ставці дисконтування у розмірі 10%, \$133,1, отримані через три роки, еквівалентні \$100 сьогодні. Це відображає той факт, що вартість суми, яка буде отримана в майбутньому менше, ніж її нинішня вартість, причому вартість з часом знижується. Це явище відбувається

унаслідок інфляції і невизначеності, що відображається при дисконтуванні грошового потоку.

Це виражається рівнянням:

$$PV = FV * 1/(1+r)^n$$

$$PV = \$133.10 * 1/(1+0.1)^3$$

$$PV = \$133.10/1.331.$$

У складніших методиках оцінки враховується, що:

- рух готівки здійснюється впродовж всього періоду реалізації проекту;
- готівка, зараз має більшу цінність, чим та ж сума готівки в майбутньому, і чим довше період затримки готівки, тим меншу цінність вона має.

### **Чиста приведена вартість (ЧПВ)**

Метод, в якому враховується змінювання вартості грошей у часі, є розрахунком чистої приведеної (поточної) вартості (ЧПВ). У такому методі оцінки враховуються вигоди від проекту на всьому протязі його дії. Він дозволяє приводити майбутні вигоди до поточної вартості грошей (тобто перераховувати їх на теперішній момент). Відповідні коефіцієнти дисконтування використовуються для приведення потоку готівки, і щорічні приведені суми складають, щоб отримати чисту приведену вартість. Для того, щоб проект виглядав привабливо, ЧПВ повинна бути більше нуля.

$$ЧПВ = ПВВ - ПВК$$

де  $ПВВ$  - приведена вартість вигод;

$ПВК$  – приведена величина капітальних вкладень.

$$ПВВ = \sum_{j=1}^n ПВ_j = \sum_{j=1}^n (E \times k_j),$$

де  $E$  – річна економія коштів;

$k_j$  – коефіцієнт дисконтування.

$$k_j = \frac{1}{(1+r)^j},$$

де  $r$  - рівень дисконту у формі десяткового числа (дисконтна ставка);

$j$  – номер року.

Аналогічно визначається  $ПВК$ , з врахуванням того що, зазвичай капітальні витрати робляться до моменту впровадження обладнання. Момент передплати коштів за впровадження заходу умовно рахують як нульовий рік, бо ще не почала з'являтися економія. Коефіцієнт дисконтування для нульового року дорівнює одиниці.

Метод розрахунку  $ЧПВ$  показує, чи заробляє інвестиція більше (позитивна  $ЧПВ$ ) або менше (негативна  $ЧПВ$ ), ніж відповідно до наміченого темпу повернення. Іншими словами, проект заощадження енергії вважається вигідним, якщо  $ЧПВ$  більше нуля.

Значення дисконтної ставки, при якій ЧПВ рівно нулю називається **внутрішньою нормою прибутку ВВП**. Чим більше ВВП тим привабливіше проект. ВВП неможливо розрахувати аналітично. Її знаходять або графічним шляхом, як точку перетину функції ЧПВ =  $f(r)$  з віссю абсцис, чи за допомогою стандартної функції MS Excel.

### **Коефіцієнт витрати-вигоди (cost to benefit ratio)**

Даний метод оцінки проектів використовується в фінансовому аналізі дещо рідше. Цей коефіцієнт визначається як відношення суми приведених витрат проекту до суми його приведених вигод.

$$C/V = \frac{ПВК}{ПВВ}$$

Суть відбору проектів по даному критерію полягає в тому, що вибирати слід всі незалежні проекти із значеннями коефіцієнта C/V менше одиниці.

Хоча коефіцієнт C/V користується достатньо широкою популярністю (особливо в умовах обмеженого бюджету), він має ряд серйозних недоліків. Зокрема, він може давати неправильні результати ранжирування навіть незалежних проектів, і тим більш, ним не можна користуватися, коли вибір робиться серед взаємозв'язаних або взаємовиключних (альтернативних) проектів.

Оскільки порівнюється відносний розмір вигод по відношенню до витрат проекту, потрібно пам'ятати, що коефіцієнт C/V ніяк не характеризує абсолютну величину чистих вигод проекту. Наприклад, невеликий проект може мати нижчий коефіцієнт C/V, ніж набагато крупніший проект. Але у крупного проекту загальна сума чистих вигод може виявитися більшою.

### **Аннуїтет чистої приведеної вартості**

Аннуїтет чистої приведеної вартості - це інструмент, вживаний для перетворення ЧПВ в середньорічний чистий прибуток для всього терміну дії проекту. ЧПВ - це величина, на яку переваги в даний час перевищують витрати проекту. Аннуїтет ЧПВ це відношення ЧПВ до суми коефіцієнтів дисконтування за всі роки дії проекту, починаючи з першого.

$$An = \frac{\text{ЧПВ}}{\sum_{j=1}^n k_j}$$

Аннуїтет чистої приведеної вартості є середня величина, на яку проект перевищує їх щорічно на протязі виконання проекту. Це особливо зручно при порівнянні проектів з термінами, що значно відрізняються.

### **Відношення ЧПВ/капітал**

Вельми корисним при виконанні фінансового аналізу проектів може вважатися визначення ще одного критерію - відношення чистої приведеної вартості проекту до капіталу, що витрачається на нього.

Визначення даного критерію може виявитися корисним для ранжирування ряду незалежних проектів при необхідності вибору черговості їх реалізації в умовах обмеженого бюджету. Відбираються проекти що задовольняють висунутим вимогам по капіталу.

### **Як вибрати метод оцінювання?**

Метод повернення грошей легкий для виконання розрахунків і простий для розуміння більшістю людей. Основні недоліки, як вже зазначалось, полягають у тому, що він ігнорує вигоди (і витрати), які з'являються після періоду повернення грошей, та не враховує змінювання вартості грошей у часі.

Розрахунок ЧПВ складніший і результат не завжди простий для розуміння. Часто присутній високий ступінь невпевненості, що стосується вигод і витрат, які можуть мати місце через декілька років (хоча в коефіцієнтах дисконтування це враховується, оскільки чим далі за часом отримання вигоди від витрат, тим менше її вартість на сьогоднішній день). Проте, метод ЧПВ враховує всі витрати і вигоди впродовж всього життя проекту. Основою для розрахунку ЧПВ є те, що підприємство має стандартну ставку дисконту, а якщо це не так, то можна використовувати метод ВВП. Якщо порівнювати метод ВВП з методом ЧПВ, то перший має ті ж достоїнства і недоліки.

Найбільш прийнятний метод може бути вибраний тільки після обговорення всіх варіантів з менеджерами підприємства. У Західній Європі метод розрахунку повернення грошей часто використовується для невеликих інвестицій, а складніші методики дисконтування - для крупних інвестицій. Відношення витрати/вигоди, аннуїтет чистої приведеної вартості, відношення ЧПВ/капітал є корисними інструментами для оцінки результатів аналізу ЧПВ при виборі проекту. Незважаючи на те, що енергоменеджер безпосередньо не використовує ці інструменти, будь-які його пропозиції можуть бути оцінені з їх допомогою, тому важливо розуміти суть цих методів.

Порівняння проектів з метою ухвалення правильних інвестиційних рішень є найскладнішою проблемою для правильного планування розвитку виробництва. Ранжирування проектів по різних критеріях може тільки ускладнити рішення даного питання, оскільки кращий проект по одному з критеріїв може опинитися далеко не кращим по іншим критеріям.

Ймовірно, найбільш часто використовуваними в фінансовому аналізі критеріями є ЧПВ, відношення С/В і ВВП. Проте, більшість аналітиків схиляються до того, що при розгляді конкретного проекту майже завжди

кращим є метод ЧПВ (особливо за умови, що порівнювані проекти незалежні і немає обмежень на капітальні витрати). До цього виводу нас схиляє та обставина, що метод ЧПВ направлений на максимізацію приватних вигод для інвестора. Більшою мірою покладатися на даний метод спонукають нас також недоліки, властиві методам ВНП і С/В. ВНП робить нереалістичне допущення про те, що кошти, отримані в результаті виконання проекту, можуть потім бути реінвестовані по тій же ставці, що і ВНП, в той же час ЧПВ припускає, що кошти будуть реінвестовані за дійсною ставкою.

Кінець кінцем рішення схвалити або відхилити проект завжди приймається в руслі загальної стратегії розвитку підприємства, оскільки фінансовий аналіз - це тільки один з компонентів проектного циклу.

#### ***2.4 Приклади питань до тестового контролю***

1. Якими способами може досягатися економія енергії?
2. Основна причина інвестицій в енергозбереження – це?
3. Мета експертизи вартості різних проектів – це?
4. Під проектом розуміють
5. Повний проектний аналіз передбачає оцінку проекту з різних точок зору
6. Оскільки одна і та ж мета може бути досягнута різними способами, при виконанні фінансового аналізу виникає необхідність
7. При виконанні фінансової оцінки лише одного проекту фактично слід порівнювати два варіанти тому що
8. Фінансовий аналіз передбачає оцінку доцільності реалізації проекту з позиції
9. Під часовим інтервалом проекту розуміють
10. На першому етапі фінансової експертизи слідує

11. Основною характеристикою привабливості проекту є
12. Цінність грошей в часі знижується із-за
13. Компаундування – це
14. Дисконтування відображає той факт, що



### **3 ЕТАПИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТА ФІНАНСОВИЙ АНАЛІЗ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ**

Енергетичний аудит [4] - це вид діяльності, спрямований на зменшення споживання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання за рахунок підвищення ефективності їх використання. Енергетичний аудит призначений для вирішення таких головних завдань:

- обстеження стану використання енергетичних ресурсів на об'єкті;
- аналіз ефективності споживання енергетичних ресурсів;
- розроблення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження енергетичних або грошових витрат;
- визначення потенціалу заощадження енергії;
- економічне обґрунтування організаційно-технічних заходів.

Об'єктом енергетичного аудиту може бути будь-яке підприємство, енергетична установка, будівля, агрегат, який генерує, перетворює, або споживає енергію.

Підсумковим документом енергоаудиту є звіт, що, зазвичай, містить три розділи:

1. Опис об'єкту;
2. Зібрання даних про споживання енергії на об'єкті, та аналіз зібраних даних;
3. Рекомендації по заощадженню енергії.

Опис об'єкту і його будівель характеризує наявні на об'єкті установки і обладнання, режим їх роботи, продуктивність, а також оцінює ефективність виробничого обладнання. Наприклад, опис котельні містить

інформацію про кількість і тип котлів, спосіб керування їх режимами, параметри пари та продуктивність котлів.

Завданням розділу звіту про вивчення стану енерговикористання є визначення кількості енергії й енергоносіїв, що використовуються різними споживачами обстежуваного об'єкту, а також їх вартості. Крім того, проводиться порівняння фактичного споживання енергії на об'єкті з прийнятими нормативами. На основі зібраних даних проводиться аналіз енергоспоживання і виявляються шляхи підвищення ефективності енерговикористання, яке дає можливість виявити ділянки об'єкта, в яких інвестиції дадуть найбільший економічний ефект.

Рекомендаційна частина звіту містить пропозиції стосовно ефективного використання енергії, які розроблені під час проведення обстеження і за результатами аналізу енергоспоживання. Пропоновані практичні проекти повинні обґрунтовуватись техніко-економічними розрахунками. Опис заходів з заощадження енергії містить такі ключові моменти: що потрібно робити, щоб заощадити енергію; як ці дії приведуть до заощадження енергії: співвідношення потенційних заощаджень з інвестиціями на реалізацію заходів.

### ***3.1 Основні етапи енергетичного аудиту***

#### **3.1.1 I етап. Одержання інформації про споживання енергії**

- ***Первинний огляд підприємства, його основних технологічних процесів та енергоспоживаючих установок***

Енергетичний аудит розпочинається з первинного огляду підприємства, в процесі якого збираються данні про діяльність

підприємства, яке обстежують, його продукцію; одержують інформацію про те, які здійснювались міри щодо енергозбереження в минулому, та чи є на підприємстві служба або посадова особа, які займаються питаннями енергозбереження.

- ***Збирання первинних даних про споживання палива і енергії за попередній і поточний роки;***

Для збирання первинних даних повинна бути розроблена форма, до якої заносять цифри щомісячного споживання різних видів енергії. Якщо це буде потрібно, ці данні збиратимуться за декілька минулих років. Доцільно цю інформацію представити у графічному вигляді (графіки місячного споживання). Важливо також зареєструвати значення теплотворної здатності нестандартних видів палива. Наявність всіх цих даних дає можливість визначити тенденції у використанні паливно-енергетичних ресурсів, що є базою для визначення техніко-економічних показників по об'єкту в цілому.

- ***Аналіз структури енергоспоживання***

Ця інформація може бути представлена у вигляді таблиці або секторної (кругової) діаграми. Аналіз структури енергоспоживання допомагає сформулювати стратегію енергоспоживання на перспективу.

- ***Аналіз структури витрат на енергію***

Аналогічно з попереднім пунктом аналізують частковий вклад різних видів енергії у грошовому вигляді. Це дозволяє намітити попередній напрямок енергетичного аудиту, звернувши увагу на види енергії з найбільшими частковими витратами.

- ***Визначення витрати енергоносіїв на одиницю продукції, що випускається, по підприємству і окремим підрозділам***

Якщо аудит проводиться на промисловому підприємстві, доцільно до форми щомісячного споживання енергії внести кількість виробленої продукції. Це дасть змогу оцінити питомі витрати енергії на одиницю продукції, що випускається, та оцінити частку вартості енергоносіїв у вартості продукції.

### **3.1.2 II етап. Вивчення паливно-енергетичних потоків по об'єкту в цілому і окремих підрозділах**

- ***Вивчення схеми основного технологічного виробництва і його процесів***

Для того щоб мати достатнє уявлення про те, де споживається енергія, необхідно розібратися у виробничих процесах на об'єктах. Для цього можуть знадобитися екскурсія по заводу та обговорювання з керівниками виробничих дільниць та операторами і диспетчерами технологічного процесу, інженерами технологами. В результаті складається схема технологічного процесу (блок-схема процесу). До складу схеми входить вихідна сировинна база, послідовність окремих технологічних операцій, їхній взаємозв'язок для одержання основної та допоміжної

продукції. Схема необхідна для наступного обліку енергетичних ресурсів на кожному рівні. Важливе значення має також і характер роботи. Треба з'ясувати графік роботи (восьмигодинний чи цілодобовий). Якщо мова йде про дискретний процес, то треба визначити час його початку і кінця.

- ***Побудова схеми споживання об'єктом енергетичних ресурсів***

Для кожного елемента складеної блок-схеми технологічного процесу повинні бути визначені вхідні і вихідні потоки енергії, а також втрати. На основі доступної інформації та візуальних перевірок треба оцінити відносні розміри потоків енергії і втрат та скласти перелік основних споживачів енергії (як на комунальні, так і на виробничі потреби). При розрахунку споживання кінцевими користувачами можуть знадобитися додаткові вимірювачі. Для відділення навантажень технологічного процесу від навантажень, пов'язаних з опаленням треба розглянути сезонні коливання енергоспоживання. Якщо навантаження технологічного процесу відносно незмінно, його оцінювання може бути зроблено шляхом визначення споживання палива в період, коли опалювальний сезон завершено.

- ***Складання карти використання енергетичних ресурсів***

На цій стадії детально досліджуються енергоспоживачі шляхом розбивання системи по корпусам, групам технологічних процесів та окремим процесам та установкам. Для кожної підсистеми визначається чисельність діючого та резервного обладнання, продуктивність кожного агрегату та кількість споживаної їм енергії. При складанні карти енергоспоживання інколи проводяться додаткові заміри у вузлових точках підприємства, а також розрахунки.

Величина потоків енергії на об'єкті може бути оцінена за допомогою:

- любих наявних та додаткових вимірювачів;
- паспортної інформації фірми-виготовлювача на обладнання (слід бути уважним при використанні такої інформації, тому що можуть мати місце великі розбіжності у використанні енергії, якщо дане обладнання було модифіковане або у нього були вмонтовані нестандартні деталі);
- розмірів труб (максимальна фактична швидкість переміщення даної рідини по трубах дає уявлення про можливі навантаження)
- при відсутності стаціонарних електричних лічильників можна використовувати портативні електричні вимірювачі, які не потребують розриву кіл (перевірка електроспоживання за допомогою токовимірювальних кліщів).

Карта енергоспоживання дозволяє оцінити потоки різних видів енергії, а також найбільш енергоємні підрозділи.

- ***Складання паливно-енергетичного балансу підприємства в цілому та за окремими видами енергоресурсів***

Паливно-енергетичний баланс об'єкта є основним для оцінки вибору раціональних енергоносіїв та прогнозу енергоспоживання. Баланс за окремими енергоресурсами об'єкта дозволяє в цілому оцінити ефективність використання різних енергоносіїв, акцентувати увагу на окремих споживачах енергії для поглибленого вивчення.

- ***Виявлення найбільш енергоємних споживачів і збирання даних щодо них***

До важливіших споживачів електричної енергії можуть бути віднесені:

- освітлення
- опалення приміщень
- кондиціонування повітря
- печі
- компресори
- холодильники
- насоси
- вентилятори
- виробничі машини і механізми.

До важливих споживачів палива відносяться:

- парові котли
- водогрійні котли
- печі
- опалення приміщень
- система гарячого водопостачання
- генератори
- нагрівачі
- сушильні шафи

Щодо усіх споживачів встановлюють вихідні паспортні дані, схеми енергоспоживання. Визначення найбільш енергоємних споживачів проводиться за допомогою відповідних вимірювань режимних параметрів їхньої роботи.

- ***Визначення питомих норм споживання енергії окремих споживачів***

Питомі норми (витрати енергії на одиницю продукції) споживання енергії окремих споживачів і об'єкта в цілому дають можливість порівняти їх з аналогічними нормами високопродуктивних виробництв і виявити окремих споживачів з завищеними нормами для подальшого обстеження.

- ***Складання енергетичного балансу щодо окремих енергоємних споживачів***

Це дозволяє оцінити ефективність використання різних видів енергії, врахувати їх нераціональне використання, намітити шляхи економії.

### **3.1.3 III етап. Аналіз ефективності використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів**

- ***Аналіз ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів окремих технологічних процесів***

Метою цього етапу є аналіз поточного споживання енергії на об'єкті та визначення області, де це споживання може бути зменшено. Існує три загальних підрозділи:

- області недоцільного використання (наприклад, використання стиснутого повітря для охолодження та очистки);



- області втрат (наприклад, надмірне попереднє нагрівання печі, надмірний тиск пари чи повітря, допоміжне обладнання, не вимкнене під час простою основного обладнання);
- низька ефективність перетворення (котли, компресори, холодильне устаткування).

Після виявлення цих областей можна визначити необхідні програми для виправлення положення.

### • *Критичний аналіз потоків енергії*

Порядок аналізу:

#### 1. *Аналіз кінцевого споживача*

Розглядаючи процес чи крупного споживача треба відповісти на ряд питань:

- для якої мети необхідна енергія? (наприклад, насос споживає енергію для того, щоб забезпечити проходження рідини по трубопроводу);
- чи є це споживання необхідним? (чи необхідно подавати рідину насосом?);
- чи можливо зменшення навантаження? (чи необхідно прокачувати всю рідину постійно? чи можемо ми краще керувати насосом, щоб зменшити споживання енергії? можливо електродвигун насосу більший ніж потрібно? чи правильно був вибраний насос для задачі, яку він вирішує?);
- чи є альтернативні способи задоволення потреб? (чи не можна використовувати напірний бак? чи нема якогось іншого способу вирішення цієї задачі?)

- чи вірно встановлено час витрат енергії? (чи працює установка тільки тоді, коли в цьому є необхідність?)

## 2. *Аналіз системи розподілу*

Після дослідження кінцевого споживача переходимо до можливої раціоналізації систем розподілу. Питання на які треба відповісти в цьому аналізі:

- чи буде економічно доцільною децентралізація деяких навантажень?
  - чи можливо вилучити резервну систему трубопроводів?
  - чи можливо скоротити відрізки трубопроводу?
  - чи є втрати в сітях енергопостачання?
  - чи нема пошкоджень ізоляції?
  - чи можливо зменшити споживання електроенергії насосами шляхом використання регулювання швидкості електроприводу?
  - чи не можна знизити тиск пари для зменшення втрат?
  - чи не можна збільшити повернення конденсату?

## 3. *Аналіз ефективності перетворювання енергії*

Конкретні питання, які потрібно вирішувати на цьому етапі залежать від того типу обладнання, яке генерує потрібний вид енергії. Щоб досягти економії в цій області потрібно знання відповідної техніки та сучасний досвід кращих аналогічних підприємств. Конструктивні данні на устаткування, що використовують, можуть бути отримані з документації, яка є на об'єкті, або від фірм виробників даного устаткування. При цьому можливо прийдеться розглянути доцільність заміни застарілого устаткування на сучасне з більшою ефективністю, або підвищення

ефективності існуючого за рахунок встановлення системи автоматичного регулювання, очищення забрудненої поверхні теплообміну, тощо.

### **3.1.4 IV етап. Формування переліку енергозберігаючих проектів**

Після завершення етапу збору даних в процесі здійснення аудиту, розпочинається процес формування та оцінювання потенціальних проектів. Це дає можливість порівняти всі ідеї та сформуванати пріоритетний список проектів.

При цьому важливо обговорювати ідеї з персоналом підприємства. Це дозволить з'ясувати, чи не апробувались вони раніше, але виявились невдалими та були відкинуті внаслідок обмежень технологічного процесу чи інших обмежень. При цьому доцільно отримати відповіді на такі питання:

- які міри по економії енергії на об'єкті прийняті?
- які проекти розпочаті?
- які проекти заплановані?
- які основні перешкоди мають місце за думкою керівників підприємства для планування та економії споживання енергії на даному об'єкті.

### **3.1.5 V етап. Оцінювання проектів**

- ***Мета оцінювання проектів***
  - перевірити, які проекти будуть працювати
  - перевірити, які проекти є доцільними

- вивчити взаємодії проектів
- розрахувати кінцеві фінансові результати проектів
- порівняти конкуруючі проекти та визначити пріоритети
- скласти висновки.

- ***Технічна перевірка проектів***

Ця перевірка має своєю метою забезпечити гарантію того, що визначений проект не стане неприйнятним за технічними міркуваннями. На цьому етапі треба по-перше з'ясувати питання пов'язані з технічним ризиком:

- чи буде устаткування взагалі працювати?
- чи буде робота проходити при проектних умовах?
- чи правильні розміри?

По-друге треба з'ясувати які можуть бути побічні ефекти:

- негативний вплив на якість продукції
- підвищене технічне обслуговування
- низька надійність
- забруднення допоміжних речовин (наприклад, води, яку

подають до котла).

- ***Перевірка доцільності проектів***

Це подальша перевірка, мета якої гарантувати, що даний проект не виявиться неприйнятним за такими міркуваннями:

- причини екологічного характеру (не порушує існуючих чи запропонованих норм)

- чи є це рішення найкращим у довгостроковому плані, а не лише в короткостроковому

- чи не є це рішення неприйнятним для компанії за якимись міркуваннями неекономічного характеру (наприклад, потребує ліквідації будинку культури).

- ***Фінансове оцінювання проектів***

Цей етап складається по-перше, з оцінювання можливої вартості проекту. Тут треба врахувати такі складові:

- пошук бюджетів (внутрішніх чи зовнішніх)  
- збір комерційних пропозицій від фірм постачальників обладнання

- контакти з колегами та вивчення досвіду попередньої аналогічної роботи

По-друге, розраховують вигоди від проекту, які повинні враховувати такі фактори:

- економія експлуатаційних витрат
- чутливість до змінних цін
- ризик
- рівень забезпечення обслуговуючим персоналом.

Також треба звернути увагу на метод фінансового оцінювання. Якщо проект не є мало затратним, або строк його окупності більше одного року, треба використовувати методи, які враховують змінність вартості грошей за часом (метод чистої поточної вартості, метод розрахунку рентабельності інвестицій, метод розрахунку внутрішньої норми прибутку).

- ***Вибір програми енергозбереження***

На основі проведених технічної та фінансової оцінок розробляється конкретна програма енергозбереження для першочергового впровадження.

### **3.1.6 VI етап. Підведення підсумків енергетичного аудиту**

- ***Складання звіту***

Звіт повинен мати такі складові:

1. Анотація
2. Вступ

Вступ повинен включати до себе опис суті аудиту та причини її виконання, а також загальний опис технологічного процесу та опис схеми технологічного процесу

3. Ревізія енергопостачання
  - зведення споживання та затрат
  - розбивання для кожного виду палива
  - розбивання на випадок крупної системи
4. Подальші розділи
5. Додатки

- ***Презентація звіту***

- ***Впровадження програми енергозбереження (за подальшою домовленістю)***

- ***Організація системи енергетичного менеджменту***

Найкращі результати в зниженні питомих витрат будуть досягнуті, якщо по закінченні енергоаудиту на підприємстві буде організована система енергетичного менеджменту – системи керування, основаної на постійному проведенню вимірювань та перевірок (для цього адміністрація повинна ввести посаду енергоменеджера на підприємстві).

### **3.2 Фінансова оцінка запропонованих заходів**

Розроблення рекомендацій є найважливішим етапом енергоаудиту, оскільки заради одержання обґрунтованих пропозицій з підвищення ефективності використання енергії проводиться енергетичне обстеження. Важливо підкреслити, що не можна обмежуватися очевидними заходами, такими, наприклад, як запровадження енергоефективного обладнання. Слід звернути увагу на менш очевидні можливості підвищення енергоефективності, прикладами яких можуть бути зміни системи енергопостачання, застосування комплексного виробництва теплової і електричної енергії, використання як палива відходів виробництва, зміна методів виробництва на такі, що дозволяють використовувати дешевші енергетичні ресурси.

Крім того необхідно враховувати, що метою є не збереження енергії, а скорочення грошових видатків і не завжди це одне й те саме. Наприклад, у випадку електроопалення, найбільш ефективним заходом є впровадження баку-акумулятору і підігріву необхідної води на опалення в нічний час за низькими тарифами. При цьому добові витрати електроенергії можуть трохи підвищитись за рахунок тепловтрат баку (загальна кількість добових витрат енергії саме на опалення не

змінюється), але грошові витрати зменшаться майже в чотири рази (нічний тариф на електричну енергію складає 0,25 від звичайного).

Є різні способи класифікації пропонованих рекомендацій з енергоощадності. Їх можна розділити стосовно категорій енергоспоживання або стосовно альтернативних вирішень однієї і тієї ж енергетичної проблеми. Однак, найчастіше застосовують розподіл заходів за їх вартістю, як наведено нижче.

#### **Безвитратні рекомендації:**

- ощадливе використання наявних ресурсів;
- покращення до нормативного технічного обслуговування обладнання;
- придбання палива від іншого постачальника за нижчою ціною.

#### **Низьковитратні рекомендації:**

- встановлення ефективнішого обладнання;
- встановлення нових (автономних) засобів керування;
- теплова ізоляція теплотрас і приміщень;
- зміна регламенту технічного обслуговування обладнання;
- навчання персоналу;
- контроль енергоспоживання і оперативне планування.

#### **Високозатратні рекомендації:**

- зміна значної частини виробничого обладнання;
- встановлення комплексних систем керування;
- комплексне виробництво теплової і електричної енергії;
- рекуперація тепла.

Іншим шляхом є складання зведеної таблиці заходів, де в останній графі вказують проповану черговість впровадження заходів. Ті, що мають найбільшу віддачу, помічають як першочергові, і так далі. Питання привабливості того чи іншого заходу і порівняння одного з одним



вирішують на основі фінансової експертизи кожного заходу (див. попередній розділ).

Для визначення кращих рекомендацій потрібне розуміння технологічних процесів і знання доступної техніки і технологій.

Зміст цього розділу звіту з енергоаудиту в цілому може бути представлено у такому вигляді. Спочатку наведена таблиця, в якій перераховані пропонувані заходи з вказівкою економії енергії (в ГДж, або кВт-год), економії коштів (грн.), капіталовкладень, строку окупності та черговість впровадження. Після цього кожний захід розглядається окремо і детальним образом. По-перше, йде опис заходу, який містить необхідні зміни, та аспекти заощадження, наприклад:

**Необхідні зміни:**

- модифікація підприємства і будівель;
- заміна обладнання;
- модернізація обладнання, систем керування, ізоляція;
- удосконалення технічного обслуговування обладнання;
- запровадження нових процедур керування.

**Аспекти заощадження енергії з впровадженням рекомендацій:**

- зменшення втрат;
- скорочення зайвих операцій (зниження температури повітря в приміщеннях в позаробочий час та у вихідні дні, виключення неробочого ходу обладнання);
- підвищення ефективності використання енергії;
- підвищення ефективності перетворення енергії (заміна котла на інший з вищим ККД, заміна пневмоприводу на електричний, тощо);
- використання дешевих енергетичних ресурсів.

Далі йде детальна **фінансова оцінка** заходу, для якої необхідно визначити:

- капіталовкладення;
- економію енергії (грошових видатків);
- амортизаційні видатки,
- видатки на технічне обслуговування;
- доход від продажу обладнання, що замінюють;
- аналіз ефективності капіталовкладень.

Два перших аспекти повинні бути обов'язково, інші не завжди мають місце.

Найважливішим кроком є оцінювання економії. Треба зазначити, що аудитор, як правило, наводячи якусь пропозицію, повинен як мінімум розрахувати економію і капіталовкладення для визначення строку окупності. Наприклад, при огляді паропроводу визначено, що ізоляція у незадовільному стані. Недостатньо просто сказати, що її заміна буде безперечно вигідною – треба розрахувати конкретне значення економії енергії від впровадження цієї міри. Для цього, наприклад, необхідно оцінити, що існуюча стара ізоляція виконує свої функції лише на 20%, і виходячи з цього визначити теплові витрати до заміни ізоляції і після неї. Аналогічно, коли пропонується заміна старих вікон, в яких є великі щілини, то необхідно оцінити витрати теплоти через ці щілини, бо в протилежному випадку фінансова оцінка вкаже на недоцільність цієї заміни.

В цілому, методика оцінювання економії від впровадження заходів аналогічна до розрахунку існуючого енергоспоживання. Різниця полягає в тому, що під час оцінювання заходів з енергоощадності потрібно прогнозувати, як зміниться ситуація після їх впровадження. А це тягне за собою зміну багатьох коефіцієнтів, таких як норма споживання енергії, коефіцієнт використання потужності і тривалість експлуатації обладнання впродовж року.

Покажемо, як можна розрахувати обсяг заощаджень енергії шляхом порівняння нинішньої ситуації з прогнозованою покращеною. Для деяких енергоощадних рекомендацій (наприклад, усунення витоків пари) заощаджена енергія відповідає сумарним втратам енергії до впровадження рекомендацій. Для розрахунку річного обсягу енергозаощаджень в інших випадках використовується формула, яка наведена нижче.

<b>Показник</b>	<b>Нинішня ситуація</b>	<b>Покращена ситуація</b>
Потужність обладнання, кВт	A	X
Коефіцієнт середнього завантаження	B	Y
Тривалість роботи впродовж року, годин	C	Z
Річне енергоспоживання, кВт-год	A*B*C	X*Y*Z

Таким чином обсяг заощадженої за рік енергії обчислюємо за формулою, *кВт\*год*:

$$\Delta W = (A*B*C) - (X*Y*Z) \quad (3.1)$$

Визначення деяких показників в формулі (3.1) може потребувати значних розрахунків, чи досліджень. Наприклад, для обґрунтування встановлення частотного регулятора на димосос котла потрібно зібрати інформацію про кількість годин, які котел працював впродовж року в кожному режимі і потім розрахувати економію (дивись нижче приклад

стосовно встановлення частотного регулятора на насос). А обґрунтування доцільності заміни димососа на такий, що має меншу потужність, може потребувати проведення аеродинамічного розрахунку котла. Як вже було вказано вище, детальність розрахунків в більшій мірі пов'язана з вартістю енергоаудиту.

### **3.3 Приклади розрахунку заощадження енергії**

Наведемо кілька прикладів розрахунку економії, які покажуть різноманітність використовуваних способів, і зазначимо що такі розрахунки можуть потребувати знань процесів, що досліджуються, та принципів функціонування обладнання, що розглядається.

#### **3.3.1 Заощадження енергії, що використовується на освітлення**

Автостоянка освітлюється десятьма вольфрамовими лампами потужністю 500 Вт кожна. Лампи вмикаються і вимикаються охоронниками вручну, але інколи залишаються ввімкнутими в денний час. Оцінка роботи показала, що система працює в середньому за рік по 15 годин на добу.

У цілях економії енергії запропоновано замінити ці лампи десятьма натрієвими лампами високого тиску, які мають потужність 114 Вт кожна (включаючи втрати механізму управління), але завдяки вищій світловидатності зберігають такий же рівень освітленості. Крім того, запропоновано встановити автоматичне управління фотоелементами, що дозволить скоротити час роботи системи до середньорічного значення 10 годин на добу.

1. Визначити величину економії енергії за рік.
2. Які ще фактори повинні бути враховані?

Примітка: Припускається, що в очікуванні поточного ремонту в неробочому стані знаходяться, в середньому, дві з вольфрамових ламп і, завдяки вищій надійності, тільки одна натрієва лампа високого тиску.

***Рішення:***

	Початкова ситуація	Поліпшена ситуація
Установлене навантаження	5,00 кВт	1,14 кВт
Коефіцієнт навантаження	0,8	0,9
Річна експлуатація	5 475 годин	3 650 годин
Річне енергоспоживання	21 900 кВт-год	3 745 кВт-год

Енергозбереження за рік = ( 21 900 - 3 745 ) кВт-год = 18 155 кВт-год

Треба врахувати також:

- витрати на заміну ламп
- витрати на оплату техобслуговування ламп;
- якість освітлення
- продаж старого обладнання

### **3.3.2 Енергозберігаючий блок управління двигуном**

Водяний насос приводиться до дії електродвигуном потужністю 90 кВт. Кількість води, що накачується, регулюється затвором з сервоприводом, який узгоджується з тиском в системі. Вимірювання

витрати води показують наступну кількість води, що потребується в різний час дня:

- 10 годин/день: 100% від максимальної витрати;
- 6 годин/день: 70% від максимальної витрати;
- 6 годин/день: 40% від максимальної витрати;
- 2 години/день: 25% від максимальної витрати.

У цілях економії енергії пропонується встановити привод з регульованою швидкістю, який автоматично реагує на тиск в системі.

Примітка. Припускається, що насос споживає  $P = 90$  кВт енергії при 100% витраті, характеристики енергоспоживання дані на діаграмі (рис. 2.9). Припускається, що регулятор швидкості має внутрішні втрати, рівні 1 кВт. Насос працює 24 години на добу, 350 днів на рік.

### ***Рішення***

Розрахунок середніх навантажень за даними графіка.

Навантаження	Регулювання дросельним вентилям	Регулювання швидкістю
100%	$90 \text{ кВт} \times 1.00 = 90 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 1.00) + 1 \text{ кВт} = 91 \text{ кВт}$
70%	$90 \text{ кВт} \times 1.00 = 90 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 0.55) + 1 \text{ кВт} = 50 \text{ кВт}$
40%	$90 \text{ кВт} \times 0.85 = 76 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 0.25) + 1 \text{ кВт} = 24 \text{ кВт}$
25%	$90 \text{ кВт} \times 0.50 = 45 \text{ кВт}$	$(90 \text{ кВт} \times 0.15) + 1 \text{ кВт} = 15 \text{ кВт}$

Звідси розраховуємо заощадження:

$$10 \text{ год/день} * 350 \text{ днів/рік} * P = 3500 \text{ год/рік} * (90-91) \text{ кВт-год} = -3500 \text{ кВт-год}$$

$$6 \text{ год/день} * 350 \text{ днів/рік} * P = 2100 \text{ год/рік} * (90-50) \text{ кВт-год} = 84\,000 \text{ кВт-год}$$

$$6 \text{ год/день} * 350 \text{ днів/рік} * P = 2100 \text{ год/рік} * (76-24) \text{ кВт-год} = 109200 \text{ кВт-год}$$
$$2 \text{ год/день} * 350 \text{ днів/рік} * P = 700 \text{ год/рік} * (45-15) \text{ кВт-год} = 21000 \text{ кВт-год}$$

---

Всього заощадження за рік = 210 700 кВт-год

***Необхідно врахувати також:***

- зміну витрат на технічне обслуговування;
- забезпечення захисту регульованого приводу від попадання води і електромагнітних перешкод;
- чи потрібна нам байпасна/дублююча система для випадку, якщо регульований привод вийде з строю?

### **3.3.3 Заощадження енергії, що використовується повітряними компресорами**

Енергетичне дослідження виявляє наступні дефекти в компресорній станції:

- Повітряно–всмоктувальні фільтри забруднені, що викликає перепад тиску на рівні 150 мм водяного стовпа (0,015 бар) замість паспортного перепаду тиску в 40 мм водяного стовпа (0,004 бар).
- Компресори всмоктують з компресорної станції повітря, температура якого в середньому на 15°C вище, ніж температура зовнішнього повітря.

Вирішено підвищити ефективність компресорної станції шляхом удосконалення графіка очищення/заміни повітряних фільтрів і установки нового трубопроводу, який всмоктує зовнішнє повітря.

1. Яким буде середній процент енергозбережень від вживання перерахованих вище заходів?

2. Які ще фактори потрібно взяти до уваги?

Примітка. Енергія, що використовується для стиснення повітря, приблизно пропорційна відношенню тиску (на виході/на вході) і абсолютній температурі засмоктуваного повітря .

Середньорічні умови приймаються на рівні 1,00 бар і 15°C, а тиск на виході – на рівні 7 бар (абс.)

### ***Рішення***

$$\text{Співвідношення початкового тиску} = \frac{7 \text{ бар}}{1 \text{ бар} - 0,015 \text{ бар}} = 7,1065$$

$$\text{Початкова температура всмоктування} = 15^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$\text{Співвідношення зменшеного тиску} = \frac{7 \text{ бар}}{1 \text{ бар} - 0,004 \text{ бар}} = 7,0281$$

$$\text{Знижена температура} = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$$

$$\text{Енергозбереження} = 100\% - 100 \times \frac{288 \times 7,0281}{303 \times 7,1065} = 6,0\%$$

### ***Необхідно також врахувати:***

- зміну перепаду тиску в новому трубопроводі, який всмоктує зовнішнє повітря в компресорну станцію;
- вартість робіт по очищенню фільтрів.



### 3.3.4 Енергозбереження в котлах

У результаті проведення тесту на ефективність горіння виявилося, що коефіцієнт середньої ефективності горіння (це теплота палива за вирахуванням втрат з газами, що відходять) рівний 79%. Котел має ручну систему продування, на яке витрачається (в першому наближенні) 1% від загальної кількості теплової енергії, поглиненої котлом. В ході аудиту котельної визначені наступні величини:

Споживане паливо	= 62 000 ГДж	(100%)
Втрати з газами, що відходять	= 13 020 ГДж	(21%)
<u>Теплота, поглинена котлом</u>	<u>= 48 980 ГДж</u>	<u>(79%)</u>
<b>Всього</b>	<b>= 62 000 ГДж</b>	<b>(100%)</b>
Тепловтрати через обшивку котла	= 1 000 ГДж	
Тепловтрати при продуванні	= 500 ГДж	
<u>Корисна теплота пари</u>	<u>= 47 480 ГДж</u>	
<b>Всього</b>	<b>= 48 980 ГДж</b>	

У цілях економії енергії запропоновано встановити в котельній системі автоматичного трімірування кисню і систему автоматичного продування. Припускається, що перший захід підвищить ефективність горіння в середньому до 83%, а другий – скоротить продування на 50% від її теперішнього рівня.

1. Визначити річну економію енергії.
2. Які ще фактори повинні бути враховані?

#### ***Рішення:***

Скорочення рівня продування заощадить 50% поточних втрат на продування, тобто 250 ГДж.

Звідси, загальна величина необхідної теплоти:

**Всього необхідної теплоти = 48 980 ГДж – 250 ГДж = 48 730 ГДж**

З урахуванням того, що середня ефективністю горіння підвищиться до 83%, кількість енергії палива, що вимагається для генерації цієї теплоти, дорівнює:

$$\text{Необхідна енергія палива} = \frac{48730 \text{ ГДж}}{0,83} = 58711 \text{ ГДж}$$

**Річна економія енергії палива = (62000 – 58711) = 3289 ГДж**

***Необхідно також врахувати:***

- Капітальні витрати на системи автоматичного управління;
- Витрати на технічне обслуговування систем автоматичного управління;
- Можливу економію від зменшення кількості персоналу;
- Зниження витрат на очищення води.

### **3.4 Перехресна перевірка пропозицій з заощадження енергії**

Після визначення потенціалу заощадження енергії для об'єкту обстеження енергоаудитор повинен ретельно перевірити всі розрахунки і обґрунтування перед введенням їх до звіту з енергообстеження.

Перевірка даних необхідна для того, щоб переконатися, що потенційні заощадження узгоджуються з загальним використанням енергії на об'єкті. Найчастіше застосовують такі прийоми перехресної перевірки:

- співставлення обсягу потенційного заощадження енергії з початковим енергоспоживанням; це дозволить уникнути ситуації, коли енергоаудитор проголошує можливість заощадити енергії більше, ніж нині споживає об'єкт;

- порівняння пропонованих рівнів споживання енергії на одиницю продукції з кращими практично досягнутими результатами;
- аналіз потоків енергії;
- несумісність рекомендацій, тобто фактична можливість впровадити лише одну з кількох рекомендацій, наприклад, або відремонтувати систему паророзподілу, або децентралізувати паророзподільвальне обладнання; енергоаудитор повинен пояснити, яку з пропозицій він вважає найприйнятнішою;
- зменшене граничне повернення.

### **3.5 Зменшене граничне повернення**

На останньому пункті слід зупинитися детальніше. Концепція "зменшених граничних повернень" добре знайома економістам, вона в багатьох випадках може бути застосована до заходів з заощадження енергії, її суть полягає в тому, що потенційне енергозбереження від впровадження певного заходу скорочується, якщо, інший енергоощадний захід був впроваджений раніше. Інколи кажуть, що йдеться про взаємодію заходів чи взаємодію проектів. Розглядаючи кілька проектів для системи, не можна оцінювати потенційні заощадження ізольовано.

Метою проекту А (рис. 3.1) було зменшення кінцевого споживання і очікуване (розрахункове) заощадження становить 30%.

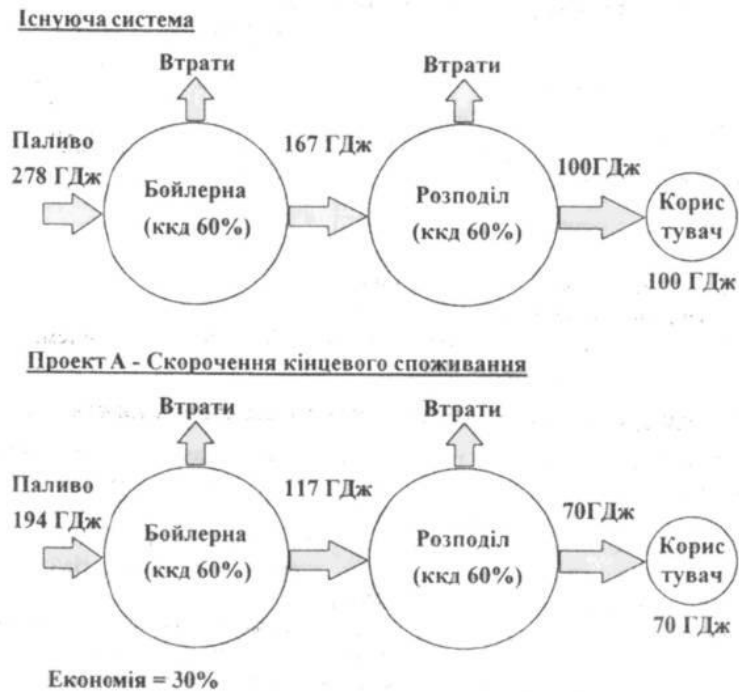


Рисунок 3.1 Схематичне зображення результатів впровадження заходу А

За проектом Б (рис.3.2а) очікуване заощадження за рахунок покращення розподільовальної системи становить 25%.

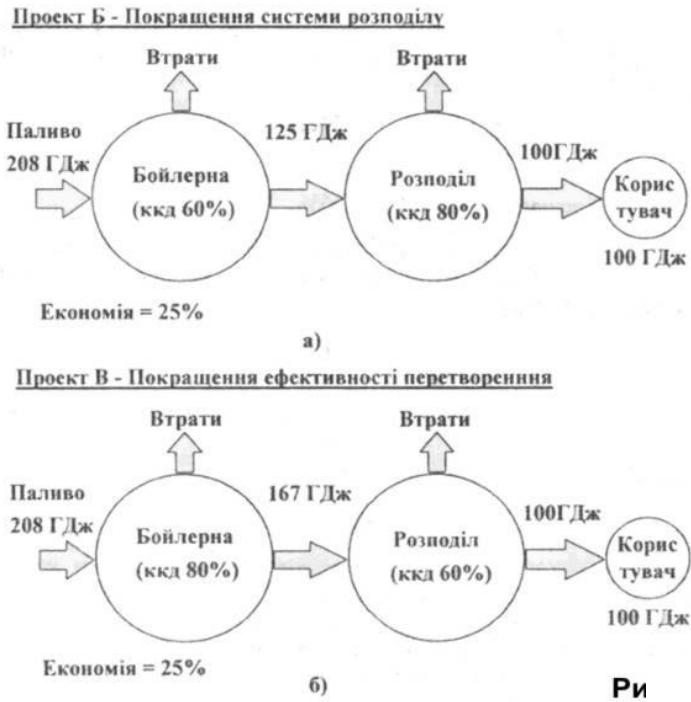


Рисунок 3.2 Результати впровадження заходів Б і В

За проектом В (рис.3.2б) покращення бойлерного господарства дає додаткове заощадження 25%.

Якщо розглядати всі три проекти (А, Б та В) ізольовано можна дійти хибного висновку, що загальне заощадження становитиме 80% хоч в дійсності це не так. Рис. 3.3 ілюструє ефект впровадження всіх трьох проектів.

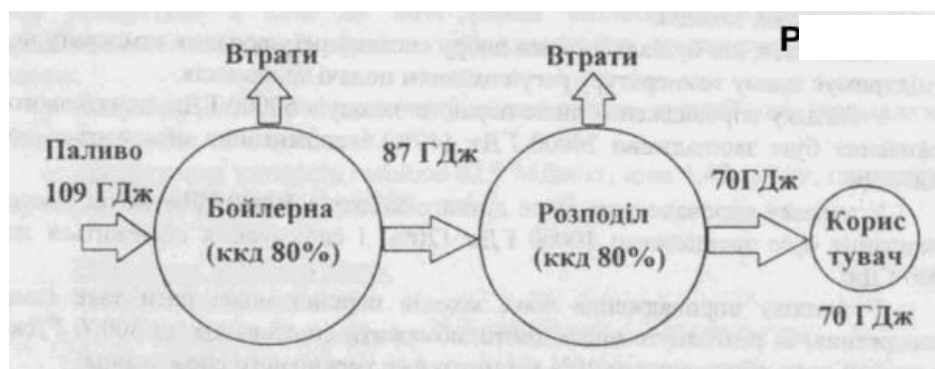


Рисунок 3.3 Результат впровадження всіх трьох проектів

У вихідному стані системи для одержання кінцевим споживачем енергії 100 ГДж, коли ККД бойлерної і розподільовальної системи становили 60%, бойлерна повинна була одержувати:

$$100 \cdot \frac{1}{0,6} \cdot \frac{1}{0,6} = 278 \text{ (ГДж)}$$

$$\text{результуючий ККД становив} - \frac{100}{278} \cdot 100\% = 36\%$$

Після впровадження трьох проектів для одержання кінцевим споживачем енергії 70 ГДж, коли ККД бойлерної і розподільовальної системи зросли до 80%, бойлерна повинна одержувати:

$$70 \cdot \frac{1}{0,8} \cdot \frac{1}{0,8} = 109 \text{ (ГДж)}$$

$$\text{Результуючий ККД систем зріс і становить} \frac{70}{109} \cdot 100\% = 64\%.$$

Загальне заощадження від всіх проектів:

$$\frac{278 - 109}{278} \cdot 100\% = 61\%$$

Таким чином, загальна економія = 61% < 80% (=30% +25% + 25%).

### **3.6 *Визначення величини капіталовкладень на впровадження проекту з енергозбереження***

Це також є важливим елементом енергоаудиту. Помилково оцінені видатки (звичайно занижені) можуть легко підірвати довіру до проекту в цілому. Як правило причина зниження видатків не в недооцінюванні

видатків, а в тому, що виявляються повністю випущеними деякі їх компоненти.

Нижче наведено далеко не повний перелік таких компонентів:

- вартість придбання енергозберігаючого обладнання;
- закупівельна вартість допоміжного обладнання (регуляторів, інструментів, охоронного обладнання);
- видатки на доставку (митні формальності, встановлення обладнання на робочому місці);
- страхування;
- видатки на ізоляцію;
- передпускове тестування і введення установки в промислову експлуатацію;
- оплата консультацій;
- видатки на цивільне будівництво;
- видатки на переміщення виробничого обладнання;
- видатки на задоволення вимог техніки безпеки і охорони праці;
- перебудова будівлі у зв'язку з встановленням нового обладнання;
- вартість продукції, яка не буде вироблена через зупинку виробничого процесу на час реалізації заходів з заощадження енергії;
- навчання персоналу.

Визначення видатків на компонент загальної вартості вимагає джерел вартісної інформації.

Найнадійнішим джерелом є попередній особистий досвід впровадження аналогічною проекту, але і у цьому випадку слід бути уважними до обставин, які можуть викликати значну різницю видатків аналогічних проектів. Наприклад, установка електронного контролю на

нафтохімічному заводі може коштувати набагато дорожче, ніж аналогічна установка на пивоварні у зв'язку з необхідністю застосовувати обладнання, яке сертифіковане для використання у вибухонебезпечному середовищі.

Корисно також використати нотування і бюджетні розцінки постачальників, а також ціни, взяті з різних реклам і оголошень. Однак, і тут важливо переконатися, що ці джерела не приховують всі вартісні компоненти, бо, наприклад навіть провідні виготівники котлів можуть у вартість котла не включати вартість пального, яка підвищить загальну вартість на 50-70%. Необхідно також з'ясувати, чи входить у вартість доставка і налагодження обладнання.

Прайс-листи - це простий і надійний шлях визначення ціни обладнання, але їх можна використовувати лише в тому випадку, коли трудові затрати незначні, або відомі.

Отже, джерелами для оцінки видатків можуть бути:

- прайс-листи на обладнання;
- публікації про вартість обладнання, витрати на оплату праці і загальні середні витрати (а саме, на 1 м<sup>2</sup>, на 1 кВт встановленої потужності тощо),
- розцінки постачальників (монтажників);
- інформація про вартість попередніх впроваджених проектів

Дуже важливо використовувати надійні фінансові критерії. Звичайно виконують аналіз дисконтованого грошового потоку, чистої приведеної вартості та (чи) внутрішньої норми прибутку для всіх, окрім найпростіших, заходів. В попередньому розділі розглянуто всі ці методи.

Важливо, щоб дані фінансового аналізу були подані у формі, доступній і зрозумілій керівництву об'єкта та його підрозділів.



Додамо ще, що якщо захід вимагає великих капіталовкладень, чи існує великий ризик того, що ощадність не буде досягнуто, потрібне детальніше енергетичне обстеження.

### **3.7 Приклади питань до тестового контролю**

1. Яка мета ревізії енергоспоживання?
2. З ким обговорювати виникаючі ідеї при визначенні проєктів?
3. Що таке питома витрата енергоресурсів?
4. З чого починається проведення ревізії енергоспоживання?
5. Яка мета збору даних про споживання енергії і її вартості?
6. Що необхідно враховувати при оцінці споживання енергії?
7. У якій формі представляються дані про споживання палива (енергії)?
8. Що відображає співвідношення споживання палива і його вартості?
9. Що відноситься до оцінки споживання електроенергії?
10. Що відноситься до питомих витрат?
11. Що визначається на 1-му етапі енергоаудиту: "Збір даних про споживання енергії і її вартості"?
12. Що відноситься до другого етапу ревізії енергоспоживання?
13. З чого почати знайомство з технологічним процесом на об'єкті?
14. З ким краще обговорити особливості технологічного процесу на об'єкті?
15. Що уявляє з себе схема технологічного процесу?
16. Що можна віднести до споживачів електроенергії?
17. Як впливає опалювання приміщень на характер потреби в енергії на об'єкті?

18. Що є третім етапом ревізії енергоспоживання?
19. Що включає оцінка проекту?
20. У якому вигляді надається розбиття споживання енергії?
21. У чому полягає технічна перевірка проекту?
22. Коли можна приступати до аналізу основних споживачів?
23. Яка мета четвертого етапу ревізії енергоспоживання?
24. Коли можна приступати до формування проекту?
25. Які цілі критичного аналізу потоків енергії?
26. Що підвищує ефективність розподільної системи?
27. Що важливо визначити при аналізі використання енергії?
28. Що необхідно оцінити при аналізі систем розподілу енергії?
29. Як оцінити ефективність перетворення енергії?

## **4 ІНЖЕНЕРНА ЕКОНОМІКА**

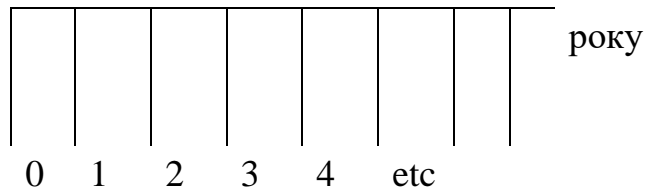
### **4.1 Теоретичні відомості**

У інженерних розрахунках різних параметрів фінансової оцінки можна використовувати наявні таблиці, що дозволяє спростити необхідну роботу. Крім того, ці таблиці дозволяють знаходити деякі величини (наприклад, необхідну річну економію для забезпечення заданої норми прибутку, коли відомі капітальні витрати), аналітичний розрахунок яких утруднений. При розрахунках використовуються деякі спрощення. Наприклад, періоди руху грошової готівки і нарахування складних відсотків завжди збігаються.

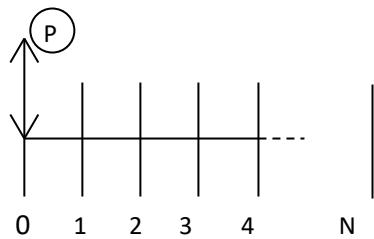
#### **Схема вирішення завдань**

- 1) Завжди малюйте діаграму руху грошової готівки

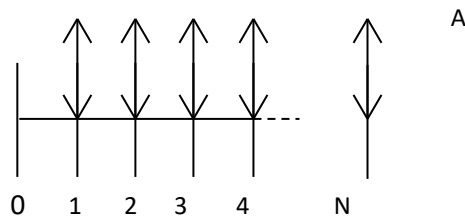




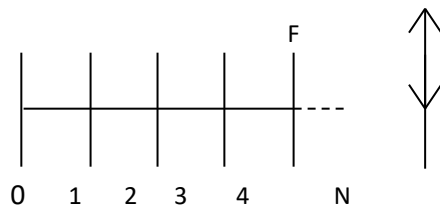
2)



“P” позначає поточний (Present) рух грошової готівки. Може бути із знаком (+) або (-).



“A” позначає річний (Annual) рух грошової готівки. Може бути із знаком (+) або (-). Починається в кінці року 1 і продовжується протягом всього терміну здійснення проекту (спрощуюче припущення).



“F” позначає майбутній (Future) рух грошової готівки. Може бути із знаком (+) або (-). Відбувається в кінці деякого майбутнього року (зазвичай в кінці проекту).

У всіх задачах інженерної економіки відомі всі нижче перераховані показники, за винятком одного (один параметр зазвичай дорівнює нулю, тобто відсутній). Рішення задачі полягає в його визначенні

$P, A, F, N, r$

Де  $r$  – процентна ставка;

$N$  – число років.

Залежно від того, що відоме і що необхідно знайти, задачі класифікують так, як показано в таблиці 1. Короткий опис задачі названо чинником, з його допомогою знаходять необхідні коефіцієнти в таблицях.

Таблиця. 1 – Чинники для різних видів завдань

Знайти	Дано	Чинник
F	$P, r, n$	$F/P, r, n$
P	$F, r, n$	$P/F, r, n$
F	$A, r, n$	$F/A, r, n$
A	$F, r, n$	$A/F, r, n$
A	$P, r, n$	$A/P, r, n$
P	$A, r, n$	$P/A, r, n$

## 4.2 Приклади

### Приклад 1:

Установка економайзера котлоагрегату коштуватиме 20000 грн. Скільки потрібно буде економити щорік (термін здійснення проекту дорівнює 5 рокам) для того, щоб отримати норму прибутку 12%?

Рішення:

Знаходимо з таблиць для  $r = 12\%$ ,  $n = 5$ :

$$A/P,12,5 = 0,27741;$$

$$A = 20000 * 0,27741 = 5548$$

Відповідь: треба економити не менш, ніж 5548 грн. на рік.

### Приклад 2:

При деякій процентній ставці сучасна вартість капіталовкладень (P) в точності дорівнює сучасній вартості суми приведених річних економій  $A * (P/A, r, n)$ . Це значення називається внутрішньою нормою прибутку (ВНП).

Знайти ВНП для установки системи рекуперації відпрацьованої теплоти, за умови, що: вартість системи 100000 грн.; термін служби 20 років; річна економія 40000 грн.

Знайти r, при якому виконується рівність:

$$100000 = 40000 (P/A, r, 20)$$

Використовуємо метод підбору

Розрахуємо для r = 20% ( $P/A, 20, 20 = 4,8596$ )

$$40000 * 4,8596 = 194,384$$

Для r = 40% ( $P/A, 40, 20 = 2,497$ )

$$40000 * 2,497 \approx 100000$$

Вказівка: Для визначення внутрішньої норми прибутку можна спробувати підставити

$$r = A/P$$

У нашому прикладі  $r = 40000/100000 = 40\%$ , що і є ВНП.

Для тривалих періодів часу (n = 20 або більше) ця оцінка буде дуже близькою. Для коротших періодів це значення може бути використане як перше наближення - ВНП буде менший, ніж  $r = A/P$ .

### **6.3 Завдання для самостійного вирішення**

1) Нова система освітлення дозволить економити 5000 грн. на рік. При яких капітальних витратах цей захід буде доцільний, якщо ставка дисконтування 15%? Термін здійснення проекту дорівнює 6 рокам.

2) На системі витяжної вентиляції може бути встановлений регенеративний утилізатор для підігрівання свіжого повітря, яке надходить у будівлю. Його вартість рівна 25000 грн. і цей агрегат має термін служби 10 років. Яку економію щороку він повинен приносити, аби забезпечити ставку дисконтування 15%?

3) На системі охолодження може бути встановлений пароохолоджувач для здобуття гарячої води. Розрахунки показують, він зможе підігрівати 570 м<sup>3</sup>/рік води від 15°C (початкова температура водопровідної води) до 60°C. Це дозволить замінити водонагрівач, що працює на природному газі, який функціонує з коефіцієнтом корисної дії 80%. Вартість газу 1400 грн/тис.м<sup>3</sup>. Цей агрегат має економічний термін служби 7 років. Скільки ви можете заплатити за цей агрегат, якщо ставка дисконтування 12%?

4) Постачальник запропонував модернізовану систему освітлення. Монтаж цієї системи коштуватиме 100000 грн., проте вона дозволить економити по 15000 грн. на рік протягом наступних 10 років. Ваша мінімальна приваблива норма прибутку (процентна ставка) складає 10%. Чи є це вкладення капіталу прийнятним?

5) Запропоновано проект теплоізоляції резервуару повернення конденсату. Вартість теплоізоляції для цього резервуару складає 75000 грн. Вона дозволить ошадити 440 кВт, а цей резервуар функціонує 6500 годин на рік. Якщо паливо стоїть по 30 грн/ГДж і ККД котлоагрегату складає 80%,

то який період окупності для цієї пропозиції? Розрахуйте також ВНП для цього заходу. Цю теплоізоляцію доведеться міняти через п'ять років.

6) Постачальник запропонував енергозберігаючий повітряний компресор. Установка цього компресора обійдеться в 60000 грн. і він вимагатиме щороку технічного обслуговування на суму в 2000 грн. протягом його терміну служби, рівного 10 рокам. Витрати на електроенергію складуть 12000 грн. в рік. Стандартний повітряний компресор коштує 50000 грн. і потребує технічного обслуговування на суму в 1000 грн. щороку. Для нього витрати на електроенергію складатимуть 20000 грн. на рік. Якщо ставка дисконтування складає 12%, то який з них є кращим?

7) Запропоновано дві товщини ізоляції. Витрати і економія різні, як показано нижче. Який з цих варіантів краще, якщо ставка дисконтування 15%?

<b>Товщина, мм</b>	<b>Вартість, грн.</b>	<b>Річна економія, грн.</b>	<b>Термін служби, років</b>
<b>50</b>	<b>10000</b>	<b>3000</b>	<b>5</b>
<b>80</b>	<b>15000</b>	<b>4500</b>	<b>5</b>

## ГЛАВА 2 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

### 5 ЕНЕРГЕТИКА І ЕКОЛОГІЯ

#### 5.1 Основні показники забруднення у світі і в Україні

Усі технічні засоби, що використовують паливо, щороку викидають у повітряний басейн [5]

двооксиду сірки –  $(180-200) * 10^6$  т,

вуглецю –  $(350-400) * 10^6$  т,

оксиду азоту –  $(60-65) * 10^6$  т,

вуглеводню –  $(80-90) * 10^6$  т.

В результаті діяльності людини в атмосферу щороку потрапляє  $(350-400) * 10^6$  т пилу. Запиленість повітря в містах в 9-10 разів більша, ніж у сільській місцевості. В результаті розвитку енергетики забруднюється також поверхня Землі. ТЕС і котельні, що працюють на кам'яному вугіллі, утворюють величезні золовідвали.

Основні забруднювачі навколишнього середовища наведено в табл.5.1.

**Таблиця 5.1. Забруднення атмосфери різними джерелами**

<b>Джерело забруднення</b>	<b>Загальне забруднення атмосфери, %</b>
Автомобілі	60
Промисловість	15
Електростанції і опалення	22
Сміттєспалювання	3



На здоров'я людей впливають меншою чи більшою мірою всі види забруднень навколишнього середовища, але найважливішими з них є:

- *свинець в повітрі і ґрунті, що особливо впливає на дітей,— їхній розумовий розвиток може бути уповільненим (до джерел забруднення належать свинцеві і цинкові плавильні виробництва, викиди транспортних засобів тощо);*
- *пил, що висить у повітрі, може викликати гострі і хронічні захворювання органів дихання (до джерел належать вугільні печі, особливо домашні, енергетичні і теплові установки, металургійна промисловість тощо);*
- *поява отруйних туманів (смогів) завдає велику шкоду всьому живому. Так, в Лондоні 1952 року смог за умов сильного забруднення повітря сірчаними сполуками викликав смертельне отруєння близько 4 тисяч людей.*
- *двооксид сірки та інші гази і токсичні речовини, особливо в поєднанні з пилом (до джерел належать енергетичні і промислові установки, домашні господарства, що використовують високосірчане вугілля або нафтове паливо з високим вмістом сірки та інші);*
- *радіоактивне забруднення, особливо при аваріях на АЕС або при випробуванні ядерної зброї (до джерел належать АЕС і ТЕС гірничовидобувна промисловість, будівельні матеріали тощо).*

Згідно з низкою причин, насамперед соціально-економічних, в Україні склалося досить важке становище з екологією. Практично на всій території в атмосфері фіксуються 10-кратні і більші перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) окремих речовин.

Згідно з оцінкою міжнародного інституту менеджменту навколишнього середовища, щорічні втрати України від погіршення середовища проживання до 1989 року становили 15-20% валового національного доходу, а потім, через зниження останнього, досягти понад 35% і стали найбільшими в світі. Промислове навантаження на одиницю площі в Україні в 20 разів вище, ніж в середньому в країнах колишнього СРСР.

Навіть без врахування наслідків Чорнобильської катастрофи, питоме забруднення на одиницю території України найбільше в Європі. "Зони стихійного лиха" займають більше 15% всієї території: це зона Чорнобильської катастрофи, Донбас, Кривбас, Придніпров'я, Придністров'я, Північний Крим, узбережжя Чорного і Азовського морів.

На території України можна визначити три економічних райони – Донецько-Придніпровський, Південний і Південно-Західний – які значною мірою відрізняються за антропогенним навантаженням на повітряний басейн. Максимальна кількість викидів на одиницю площі — 36 т/км<sup>2</sup> на рік – характерна для Донецько-Придніпровського басейну, при цьому в самій Донецькій області вони сягають 108 т/км<sup>2</sup>; Південно-Західний і Південний економічні райони мають відповідно 7,8 і 7,1 т/км<sup>2</sup> на рік.

Нині ТЕС на території України викидають в атмосферу 6% оксидів сірки, 53% оксидів азоту та 26% твердих частинок від загальних обсягів викидів стаціонарних пристроїв. На 1 млн. кВт електричної потужності АЕС викидається в навколишнє середовище не менше ніж 2 млн. кВт теплової потужності, що в 1,5-1,8 рази більше, ніж на ТЕС. Для будівництва кожного блока-мільйонника на АЕС потреба в земельних ресурсах становить 600 га, безповоротні витрати води при експлуатації блока становлять 30 млн. м<sup>3</sup>/рік.

Вплив енергетики на навколишнє середовище виявляється не тільки в значних щорічних обсягах викидів шкідливих речовин, але й у виведенні з

природокористування значних територій, водних ресурсів, порушенні ландшафту територій, впливі на клімат, складуванні великих обсягів вторинних ресурсів.

Для нормальної роботи ТЕС необхідне водоймище розміри якого забезпечують 5-8 м<sup>2</sup> поверхні на кожний кіловат установленної потужності. Для АЕС необхідно використовувати водоймища з поверхнею у півтора рази більшою.

Масштаби забруднення навколишнього середовища ряді регіонів України досягли критичних рівнів.

1997 року у Кіото ООН прийняла рамкову Конвенцію щодо зміни клімату, спрямовану на те, аби на 5% скоротити емісію оксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>), метану (CH<sub>4</sub>) та інших газів в атмосферу. Базуючись на сучасних тенденціях та враховуючи загальний вплив тепличного ефекту на кліматичні умови, конференція у Буенос-Айресі (листопад 1998 р.) запропонувала скоротити емісії до 2010 року приблизно на 29% від рівня 1990 року.

## **5.2 Викиди електростанцій**

Нині більшість електричної енергії виробляється тепловими електростанціями (ТЕС), на яких споживається понад третини видобутого в світі палива. Тенденція до першочергового використання ТЕС збережеться і на майбутнє десятиліття. Різноманітність впливу ТЕС на навколишнє середовище залежить від виду палива, що використовується.

При спалюванні твердого палива в атмосферу надходять сірчаний і сірчистий ангідриди, газоподібні продукти згорання, легкий попіл, оксид азоту, в деяких випадках — оксиди кремнію і кальцію, а також миш'як і радіоактивні елементи.

При використанні рідкого палива в атмосферу виділяються оксиди азоту, сірчаний і сірчистий ангідриди, солі натрію, сполуки ванадію, газоподібні та тверді продукти неповного згорання палива, радіоактивні елементи.

Природний газ є найбільш екологічно чистим видом палива порівняно з твердим і рідким, однак і в цьому випадку відбувається виділення оксиду азоту, ангідридів сірки, газоподібних продуктів неповного згорання.

В цілому вплив ТЕС на навколишнє середовище наведено на рис. 5.1.

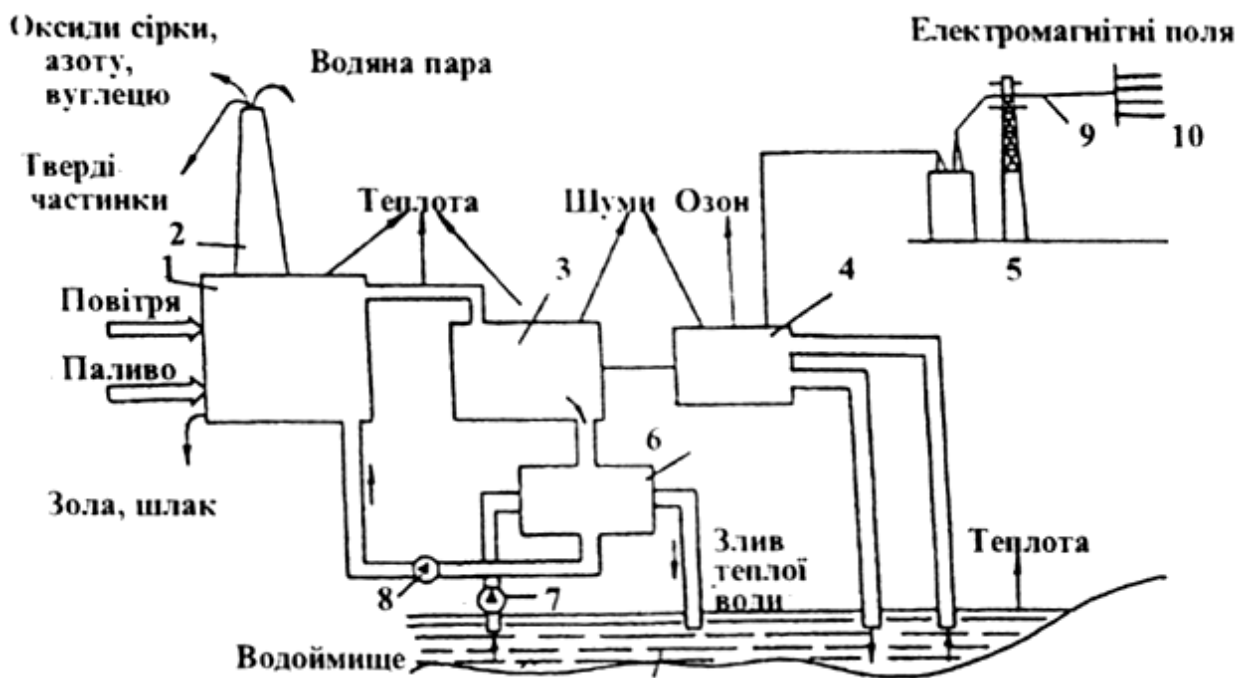
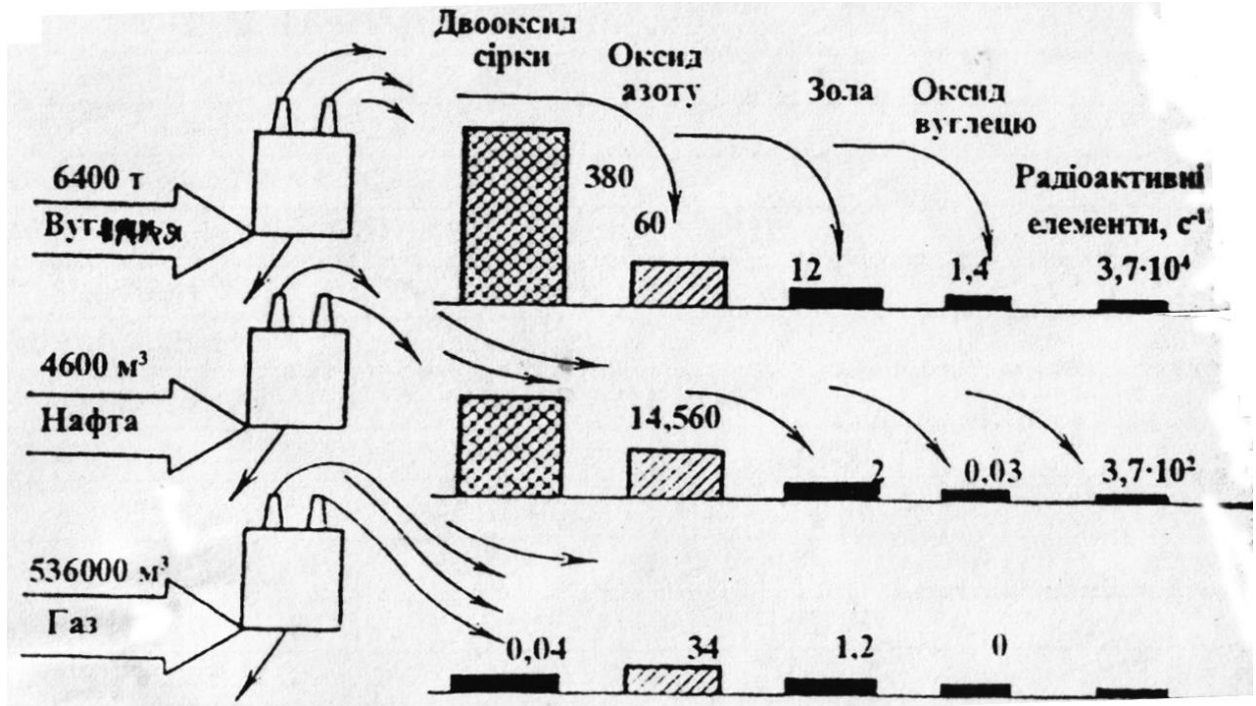


Рис 5.1 Вплив ТЕС на навколишнє середовище

1 - котел; 2 - димова труба; 3 - турбіна; 4 - генератор; 5 - підстанція; 6 - конденсатор; 7 - циркуляційний насос; 8 - конденсаційний насос; 9 - лінія електропередачі; 10 - споживачі електроенергії

На рис. 5.2 наведено показники забруднення навколишнього середовища ТЕС з різними видами палива для станцій потужністю 1 ГВт кожна. Викиди газів і золи наведено в тоннах на добу, а активність радіоактивних елементів

в секундах в мінус першому степені. На ТЕС з твердим паливом (потужність 1 ГВт), де використовують вугілля середньої калорійності, золовідвали щороку займають площу 0,5 км<sup>2</sup> при висоті 2 м. (Додамо, що вугільна електростанція такої потужності щодоби викидає в атмосферу 25 тис. тон вуглекислого газу).



**Рис. 5.2** Забруднення атмосфери тепловими електростанціями різного типу

Величину забруднення навколишнього середовища відносно місця розташування теплової вугільної електростанції можна проілюструвати наступним прикладом. В табл. 5.2 наведено середньодобові концентрації (мг/м<sup>3</sup>) основних забруднювачів ТЕС потужністю 2400 МВт, що має димову трубу заввишки 180 м, залежно від відстані між точкою вимірювання і станцією. З табл. 5.2 видно, що тільки на відстані 15 км від ТЕС концентрація забруднювачів внаслідок розбавлення стає нижче гранично допустимої (окрім оксиду вуглецю).

**Таблиця 5.2. Величина забруднення відносно відстані від ТЕС**

<b>Відстань від ТЕС, км</b>	<b>Сірчастий газ</b>	<b>Сірководень</b>	<b>Оксиди азоту</b>	<b>Оксид вуглецю</b>	<b>Зола</b>
<b>1,0</b>	<b>6,02</b>	<b>0,002</b>	<b>1,25</b>	<b>7,2</b>	<b>1,2</b>
<b>3,0</b>	<b>1,47</b>	<b>0,008</b>	<b>1,30</b>	<b>16,0</b>	<b>3,4</b>
<b>5,0</b>	<b>1,22</b>	<b>0,008</b>	<b>0,05</b>	<b>13,3</b>	<b>1,2</b>
<b>7,0</b>	<b>1,12</b>	<b>0,030</b>	<b>1,30</b>	<b>13,0</b>	<b>2,4</b>
<b>15,0</b>	<b>0,20</b>	<b>0,020</b>	<b>0,03</b>	<b>4,0</b>	<b>0,27</b>
<b>ГДК</b>	<b>0.5</b>	<b>0,008</b>	<b>0.085</b>	<b>3,0</b>	<b>0,5</b>

В той же час викиди оксидів сірки ТЕС, що працює на природному газі, приблизно в 10 тис. разів менше, ніж вугільної. Але природний газ має свою недолік: викиди важких металів (ванадію) і канцерогенно небезпечних вуглеводнів.

Особливо треба звернути увагу на викиди таких канцерогенних речовин, як бензапирен і п'ятиоксид ванадію. Гранично допустима концентрація для п'ятиоксиду ванадію в повітрі дорівнює 0,002 мг/м<sup>3</sup> для бензапирена — 10<sup>-6</sup> мг/м<sup>3</sup>. Наприклад, в добовому викиді ТЕС потужністю 1000 МВт що працює на мазуті, міститься 1.5 г п'ятиоксиду ванадію і 35 г бензапирену. Їх шкідлива дія підсилюється присутністю сірчистого ангідриду.

Великі теплові електростанції займають земельну площу близько 3-4 км<sup>2</sup> і чинять суттєвий негативний вплив на навколишній ландшафт, змінюють тепловий баланс району, де вони розташовані.

Теплове забруднення ТЕС відбувається за рахунок скидів тепла в системи охолодження, втрати теплоти з газами, що відходять, і втрати теплоти зі шлаками і через недопалення.

В системах охолодження з градирнями витрати води становлять понад 1 м<sup>3</sup> за секунду на 1000 МВт потужності.

### **6 Визначення кількості викидів**

Кількість викидів вуглецю залежить від трьох величин:

A - витрата палива, ТДж;

K<sub>c</sub> - коефіцієнт викиду вуглецю, т/ТДж;

e - коефіцієнт окислення вуглецю.

Наприклад для вугілля k<sub>c</sub> розраховується по формулі

$$k_c = \frac{C^{\text{вугл}}}{100} \times \frac{1000}{Q^{\text{вугл}}} \times \frac{44}{12}$$

C<sup>вугл</sup> - вміст вуглецю в горючій масі вугілля %

Q<sup>вугл</sup> - нижча теплота згоряння горючої маси вугілля, МДж/кг

Формула для розрахунку кількості викидів CO<sub>2</sub>

$$E_{\text{CO}_2} = A \times k_c \times e$$

де E<sub>CO<sub>2</sub></sub> - викид вуглекислого газу, т;

Коефіцієнти викиду вуглецю деяких видів палива наведені в табл. 6.1.

Табл. 6.1 - Коефіцієнти окислення і коефіцієнти викиду CO<sub>2</sub> різних видів палива

<b>Паливо</b>	<b>Коефіцієнт окислення</b>	<b>Коефіцієнт викиду CO<sub>2</sub> т/ТДж</b>
Скраплений природний газ	0.99	62.436
Бензин	0.99	66.607
Авіаційний гас	0.99	70.785
Дизельне паливо	0.99	73.326
Мазут	0.99	76.593
Вугілля і продукти його переробки	0.95	89.87
Буре вугулля	0.90	91.08
Торф	0.90	86.14
Кокс	0.98	106.00
Коксовий газ	0.90	42.9
Доменний газ	0.90	217.8
Природний газ	0.995	55.8195



## **7 ВВЕДЕННЯ В ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Даний розділ має загальний характер і є тільки введенням в екологічний менеджмент та моніторинг. Цілі цієї глави:

1. Створити розуміння екологічних проблем в цілому.

2. Розвинути свідомість про положення екологічного менеджменту по відношенню до місцевих, національних і міжнародних екологічних проблем.

Розділ складається з чотирьох частин:

### **Історія питання захисту довкілля**

Його мета – показати важливість проблеми захисту довкілля і розглянути екологічні проблеми в історичній перспективі.

### **Термінологія, пов'язана з проблемами довкілля**

Зміст цього розділу направлений на те, щоб допомогти зрозуміти мову фахівців з екології і досягти розуміння проблем, пов'язаних з довкіллям.

### **Екологічний менеджмент**

Ця частина представляє міжнародний стандарт по екологічному менеджменту ISO 14001.

### **Екологічний моніторинг енергетичних аспектів**

Представлений для того, щоб показати деякі методи і інструменти, використовувані для екологічного моніторингу і пов'язані з енергоменеджментом.

## **7.1 Історія питання захисту довкілля**

Промислова революція спричинила урбанізацію. Підвищення добробуту поряд із зростанням промисловості в містах привело до величезного переміщення людей в міста.

В результаті урбанізації велика кількість людей проживала біля промислових заводів. Проте, ці зони ніколи не були призначені для такої концентрації і для таких видів діяльності, тому інфраструктура не змогла впоратися з потоками людей, що збільшувались.

Тривалість життя в містах знизилася, збільшилася кількість захворювань легенів і астмою.

Після першої світової війни вперше задумалися про забруднення довкілля. Це сталося, в основному, після того, як смог в Лондоні, що виник в результаті роботи промислових підприємств, був названий причиною підвищеної смертності. Також було виявлено, що забруднення води, погана якість питної води і погані санітарні умови є основними причинами хвороб, що поширювалися.

Кінець другої світової війни став поворотним моментом в багатьох процесах розвитку. З'явилася думка, що лише загальні дії можуть допомогти долати виникаючі проблеми, результатом чого стало створення Організації Об'єднаних Націй.

Після 1960-х сталися два крупні інциденти, які потрясли світ: Бхопал, де тисячі людей були убиті токсичною хмарою пестицидного заводу, і Севесо, де викид токсичного діоксину в річку викликав потворність у новонароджених дітей. Ці інциденти привели до створення політики безпеки.

## **7.2 Термінологія**

### 7.2.1 Зміна клімату

Зміна клімату під назвою парниковий ефект викликана спалюванням викопного палива.

Близько 70% сонячної енергії, що прямує до Землі, досягає її поверхні, а потім частина енергії, відбиваючись від поверхні планети, повертається знов в космічний простір. Збільшення в атмосфері вуглекислоти (за двадцять століття з 0,0265 до 0,034%) привело до зміни оптичних властивостей атмосфери, зміни її температурного режиму.

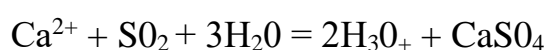
В даний час зміна клімату є однією з самих обговорюваних тем в світі. Це дуже хороша їжа для учених, які стежать за світовою статистикою погодних умов і намагаються змодельювати вплив цього явища на екосистему Землі. Все більшу підтримку має теорія про те, що зміна клімату дійсно відбувається і що воно викликане спалюванням викопного палива. Зміна клімату в основному пов'язана з вмістом вуглекислого газу в атмосфері. Вуглекислий газ діє як ковдра, яка ловить тепло і коли вміст  $\text{CO}_2$  підвищується, також підвищується температура Землі. Наслідки можуть бути драматичними: полярний сніг і льодовики почнуть танути, що вплине на підвищенні рівня морів на Землі і затопленні низин, таких як Нідерланди і Бангладеш.

Під час проведення двох крупних міжнародних конференцій із зміни клімату в Ріо-де-Жанейро і Кіото був погоджений план дій і встановлені цілі по зниженню викидів  $\text{CO}_2$ .

### 7.2.2 Окислення

Окислення викликане викидами продуктів згоряння вугілля і нафти, а також добривами.

В порівнянні з глобальним процесом зміни клімату процес окислення має регіональний характер. Окислення викликане осіданнями (сухим і вологим) речовин, що веде до збільшення вмісту кислотних компонентів в ґрунті. Основними з них є  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  і  $\text{NH}_3$ . Реакція, яка відбувається в ґрунті з  $\text{SO}_2$  наступна:



Вільний кальцій нейтралізується і утворюється кислотна вода. Схожа реакція відбувається з  $\text{NO}_x$  і  $\text{NH}_3$ .

Знижується водневий показник ґрунту, що впливає на вегетацію. Різновид рослин, що живуть в окисленому ґрунті, дуже малий, мохи і папороті зникають, а дерева починають втрачати листя, їх висота зменшується. Якщо процес окислення продовжиться, то навіть дерева почнуть сохнути і гинути. Таку ситуацію можна побачити в зонах видобутку вугілля в східній Німеччині, на півдні Польщі і на півночі Чехії. Ліси в цьому регіоні страждають від жорстокого окислення, викликаного енергетичними установками, що працюють на вугіллі. Зараз реалізується дорогий план виправлення ситуації, включаючи використання добрив що містять кальцій для пожвавлення лісу.

Проте, самим кращим виправленням ситуації є уловлювання викидів в їх джерелах і впровадження кінцевих технологій (газоочищувальні установки, які знижують викиди  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ). Іншим ефективним підходом є заміна вугілля на чистіше паливо (дизельне паливо, газ). При виконанні таких заходів можна досягти добрих результатів.

Європейські енергетичні компанії фінансують проекти по модернізації старих енергетичних установок.

Можна назвати програми, які здатні вирішити дану проблему:

Програми для  $SO_2$ : устаткування по переробці відходів  $SO_x$  на енергетичних установках

Програми для  $NO_x$  : установка пальників з низькими викидами  $NO_x$ , ВКВ (вибіркове каталітичне відновлення), ВНКВ (вибіркове некаталітичне відновлення)

Програма для  $NH_3$ : введення в ґрунт добрив.

### **7.2.3 Озонове виснаження**

Руйнування озонового шару, як і зміна клімату, є глобальною проблемою. Озоновий шар захищає організми, що живуть на Землі, від згубного ультрафіолетового випромінювання.

Озоновий шар руйнується трьома радикалами (як, наприклад, хлорин), які знижують кількість озону. Вільні радикали утворюються в той момент, коли легкі органічні речовини (ЛОР) вступають в реакцію з атмосферою. Кожне ЛОР має ФОВ - фактор озонового виснаження, який еквівалентний кількості видаленого озону. Найвищий ФОВ має хлорин і фтор, а також вуглеводи, такі як фреон. Джерела: охолоджувальне устаткування, розпилувачі (для волосся), промислові заводи, розчинники, фарби.

Після того, як було виявлено озонове виснаження, були зроблені глобальні заходи, аби офіційно заборонити ЛОР з найвищими ФОВ. Міжнародні програми вимагають заміни холодоагентів в устаткуванні. Зараз діють програми по скороченню викидів ЛОВ. Для всіх ЛОВ

рекомендується виконання розробленої програми по скороченню викидів і використанню (наприклад, вживання фарб на водяній основі).

#### 7.2.4 Смог

Смог - це регіональне забруднення повітря. Він викликаний комбінацією наступних чинників:

- Погода (інверсійний шар, невеликий вітер, сонце)
- Транспорт і промислові викиди ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , ЛОР,  $\text{O}_3$ , пил,  $\text{CO}_2$ )
- Несприятливе розташування (наприклад, Мехіко)

Смог є комбінацією елементів, які впливають на дихальні органи і скорочують кількість кисню, що потрапляє в легені. Люди, в основному літні і страждаючі астмою, можуть мати проблеми з диханням і серцем.

Ризик смогу збільшується, коли вітер не дуже сильний і є інверсійний шар. Завдяки сонячній радіації утворюється озон. Наступні міста, відомі наявністю смогу:

- Лондон, особливо в першій половині 20-го століття, коли джерелом енергії було вугілля;
- Мехіко - густонаселене місто, розташоване в долині між горами;
- Лос-Анджелес, відомий своєю густою транспортною мережею і жарким літнім кліматом;

Каїр із-за інтенсивного транспортного потоку.

Заходи, направлені на зниження смогу:

- Скорочення кількості транспорту;
- Скорочення промислового виробництва;

- При дуже сильному смозі - евакуація найбільш постраждалих людей.

### 7.2.5 Дисперсія

Одним з найменш відомих, проте, надзвичайно небезпечних впливів на довкілля є дисперсія. Дисперсію можна описати як поширення токсичних речовин по великих територіях і повільне збільшення токсичних шарів в ґрунті. В Україні поширення радіоактивних речовин Чорнобильської атомної станції є яскравим прикладом небезпеки дисперсії. Окрім радіоактивних речовин, горезвісними складовими дисперсії є поліароматичні вуглеводи (ПАВ), діоксини, важкі метали і пил. Вони поширюються по сільськогосподарських зонах і житлових територіях після викидів через димарі або у воду через каналізаційні труби. У більшості випадків дисперсія є повільним і поступовим процесом. Враховуються не миттєві викиди, а поступове збільшення токсичних речовин в ґрунті. Збільшується ризик захворювань раком і захворювань дихальних шляхів при вдиханні або вжитку їжі.

Ризик дуже великий: утворення PCB's (Poly Chlorinated B-Phenyls) в рибі, діоксиди, що містяться в молоці, руйнують екосистеми і здоров'я людей.

Були розроблені строгі стандарти, які направлені на те, щоб уникнути накопичення токсичних речовин в ґрунті. В цих стандартах є чорний список: викиди елементів заборонені (як, наприклад, кадмій); і сірий список: викиди мають бути скорочені.

## 7.2.6 Евтрофікація

Евтрофікація - це результат впливу на довкілля, який з'являється в літній час у водоймищах, каналах і річках. Присутність нітратів і фосфатів при сприятливій температурі води і сонячному світлі веде до зростання водоростей. Водорості використовують нітрати і фосфати як живильні речовини і забирають кисень з води, не дають сонячному світлу можливості проникнути на глибину водоймища. Тому, дуже важливо запобігти попаданню таких живильних речовин у водоймища.

Також, можна прийняти заходи по заміні фосфатів в миль, установку водоочисного устаткування, ефективне використання добрив і скорочення теплового навантаження енергетичних установок на поверхневі води.

## 7.2.7 Відходи

Відходи - це типова проблема сучасного суспільства. У зв'язку з високим попитом на упаковані продукти, споживчі товари, що довго зберігаються, кількість відходів дуже високо. Міра переробки досить низька, що робить проблему відходів дуже серйозною.

Підхід до проблеми відходів може бути схожим в кожній країні, проте акценти можуть зміщуватися. У Європі був вибраний пріоритетний підхід. Можливі рішення по роботі з відходами були ранжирувані.

Використання відходів, список пріоритетів:

1. Попередження;
2. Повторне використання;
3. Переробка;
4. Спалювання відходів з утилізацією енергії;



## 5. Поховання відходів.

Як видно кращий спосіб – це запобігання відходів. Ще однією пріоритетною мірою є повторне використання. У більшості галузей промисловості отримані відходи можуть бути повторно використані у виробництві, можливо для випуску продукції нижчого сорту.

Різниця між повторним використанням і переробкою полягає в тому, що повторне використання це внутрішній процес, тоді як переробка це зовнішній процес. Переробка паперу, скла і пластикових пляшок - дуже відомі форми переробки відходів.

Для спалюваних матеріалів остаточний вибір між спалюванням і похованням відходів залежить частково від наявності місця. Спалювання - це варіант, який дозволяє економити простір. Враховуючи проблему зміни клімату, використання енергії відходів має бути важливим питанням в енергетичній політиці. Проте спалювання відходів також веде до негативних наслідків, викликаних викидами. Тому, необхідно врахувати всі плюси і мінуси.

### 7.2.8 Негативні подразники

Основними джерелами негативних подразників є:

- шум;
- запах;
- безпека.

#### Шум

Негативні подразники впливають на довкілля і визначаються різними аспектами. Першим негативним подразником є шум. Слух не створений для роботи в важких умовах і тому може бути пошкоджений. Він може

піддаватися пошкодженням дуже гучним шумом (вибухами), але також слух може повільно погіршати із-за постійної дії високого рівня шуму. Особливо небезпечна незахищеність від дії шуму на виробництві, яка може привести до ранньої появи глухоти. Тому рекомендується завжди використовувати захисні навушники, якщо рівень шуму вище 80 дБ. Рівень 110 дБ є хворобливим.

Для житлових умов дозволяється максимальний рівень шуму 50 дБ. Особливо небажаний шум в нічний час, оскільки він порушує сон. Якщо шум викликано транспортом або промисловістю, тоді пропонуються заходи щодо зниження шуму.

### **Запах**

Запах є ще одним негативним подразником. Рівень роздратування у великій мірі залежить від того, як цей подразник сприймається одержувачем. Хлібний завод може пахнути дуже добре, але в той же час запах є подразником. Агресивніші запахи пов'язані з промисловими видами діяльності (запах нафти, ароматичні продукти). В цьому випадку існує зв'язок між запахом і здоров'ям. Подразник у вигляді запаху може бути визначений при розрахунку дисперсії шляхом оцінки «одиниць запаху» (вимір з використанням панелі запаху).

### **Безпека**

У багатьох країнах існує такий критерій як рівень безпеки. Тобто визначається вірогідність летального результату від зовнішніх чинників, наприклад від розташованого поблизу підприємства. Допустимий рівень безпеки визначається таким чином: летальний результат  $< 10^{-6}$  люд./рік.

## **7.2.9 Виснаження підземних вод**

Проблема існує в багатьох країнах і пов'язана з нестачею і низькою якістю питної води.

Наслідком є виснаження підземних вод, а тому скорочення тривалості життя рослин, запустинювання.

В даний час проблема виснаження підземних вод не є важливою для України. Проте в районах, де відбувається великомасштабне добування підземних вод, ця проблема існує.

Фільтрація поверхневих вод і внаслідок цього скорочення використання підземних вод може запобігти виснаженню підземних вод. В деяких випадках, можна перейти від використання підземних вод до використання поверхневих вод.

## **7.3 Екологічний менеджмент**

### **7.3.1 Введення**

Аби впоратися з екологічними проблемами, використовуючи постійний, ефективний і доступний метод, для компаній або установ були розроблені системи екологічного менеджменту.

У даній частині представлено опис міжнародного стандарту систем екологічного менеджменту ISO 14001.

Є тісне співвідношення між ISO 14001 і стандартами контролю якості ISO 9000. Останні розробки полягають в тому, що дані стандарти інтегровані в завершену систему менеджменту якості (СМЯ). Проте, в даному розділі ми зупинимося лише на деяких питаннях.

### 7.3.2 Система ISO 14001

Система екологічного менеджменту (СЕМ) відповідно до ISO 14001 може бути представлена у вигляді наступної схеми (рис.7.1):

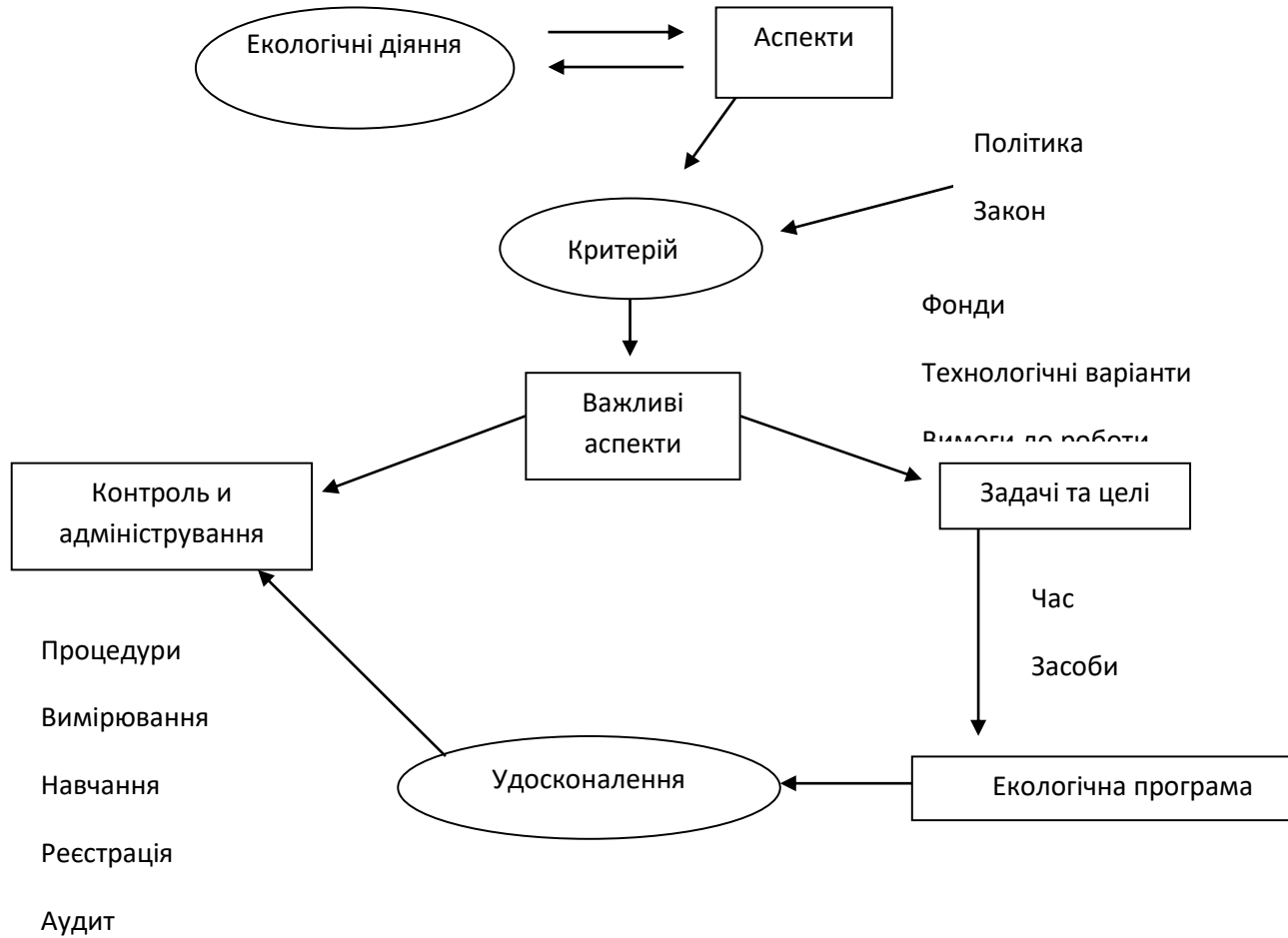


Рис. 7.1 Схема системи екологічного менеджменту.

Система ISO 14001 складається з ряду вимог до системи екологічного менеджменту (СЕМ). У даному курсі система ISO 14001 представлена у вигляді завершеної системи. Проте можна узяти з цієї системи деякі

елементи, необхідні для підприємства або установи і не створювати всіх елементів, змальованих на малюнку.

СЕМ складається з 4-х основних елементів:

- аналіз екологічних аспектів;
- вибір важливих аспектів;
- контроль і адміністрування важливих аспектів;
- екологічна програма для важливих аспектів.

### **7.3.3 Вимоги до ISO 14001**

Якщо компанія хоче отримати сертифікат ISO 14001, необхідно виконати три основні вимоги. Вони мають бути включені в екологічну політику компанії.

- **Визначення і управління екологічними аспектами**

У своїй екологічній політиці компанія повинна виявити бажання досліджувати, аналізувати і управляти всіма екологічними аспектами.

- **Визначення і прагнення до узгодження з існуючими законами і стандартами**

Взагалі, компанія повинна підкорятися законам і нормам навіть якщо немає можливості отримати сертифікат. Звичайно, якщо компанія робить позитивні заходи для відповідності законам за короткий період часу, аудитор буде поблажливішим.

- **Постійне удосконалення**

У екологічній політиці компанія повинна прагнути до постійного удосконалення. Це означає, що система не є статичною, а постійно

переоцінюється, аби можна було бачити, чи можливе подальше удосконалення.

#### **7.3.4 Початок системи екологічного менеджменту**

Першим з 4-х головних елементів СЕМ є визначення і аналіз екологічних аспектів.

*Аспектом називається діяльність, яка призводить до екологічних діянь.*

Приклади аспектів:

4. Виробництво пари або гарячої води;
5. Транспортування палива;
6. Обслуговування;
7. Їдальня для службовців;
8. Розробка нової продукції.

Наприклад, вироблення пари або гарячої води має ряд екологічних діянь.

При аналізі аспектів всі види діяльності аналізуються і визначаються відповідні їм діяння, як кількісна, так і якісна їх характеристика. Отже, перший крок полягає в тому, щоб створити повний список всіх видів діяльності підприємства.

#### **7.3.5 Аналіз аспектів.**

*Діяння аспекту виробництва пари з використанням дизельного палива:*

- Викиди CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> і SO<sub>2</sub> в повітря;

- Витік палива;
- Шум пальників, вентиляторів;
- Стічні води.

Наступний крок полягає в тому, щоб зібрати дані про екологічні діяння аспектів. Відмітьте, що діянням є викиди, а не екологічний вплив.

Буріння свердловини - це аспект, розлиття нафти – діяння, і забруднення ґрунту - це вплив.

Кожен аспект уважно розглядається і аналізується (див. приклад нижче).

Другим головним елементом є вибір важливих аспектів. Чинники, які необхідно врахувати при визначенні важливості аспектів:

- Кількісна сторона
- Екологічне діяння

Додатково

- Відносна вага
- Національна політика
- Закон
- Треті сторони

Таким чином, вибір ґрунтується на кількісній стороні і типу діяння, з врахуванням додаткових чинників. Наприклад, якщо для національної політики центром уваги є енергозбереження, тоді аспекти, пов'язані з енергозбереженням, будуть важливими аспекти. Або ж, якщо існує сильна організація захисту природи, слід врахувати всі аспекти, які можуть привести до розливу нафти.

В результаті буде отриманий список важливих аспектів і їх діянь. Приклад такого аналізу показаний в таблиці 7.1.

#### **Таблиця 7.1 - Приклад аналізу**

Аспект	Діяння	Кількість	Потенціал для зменшення	Важливість (так/немає)
Транспортування палива	Викиди в повітря	Низька	Низький	Немає
Виробництво пари	Викиди в повітря	Висока	Низький	Так
Постачання пари	Втрати енергії	Низька	Низький	Немає
Використання пари	Неефективне використання	Висока	Високий	Так

Можна зробити висновок, що важливими аспектами є:

- Виробництво пари
- Використання пари.

### 7.3.6 Контроль і адміністрування (менеджмент)

Важливі аспекти вимагають контролю і адміністративного нагляду. Нижче перераховані елементи такого адміністрування для кожного аспекту.

- Виробництво пари
  - Виміри
  - Реєстрація
  - Аудит
  - Навчання
- Використання пари
  - Реєстрація
  - Зв'язок



- Виміри
- Навчання
- Аудит
- Зв'язок

Третім головним елементом СЕМ є створення хорошого контролю і адміністрування всіх важливих аспектів.

Контроль і адміністрування складаються з цілого ряду підходів:

- Контроль за допомогою процедур. Виконання процедур, а саме менеджмент, обслуговування допоможуть організувати СЕМ;
- Заходи, які необхідно виконати після проведення вимірів і їх реєстрації;
- Реєстрація (облік) даних необхідна для того, щоб проводити аналіз тренду, складати звіти і планування;
- Необхідне навчання для того, щоб дати можливість персоналу не лише виконувати заходи відповідно до процедур і правильно заповнювати реєстраційні форми, але також навчитися розпізнавати екологічні проблеми і запобігати лихам;
- Необхідне проведення аудиту для контролю над використанням процедур, технологій вимірів, участі в навчанні, а також з метою визначення, чи були виконані заходи, заплановані раніше;
- Також повинно бути спілкування з персоналом, властями і третіми сторонами.

### 7.3.7 Екологічна програма

*Приклад: створення програми скорочення використання пари*

Кількість важливих аспектів може або має бути вдосконалене. Найвірнішим рішенням для даних аспектів є створення екологічної програми. Цілі, встановлені такою програмою, і послідовність дій перераховані нижче.

Дії повинні бути розставлені по пріоритетах з використанням таких основних критеріїв як:

7. терміновість
8. вплив
9. затрати /прибуток

Потім, для кожного виду діяльності необхідно скласти план, який має бути виконаний.

**Аби екологічна програма була успішною:**

- Поставте перед собою чіткі цілі і завдання, які реально досяжні;
- Призначте людей, виділіть час і грошові кошти;
- Розділіть програму на невеликі етапи;
- Удосконалення - регулярно обговорюйте результати і встановлюйте покращувані цільові (планові) величини (один або двічі в рік), аби досягти удосконалення.

## **7.4 Екологічний моніторинг**

### **7.4.1 Викиди в повітря**

*Основні виміри*

Для розрахунку викидів котла через димар треба визначити:

- витрати;
- температуру;
- вологість.

Витрата == Площа перетину димаря \* Швидкість

Витратоміри можуть бути наприклад: крильчастого типу (свідчення: звороти крильчатки в хвилину) або трубки Вентурі, Пито (перепад тиску).

*Спеціальні виміри*

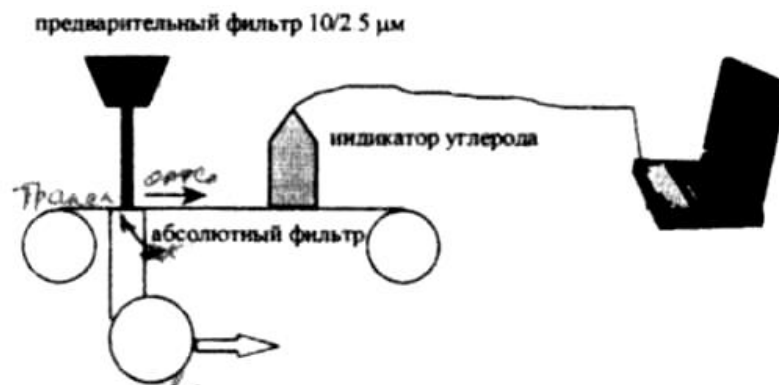
Для розрахунку ефективності роботи котла визначають:

- Вміст  $O_2$
- Вміст  $CO$

#### 7.4.2 Пил

*Спеціальні виміри*

Визначення кількості пилу розміром  $< 10 \mu m$ , та  $< 2.5 \mu m$ .



Викиди пилу можуть бути розраховані шляхом виміру накопиченого пилу на абсолютному фільтрі. Вимірюється витрата повітря, використовуються свідчення індикатора вуглецю і розраховується кількість пилу.

Існує спеціальне устаткування для визначення викидів в повітря. Кожен викид визначається основними характеристиками: витрата, температура і вологість, які мають бути відомі. Ці дані формують основу для розрахунків концентрації і кількості викидів.

Найчастіше вимірюється вміст таких компонентів як  $O_2$  і  $CO$  - ці компоненти відображають ефективність горіння і дуже важливі для мінімізації кількості спалюваного палива. Для виміру вмісту цих компонентів існують газові аналізатори, що є на ринку України.

Викиди  $CO_2$  в основному розраховуються виходячи з виду палива. Для визначення викидів  $SO_2$ ,  $NO_x$  і ЛОР потрібні спеціалізовані виміри. Найнадійнішим в даному випадку є використання оптичних спектрометрів.

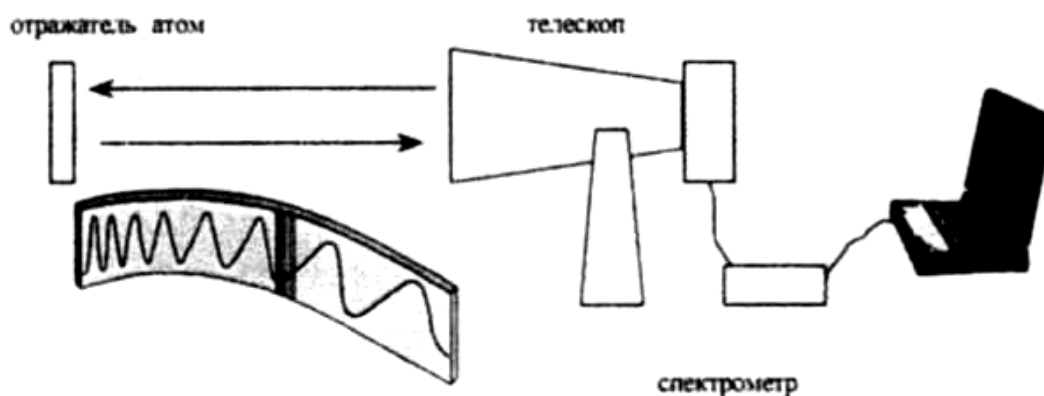
### 7.4.3 Викиди в повітря $NO_x$ , $SO_2$

#### *Спеціальні виміри*

Енергетичні викиди:

$CO_2$  = визначають за допомогою газоаналізаторів.

$NO_x$ ,  $SO_2$  = вимірюють за допомогою СПОП (спектроскопія перепаду оптичного поглинання)



СПОП може також виміряти  $NH_3$ ,  $O_3$ , бензол, толуол, ксилол, стирол і фенол. Межі визначення варіюють між 1 і 0.1 часток /млрд.

Також важливо приділити увагу схемі контролю і моніторингу, оцінити потенційні заходи для скорочення викидів.

#### *Керування викидами в повітря*

- реєстрація викидів;
- визначення аварійних установок і відповідних дій;
- добре господарювання;
- запобігаюче обслуговування.

Частота обслуговування залежить від:

- вигляду палива (нафта - часте обслуговування, газ - один раз на рік);
- функціонування (періодичне - часто, безперервне - менш часто);
- термін служби (чим старіше устаткування, тим частіше слід проводити обслуговування).

#### *Удосконалення*

- запобігти / скоротити викиди за допомогою:
  - вибору виду палива (пріоритет природному газу),
  - утилізації значних викидів,
  - скорочення періодичних викидів;
- установка пальників з низьким вмістом  $\text{NO}_x$ ;
- кінцева технологія:
  - газоочисники  $\text{SO}_2$ ;
  - переробка відходів  $\text{NO}_x$ ;
  - скорочення ЛОР.

#### **7.4.4 Викиди у воду**

Для якісного аналізу викидів стічних вод необхідно розрізнити джерела стічних вод. Така діяльність може бути розділена на декілька категорій:

- обробка стічних вод;
- градирня і очищення підживлювальної води;
- системи охолодження;
- забруднена дощова вода.

Для кожного з цих напрямів необхідно вивчити специфіку, принаймні, витрату і температуру.

Дуже важливо просліджувати накопичення мінералів у випадку використання води градирні і котельної води. Це можна зробити за допомогою виміру питомої електропровідності, вартість такого устаткування невелика і сам персонал може проводити виміри.

Температура охолоджувальної води промислового комплексу не повинна перевищувати 30°C і підвищення температури дозволяється не більш, ніж на 7°C в літній час.

На крупних енергетичних об'єктах рекомендується досягти такого рівня на апаратному рівні. На малих установках намічених цілей можна досягти, додатково змішуючи наявну воду з підживлювальною водою.

#### **7.4.5 Забруднення ґрунту**

##### *Керування*

Ключем є запобігання забрудненню ґрунту:

- щільно стягнута підлога;
- збір витоків;
- хороше господарювання;
- навіси від дощу.

##### *Вимір і аналіз*

Визначення забруднення проводиться фахівцем. Аналіз проб виконується у спеціалізованій лабораторії.

Санітарно-профілактичні заходи обходяться дорого і займають багато часу. Найкращим методом є запобігання. Запобігання забруднення ґрунту є аспектом відповідного менеджменту. Необхідні відносно малі інвестиції, аби досягти хорошої охорони ґрунту (непроникний бетон, пластик). З іншого боку санітарна підтримка ґрунту обходиться дорого і займає багато часу.

Необхідно робити заходи на територіях близьких до добування питної води.

Аналіз ґрунту і підземної води є спеціальними діями для кваліфікованої лабораторії.

#### **7.4.6 Управління відходами**

*Основні вимоги до контролю і моніторингу*

Необхідно реєструвати наступні параметри кожного виду відходів:

- кількість (вимірювальний пост);
- склад (регулярні візуальні перевірки і лабораторний аналіз).

Потрібно перевіряти правильність поводження з відходами збираючою стороною, незаконне складування.

*Заходи, що робляться:*

1. запобігання;
2. повторне використання;
3. переробка.

Управління відходами у великій мірі залежить від можливостей їх збору і переробки. Якщо такі послуги не дуже добре розвинені, при управлінні відходами потрібно сконцентрувати свою увагу на тому, які

заходи повинна зробити компанія. Дуже важливо в даній ситуації розділити потоки відходів і використовувати їх найбільшою мірою:

- деякі потоки відходів можуть бути використані для виробництва менш якісних продуктів;
- будівельні відходи можуть бути використані для зміцнення доріг (будьте обережні з азбестом, його не можна використовувати для зміцнення доріг, азбест слід обережно зібрати і поховати);
- папір і скло можна переробляти;
- можна створити компост з органічних відходів;
- може допомогти добре розроблена система обліку відходів. аби уникнути непотрібних;
- вибрати можливості запобігання і переробки;
- система може бути основою для створення інструкцій для персоналу;
- запобігти шкідливому використанню відходів.

'Запобігання себе виправдовують!' - таке гасло при використанні відходів, тому завжди прагніть скоротити кількість відходів або підвищити якість відходів.

#### **7.4.7 Негативні подразники**

##### *Шум*

Типові джерела: компресори, вентилятори, парові вакуум-ежектори.

##### *Заходи*

1. покупка шумознижуючого устаткування;
2. запобігаюче обслуговування (особливо підшипники);
3. пристрої особистої безпеки (шумозахисні навушники);



4. шумова ізоляція: прокладка гуми під конструкцією, ослаблювачі шуму у вентиляційних каналах.

Рівень шуму для робочих умов може бути виміряний в дБ. Дуже тривалий вплив шуму, що перевищує 80 дБ, веде до пошкодження слуху, тому в таких робочих умовах слід використовувати захисні навушники. Аби уникнути необхідності захисту від шуму на дуже великих територіях, компанії поміщають устаткування, що створює багато шуму (компресори, вентилятори, центрифуги і парові ежектори), в окремих будівлях. Слід взяти до уваги, що шум може поширюватися через канали і труби, тому дуже часто використовуються глушники в каналах всмоктування і видування. Запобігаюче обслуговування також може внести свій вклад в скорочення шуму, особливо при використанні підшипників і звукопоглинальної обшивки устаткування, що обертається. Для виміру рівня шуму використовуються лічильники дБ. Спеціальний експерт повинен зробити висновок за отриманими даними вимірів.

## **7.5 Приклади питань до тестового контролю**

1. Які події привели до розробки політики безпеки?
2. Найбільш ефективною мірою боротьби з окисленням ґрунту є
3. Які глобальні заходи робляться для захисту озонового шару?
4. Чим викликана зміна клімату, відома під назвою "парниковий ефект"?
5. Смог є слідством
6. Найбільш ефективним методом поводження з відходами є їх
7. Які вимоги необхідно виконати компанії для здобуття сертифікату ISO 14001?
8. Екологічна дія аспектів - це
9. Найбільш вірним рішенням для удосконалення важливих аспектів СЕМ є
10. Енергетичні викиди вимірюються з допомогою
11. Найбільш ефективним способом утилізації азбесту є

## **8 КУРСОВА РОБОТА**

### **8.1 Постановка задачі**

Паперова фабрика виробляє приблизно 140 тис. тонн картону на рік. Об'єкт спочатку обслуговувався водотрубним котлом високого тиску (4,14 МПа надлишкового тиску). Ця пара подавалася в парову систему заводу і також приводила в дію одну парову турбіну, проектна електрична потужність якої складала  $2 \cdot N$  МВт<sup>1</sup>. Котел працює на комбінованому

---

<sup>1</sup> Тут і далі N – номер студента по списку в журналі академічної групи.

паливі: мазут ( $Q_n^p = 36,9 \text{ МДж/кг}$ ), природний газ ( $Q_n^p = 33,4 \text{ МДж/м}^3$ ) і коксовий газ ( $Q_n^p = 15,4 \text{ МДж/м}^3$ ), що поставляється з сусіднього металургійного заводу. Турбіна має проміжний відбір пари з надлишковим тиском 0,34 МПа. Відпрацьована пара має тиск 0,14 МПа.

Протягом декількох років відбувалися удосконалення процесу виробництва паперу, унаслідок чого зменшилася кількість технологічної пари, необхідної для роботи підприємства, і продуктивність котла зменшилася на 30%. При цьому тиск відпрацьованої пари збільшився до 0,55 МПа. Це означає, що в середньому турбіна використовує лише 55% проектною кількості пари. Електроенергія, якої бракує, імпортується з мережі.

Все це привело до того, що керівництво прийняло рішення про зміну системи енергопостачання і закупівлю нового устаткування.

Надійшло декілька пропозицій від виробників парового і електрогенеруючого устаткування.

## **8.2 Перший варіант реконструкції**

Перше з них поступило від виробника котельного обладнання, яке безпосередньо може задовольнити потреби фабрики лише в паровому устаткуванні. Їх представник пропонує викинути застарілі котли і встановити енергозберігаючий жаротрубний котел сучасної конструкції, а всю необхідну електрику купувати.

Жаротрубні котли на 20% ефективніше по споживанню палива, ніж існуючий котел. Вартість техобслуговування такого котла буде на 10% нижче, ніж техобслуговування існуючої установки.

Капітальні витрати на нові жаротрубні котли складають приблизно  $\$158000 \cdot N$ , з яких 25% будуть сплачені разом із замовленням, а 65% після того, як котел буде введено в роботу, ще 10% будуть затримані

на рік як гарантія. (Для спрощення розрахунку передбачається, що введення в дію буде здійснено через рік після замовлення).

Економія на паливі складе  $\$90000 \cdot (N+1)$  у рік по важкому дизельному паливу і  $\$10000 \cdot N$  у рік на техобслуговуванні (техобслуговування парової турбіни відсутнє).

Додаткові витрати складуть  $\$7800 \cdot N$  у рік за куплену електрику.

Очікується, що продаж комплекту парової турбіни дасть ще біля  $\$30000 \cdot N$ .

### **Питання 1**

Розрахуйте термін окупності, ЧПВ (при ставці дисконту 10%, 15%, 40%), а також внутрішню норму прибутку, виходячи з терміну дії проекту сім років. Дані звести в таблиці (див. додаток Б).

**Примітка.** У випадках, коли економія змінюється від року до року, стандартна формула розрахунку терміну окупності не може бути використана. У цій ситуації термін окупності можна знайти склавши таблицю прогнозу руху грошових коштів (наприклад, табл. Б.1) - строк, коли кумулятивний потік коштів стає рівним нулю, є строком окупності. При необхідності використовують інтерполяцію.

### **8.3 Другий варіант реконструкції.**

Виготовлювач турбінного устаткування пропонує наступні етапи:

1. Демонтаж існуючої парової турбіни;
2. Модифікація існуючого котла з тим, щоб отримати зменшену продуктивність по пару;
3. Установка нової парової турбіни, сумісної з котлом;
4. Установка газової турбіни для отримання додаткової електроенергії.

При такій схемі паливом, яке використовуватиметься в газовій турбіні, буде коксовий або природний газ. В табл. 8.1 наведено середньорічне споживання енергоносіїв в існуючій системі.

Табл. 8.1-Середньорічне споживання енергоносіїв в існуючій системі

<b>Паливо</b>	<b>Споживання (кВт-год×10<sup>6</sup>)</b>	<b>Вартість цент/кВт-год</b>
<b>Коксовий газ</b>	<b>20*(N+1)</b>	<b>0,28</b>
<b>Природний газ</b>	<b>20*(N+2)</b>	<b>0,68</b>
<b>Дизельне паливо</b>	<b>38*N</b>	<b>0,55</b>
<b>Електрика</b>	<b>8*N</b>	<b>3,90</b>

Для запропонованого варіанту, в якому працюватимуть котел з паровою турбіною і додатково газова турбіна, проведені розрахунки, для визначення найкращої комбінації палив. Результат цих розрахунків представлений в табл. 8.2.

Таблиця 8.2 Середньорічне споживання енергоносіїв в запропонованій системі

<b>Паливо</b>	<b>Споживання котла (кВт-год ×10<sup>6</sup>)</b>	<b>Споживання газової турбіни (кВт-год ×10<sup>6</sup>)</b>	<b>Вартість (цент/кВт-год)</b>
<b>Коксовий газ</b>	<b>12*(N+2)</b>	<b>8*N</b>	<b>0,28</b>
<b>Природний газ</b>	<b>9*(N+3)</b>	<b>11*(N+1)</b>	<b>0,68</b>
<b>Дизельне паливо</b>	<b>36*N</b>		<b>0,55</b>

Закупівлі електроенергії впадуть на  $6,3 \cdot 10^6 \cdot N$  кВт-год.

Надлишок електроенергії в  $0,12 \cdot 10^6 \cdot (N + 1)$  кВт-год будуть продавати в мережу по 2,47 цент/кВт-год.

Загальні капіталовкладення нової системи складуть  $\$407000 \cdot (N+1)$ .

Річна вартість техобслуговування нової системи оцінюється приблизно на  $\$10000 \cdot N$  вище, ніж нинішня вартість техобслуговування.

Впровадження можна провести приблизно через шість місяців після підписання договору і ввести в дію в той же самий час. Для спрощення розрахунків, припустимо, що енергозбереження відбуватимуться також з цього моменту.

Умови платежів наступні:

- 60% оплачуються разом із замовленням;
- 30% через один рік після замовлення;
- 10% утримуються на рік після цього для гарантії.

#### **Питання 2**

Розрахуйте термін окупності і ЧПВ при ставці дисконту рівній 15%, використовуючи вищенаведені цифри. Дані звести в таблицю (див. додаток В)

### ***8.4 Видозміни другого варіанту реконструкції***

Подальші дослідження відкривають деякі додаткові чинники:

#### **Чинник №1**

Інший постачальник надає більш привабливі умови кредиту; він згоден з наступними умовами:

- 30% оплат при замовленні;
- 60% рік потому після замовлення;
- 10% утримуються на один рік як гарантія.

#### **Чинник №2**

Продаж старої парової турбіни, насправді, дасть всього лише  $\$12000 \cdot N$ .

Надійність газової турбіни викликає сумнів (у виготовлювачів мало досвіду в експлуатації турбіни на коксовому газі), тому їй буде потрібно зробити капітальний ремонт через чотири роки, який буде проведено за 2 місяці і який обійдеться в  $\$60000 \cdot (N+1)$ .

### **Питання 3**

Як врахувати вплив обох цих чинників на фінансову пропозицію?

## **8.5 Розрахунок зменшення викидів CO<sub>2</sub>**

### **Питання 4**

Використовуючи дані пункту **8.1** (для непарних N) або **8.2** (для парних N), розрахувати сумарну зміну викидів CO<sub>2</sub>, якщо буде прийнято дану пропозицію. Для електроенергії, що купується, прийняти, що при виробленні 1 ГДж викиди CO<sub>2</sub> складуть 180 кг.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Энергетический менеджмент/ А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др. – Киев: ИЭЭ НТУУ «КПИ», 2001. – 472 с.
2. Матеріали семінару “Смягчение влияния на изменение климата” м. Запоріжжя, 25-26 вересня, 2001 р.
3. Энергетичний менеджмент. Навчальний посібник/ А.В. Праховник та інші – Київ, 1999, 184с.
4. М.Ю. Бердишев. Энергетичний аудит. Навчально-методичний посібник. Запоріжжя, 2008. - 126с.

5. Від виробництва до ефективного споживання енергії. Посібник/  
О.І. Соловей та інші – Київ, 1999, 392с.



## Додатки

### Додаток Б

Таблиця Б1 – Форма для визначення строку окупності першого варіанту реконструкції

Рік	Витрати			Економія				Потоки коштів	
	Вартість обладнання	Електрика	Разом	Паливо	Обслуговування	Продаж турбіни	Разом	Потік коштів	Кумулятивний потік коштів
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

Таблиця Б2 – Форма для визначення ЧПВ і ВНП для першого варіанту реконструкції

Рік	Потік коштів	$k_j (r=10\%)$	Приведений потік коштів	$k_j (r=15\%)$	Приведений потік коштів	$k_j (r=40\%)$	Приведений потік коштів
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
		ЧПВ =		ЧПВ =		ЧПВ=	

## Додаток В

Таблиця В1 – Фінансове оцінювання другого варіанту реконструкції

Рік	Витрати				Економія				Потоки коштів			
	Вартість обладнання	Вартість палива	Техобслуговування	Разом	Електрика	Продаж електрики	Продаж турбіни	Разом	Потік коштів	Кумулятивний потік	$k_j$ ( $r=15\%$ )	Приведений потік коштів
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
											ЧПВ =	