

## ГЛАВА III ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

### Суть, цілі, завдання енергоменеджменту.

Енергоменеджмент є основним інструментом скорочення споживання енергії на підприємстві. Енергоменеджмент це процес управління всіма аспектами діяльності в галузі енергозбереження на підприємстві. Основною метою енергоменеджменту є забезпечення найбільш ефективних шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії підприємства на окремих етапах його розвитку.

У процесі реалізації цієї основної мети енергоменеджмент спрямований на вирішення таких найважливіших завдань:

1. Забезпечення зниження споживання енергії за рахунок використання енергозберігаючого обладнання, технологій;
2. Створення картини споживання ресурсів на підприємстві;
3. Проведення регулярного аналізу енергоспоживання;
4. Розробка і впровадження енергозберігаючих заходів;
5. Фінансова оцінка енергозберігаючих заходів;
6. Впровадження системи обліку енергоносіїв;
7. Розробка системи зацікавленості працівників підприємства в енергозбереженні;
8. Розробка внутрішніх стандартів підприємства щодо ефективного енерговикористання
9. Проведення внутрішнього енергетичного аудиту та складання договорів на проведення зовнішнього енергоаудита.

Основними функціями енергоаудиту є: облік енергоносіїв, контроль, регулювання, аналіз, прийняття рішень, нормування, планування.

### Енергоменеджер та його завдання

Якщо підприємство є великим споживачем енергії, то потрібен працівник, який працює повний робочий день і займається виключно питаннями ефективного енергоспоживання.

Використовуючи термін «менеджер», необхідно враховувати, що новий працівник вважається не простим виконавцем, а працівником середньої ланки, відповідальність якого, дійсно, відрізняється від відповідальності керівника вищої ланки. Це, в свою чергу, вимагає закріплення кінцевої відповідальності за адміністрацією підприємства через велику важливість здійснення ефективного енергоменеджмента і раціонального енергоспоживання (з економічної точки зору) в рамках всього підприємства. Перевага назви посади «енергоменеджер» полягає в тому, що вона підкреслює статус нового працівника: він прирівнюється до

адміністрації підприємства, але не керує людьми, а контролює енергоспоживання.

Енергоменеджер повинен вирішувати на підприємстві наступні завдання:

1. Складати таблиці споживання енергії на підприємстві в цілому, по підрозділах і для крупного обладнання;
2. Складати паливно-енергетичний баланс підприємства;
3. Проводити аналіз споживання енергії з урахуванням оцінки заходів по економії енергії;
4. Розробляти заходи щодо вдосконалення виробничого процесу, обладнання, технічного обслуговування і функціонування обладнання;
5. Визначити ефективність роботи споживачів енергії;
6. Здійснювати контроль інвестування заходів з економії енергії, порівнюючи його з іншими витратами;
7. Надавати консультаційні послуги з питань економії енергії по всьому підприємству;
8. Проводити внутрішній енергетичний аудит;
9. Давати консультації з питань нового обладнання і тарифної політики;
10. Перевіряти й оцінювати розрахунки з оплати за спожиту енергію і договори, пов'язані з енергоспоживанням;
11. Вміти керувати групою з раціонального використання енергії, а також проектами в сфері енергозбереження;
12. Створити систему обліку енергоспоживання, при необхідності автоматизувати її;
13. Вміти детально аналізувати потоки енергії;
14. Визначати і постійно контролювати питомі норми енергоспоживання;
15. Вносити пропозиції на розгляд адміністрації як щодо організації і технології, так і щодо нової інвестиційної політики;
16. Проводити розрахунки капіталовкладень і експлуатаційних витрат;
17. Розробляти пропозиції щодо зацікавленості персоналу в економії енергії;
18. Дослідити можливість субсидій і їх використання на практиці;
19. Вміти керувати персоналом.

Посада менеджера з енергетики прирівнюється до керівника середнього рівня з безпосередньою підпорядкованістю директору або головному інженеру підприємства.

## 6 ОСНОВНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМУ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

### 6.1 Основні поняття про систему енергоменеджменту

При розгляді структури управління енергоспоживанням в будь-якій організації необхідно брати до уваги три основні моменти:

- Як здійснюється контроль витрат на оплату енергії?
- Хто оплачує рахунки?
- Чи ефективно підприємство або компанія використовує енергію?

Нижче ці чинники розглядаються окремо.

#### 6.1.1 Види систем контролю споживання енергії

В таблиці 6.1 наведено можливі рівні контролю енергоспоживання на підприємстві.

Таблиця 6.1 Види систем контролю енергоспоживання

Рівень	Система контролю
1	Тільки перевірка и оплата щомісячних рахунків за енергію
2	Щомісячні показники лічильників звіряються з рахунками на оплату
3	Щомісячні показання лічильників зіставляються з об'ємом виробництва
4	Система щотижневого контролю, заснована на встановленні додаткових лічильників
5	Система щотижневого контролю, заснована на встановленні додаткових лічильників і на використанні цільових показників, що залежать від обсягу продукції (система контролю і планування)

Як видно з таблиці 6.1 5-й рівень представляє з себе систему ЕМ.

Для впровадження належного обліку необхідно довести бюджет на витрату енергії до кожного підрозділу. Більшість компаній покладають обов'язки на матеріально-технічний відділ, який має лише частковий контроль над використанням енергії (тобто над її виробництвом і розподілом). Для введення належного обліку необхідно досягти четвертого рівня, представленого в таблиці. Виробничий персонал не може бути в повній мірі відповідальним, якщо досягається тільки третій рівень.

### 6.1.2 Форми підзвітності оплати за енергію

Коли ставиться питання про досягнення економії енергії, велике значення має підзвітність оплати за енергоносії. Форми підзвітності представлені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 Форми підзвітності оплат за енергію

Рівень	Форма підзвітності
1	Оплату робить фінансовий відділ
2	Оплату проводить відділ матеріально-технічного постачання
3	Оплату робить кожне виробниче відділення відповідно до встановленого пропорційного розподілу
4	Оплату робить кожне виробниче відділення відповідно до споживання, що вимірюється

## 6.2 Основні положення системи ЕМ згідно стандарту ISO 50001:2014

Загальні вимоги до структури функціонування системи ЕМ наведено в стандарті ISO 50001:2014 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги з посібником по застосуванню». Структурна схема системи енергетичного менеджменту у відповідності до ISO 50001:2014 зображена на рис. 6.2.

Мета впровадження системи енергетичного менеджменту:

- Зниження енергетичної складової послуги теплопостачання та фінансового навантаження на підприємство, пов'язаного з оплатою енергоносіїв за рахунок підвищення ефективності використання ПЕР.
- Підвищення енергетичної безпеки та незалежності теплопостачального підприємства.
- Підвищення якості комунальних послуг.
- Зниження техногенного навантаження на оточуюче середовище.

Задачі:

- ❖ Оперативний контроль та аналіз ефективності використання ПЕР.
- ❖ Розробка, реалізація і моніторинг енергоефективних проектів.
- ❖ Розробка, реалізація і моніторинг програм з підвищення ефективності використання ПЕР.
- ❖ Моніторинг фактично досягнутої економії ПЕР та зниження викидів CO<sub>2</sub>.

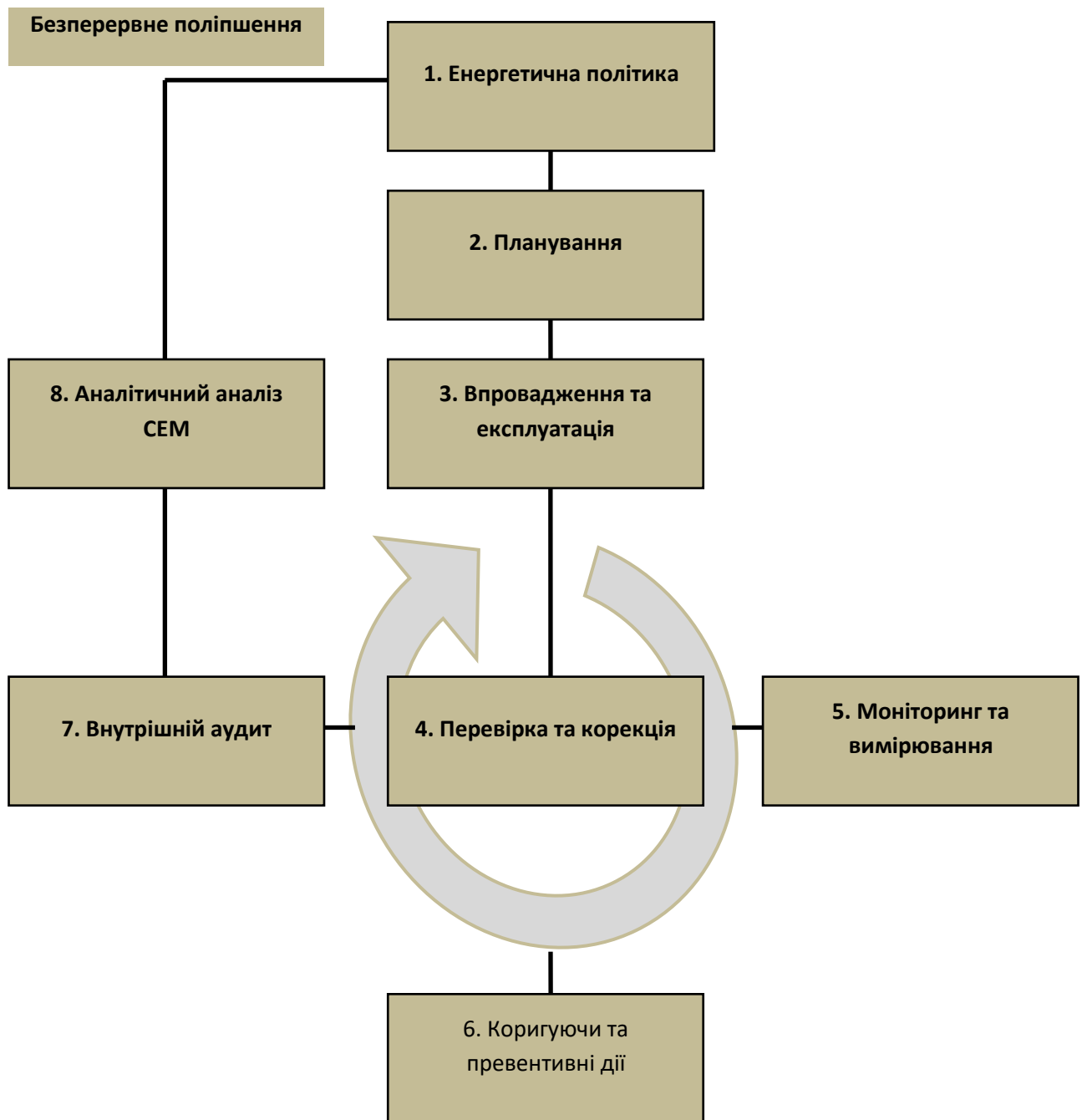


Рис. 6.2. Структурна схема системи енергетичного менеджменту

Система енергетичного менеджменту включає до себе наступні компоненти:

- Організаційний компонент СЕМ.
- Технічний компонент СЕМ.
- Методологічний компонент СЕМ.

**Обовязкова умова існування Системи – наявність всіх трьох компонентів СЕМ.**

**Організаційний компонент СЕМ** включає наступні елементи:

- організаційна структура СЕМ підприємства;
- персонал служби енергоменеджменту;
- нормативні документи СЕМ.

**Технічний компонент СЕМ** включає наступні елементи:

- засоби збору даних та моніторингу енергоспоживання об'єктів;
- засоби регулювання енергоспоживання об'єктів;
- інформаційне, програмне забезпечення.

**Методологічний компонент СЕМ** включає наступні елементи:

- методики аналізу енергоефективності об'єктів;
- порядок розробки, прийняття та впровадження управлінських рішень.

### **Аналіз СЕМ**

Найвище керівництво має періодично аналізувати СЕМ організації для забезпечення постійної її придатності, адекватності та ефективності.

Необхідно документувати інформацію щодо аналізу з боку керівництва.

### **Вхідні дані для аналізу з боку керівництва**

У вхідних даних для аналізу з боку керівництва має бути така інформація:

- а) дії, виконані після останнього аналізу з боку керівництва;
- б) аналіз енергетичної політики;
- в) аналіз рівня енергоефективності та пов'язаних з ним ІЕЕ;
- г) результати оцінки відповідності законодавчим вимогам з урахуванням їх розвитку і зміни, а також іншим вимогам, що їх організація має дотримувати;
- д) ступінь досягнення поставлених цілей і виконання завдань у сфері управління енергоефективністю;
- е) результати аудитів СЕМ;
- ж) стан виконання запобіжних і коригувальних дій;
- з) запланований рівень енергоефективності для наступного періоду;
- и) рекомендації щодо поліпшення.

### **Вихідні дані аналізу з боку керівництва**

Вихідні дані аналізу з боку керівництва мають охоплювати всі рішення і дії, пов'язані зі:

- а) змінами рівня енергоефективності організації;
- б) змінами енергетичної політики;
- в) змінами ІЕЕ;
- г) змінами цілей, завдань або інших елементів СЕМ відповідно до зобов'язань організації щодо безперервного поліпшення;

е) змінами, що стосуються розподілу ресурсів.

В результаті СЕМ виходить на наступний рівень досконалості в частині політичних цілей, організаційних та технічних завдань.

### **Нормативні документи СЕМ**

Системний характер роботи з енергозбереження, чіткий порядок діяльності енергоменеджерів різних рівнів та інших осіб, задіяних в управлінні витратами енергії, забезпечують належним чином розроблені спеціальні нормативні документи.

Пакет документів, що становлять нормативну базу функціонування СЕМ підприємства, може включати в себе наступні документи:

- Рішення Керівництва підприємства про СЕМ.
- Приказ про створення СЕМ на підприємстві.
- Концепції запровадження СЕМ.
- Положення про Службу ЕМ.
- Посадова інструкція енергоменеджера.
- Порядок аналізу та прийняття управлінських рішень.
- Положення про матеріальне заохочення.
- Положення про групи впровадження проектів (ГВП).
- Розпорядження про проведення внутрішнього аудиту СЕМ.
- Розпорядження про проведення зовнішнього аудиту СЕМ.
- Інші документи при необхідності.

При цьому ці спеціалізовані документи повинні конкретизувати положення наведені в державних законах та стандартах, а саме:

1. Закон України «Про енергоефективність».
2. ДСТУ ISO 50001 : 2014 «Системи енергетичного менеджменту».
3. ДСТУ 4472 : 2005 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту.
4. ДСТУ 2155-93 Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів з енергозбереження.
5. Міжнародний протокол вимірювання та верифікації ефективності (IPMVP). ([www.evo-world.org](http://www.evo-world.org)).

### **Програма реалізації проекту впровадження СЕМ**

Успіх енергетичного менеджменту залежить від першого керівника підприємства. Якщо відсутні позитивні результати – то винен перший керівник, тому що він або не прийняв належні управлінські рішення, або не підібрав фахівців, які були-б в змозі виконати ці рішення. І в першому, і в другому випадку відповідальність за якість рішень та фаховість підбору виконавців несе перший

керівник. Тому нижче наведені кроки керівництва міста та підприємства по створенню ефективної системи енергоменеджменту.

### **1. Політичне рішення про впровадження СЕМ**

Політичне рішення про побудову розвинутої системи енергетичного менеджменту (СЕМ) повинне бути свідомим та ухвалено Керівництвом підприємства.

При вирішенні питання про «додаткове» фінансування аргументом на користь цього організаційного заходу повинен бути позитивний світовий та вітчизняний досвід, який доводить енергетичну та економічну ефективність на рівні не менш 10% від базового енергоспоживання.

Виходячи з прогнозованої ефективності заходу в 10% прийнята практика – це фінансування СЕМ у розмірі 5% вартості енергоресурсів в базовому (попередньому до впровадження) році. Як правило ці кошти розподіляються наступним чином:

- 2% вартості енергоресурсів – на утримання персоналу служби енергоменеджменту та залучення необхідних профільних компаній або окремих консультантів;
- 3% вартості енергоресурсів – на технічні засоби обліку та контролю енергоспоживання.

Перше політичне рішення у вигляді рішення Керівництва підприємства повинно включати наступне:

- **Політична заява та ціль.** Наприклад: підвищення комфорту життєдіяльності міста та скорочення витрат на енергоресурси за рахунок підвищення енергоефективності виробітку теплової енергії на потреби опалення міста.
- **Межі охоплення системою енергоменеджменту.** Повинен бути наведений додаток до рішення з переліком підрозділів підприємства, що входять в межі охоплення СЕМ.
- **Фінансова сторона.** Наприклад: виділення коштів для СЕМ передбачити за рахунок коригування енергетичних статей бюджету, та залучення коштів міжнародних фінансових організацій.
- **Організаційна сторона.** Керівництво підприємства повинне видати розпорядження про організацію СЕМ зі термінами та відповідальними особами.
- **Відповідальність.** Наприклад: за побудову та функціонування СЕМ персональну відповідальність несуть перші керівники підприємств та установ. Директор підприємства зобов'язується персонально контролювати виконання рішення, а керівником СЕМ призначається, наприклад, його заступник.
- **Мотивація на місцях** Створити механізми заохочення на підрозділах через повернення коштів заощаджених шляхом зниження споживання енергоносіїв.



Розробити положення про преміювання енергоменеджерів, та причетних керівників об'єктів, відповідно досягнутого зниження споживання енергоносіїв

## **2. Залучення професійних консультантів**

Прийнята світова практика – це залучення консалтингової компанії відповідного фаху. Слід зазначити, що основним критерієм відбору консультантів повинна бути саме їх фаховість, а не тільки кошторис їх послуг. Від професійності консультантів та їх наполегливості, а також від чіткого виконання рекомендацій задіяними спеціалістами міста залежить успішність впровадження системи енергетичного менеджменту. Залучення до фінансування впровадження СЕМ Міжнародних фінансових організацій автоматично передбачає супровід впровадження інвестиційного проекту з боку консалтингової компанії обраної інвестором.

Вибір консультанта – доленосний крок в успішній побудові СЕМ. Тому потрібно забезпечити вибір компанії-консультанта в результаті чітко сформуваного технічного завдання та прозорого тендера.

При виборі консультантів треба притримуватися наступних правил та настанов:

- компанія повинна мати досвід та досягнення в реалізації енергоефективних заходів та особливо у впровадженні СЕМ;
- для тендеру компанією повинен бути наданий пакет документів:
  - ✓ установчі документи, референс-лист та документи, які підтверджують фінансову спроможність та успішність компанії;
  - ✓ чіткий та детальний план дій щодо розробки та впровадження СЕМ;
  - ✓ особовий склад консультантів та перелік їх дій;
  - ✓ програми навчання енергоменеджерів всіх рівнів, керівництва і персоналу установ та департаментів, задіяних в СЕМ;
  - ✓ кошторис послуг консультантів щодо розробки та впровадження СЕМ;
- компанія повинна гарантувати ефективність для підприємств та установ тих заходів, які вони будуть пропонувати в ході своєї діяльності. В той же час з боку керівників установ та підприємств повинні бути зобов'язання чіткого виконання рекомендацій та заходів, запропонованих консультантами.

Прийняття остаточного рішення щодо вибору консультантів слід робити після презентації та обговорення здійсненності планів дій, які представлені керівниками проектів консалтингових компаній. Обрана компанія повинна бути основною для всіх установ бюджетної сфери міста, але яка за потребою має право залучати фахових консультантів.

## **3. Створення складових елементів СЕМ**

- **Перша і основна складова - персонал служби енергоменеджменту**

Призначення енергоменеджерами непідготовлених людей без чітких функцій може дискредитувати СЕМ та внести додатковий хаос та бюрократію.

Згідно із стандартом ISO-50001 енергоменеджер підприємства підпорядковується безпосередньо Керівнику підприємства або його заступнику.

Кадрове забезпечення СЕМ – це створення нових та високопрофесійних робочих місць з високим рівнем рентабельності.

Шлях створення штатної структури СЕМ має декілька недоліків, які підтверджені практикою міст України:

– обмеженість штатного персоналу підприємства призводить до призначення енергоменеджерами нефахових спеціалістів з різних підрозділів «за сумісництвом», що суттєво впливає на результативність СЕМ;

– невелика заробітна платня штатного енергоменеджера призводить до того, що після здобуття технічних знань з енергоефективності та досвіду роботи енергоменеджер знаходить місце роботи на підприємствах, які можуть запропонувати більшу оплату праці.

#### ➤ Друга складова – оцінка та удосконалення існуючої системи обліку енергоресурсів

Існуючі системи обліку ПЕР частіше за все не відповідають тим задачам, які стоять перед службою енергетичного менеджменту. Але недосконалість існуючих систем обліку не може бути виправданням незапровадження СЕМ.

Адже на базі існуючих систем обліку ПЕР можливо робити моніторинг та перевірку ефективності енергоспоживання, хоча і з деяким запізненням та похибками.

Для підвищення оперативності аналізу енергоспоживання та відповідних дій службам енергетичного менеджменту потрібні АСКОЕ. Тому створення АСКОЕ – це першочерговий за пріоритетності технічний захід.

Відсутність АСКОЕ буде стримувати впровадження всіх інших енергоефективних заходів з залученням зовнішніх інвестицій, для яких наявність достовірного моніторингу ефективності є обов'язковою умовою.

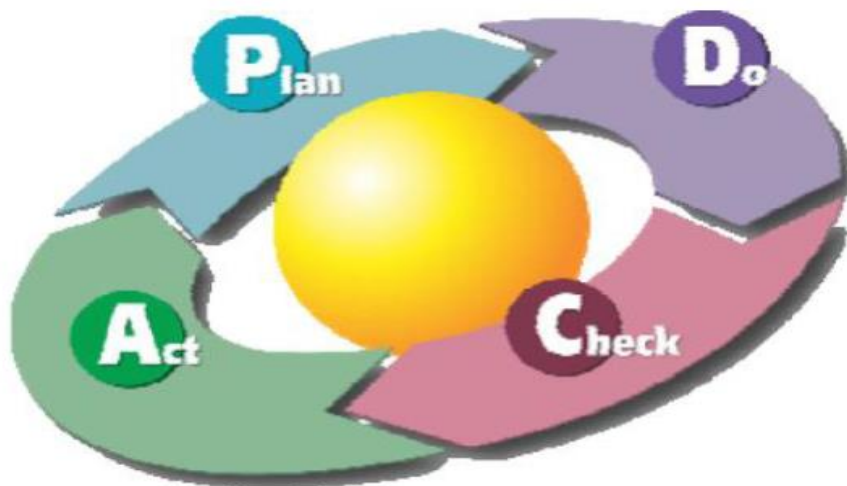
#### ➤ Третя складова – план дій щодо розроблення та впровадження СЕМ та алгоритм прийняття управлінських рішень

Для чіткого функціонування системи енергоменеджменту потрібно створити його алгоритм, для чого потрібно розробити пакет документів, що регламентують діяльність енергоменеджменту та внести доповнення в інші діючі установчі документи. Потрібно гармонійно вписати систему енергетичного менеджменту в існуючі управлінські структури підприємства.

Після створення всіх складових СЕМ слід переходити до наступного кроку.

### **4. Запуск функціонування циклу енергоменеджменту**

В основі функціонування СЕМ, побудованої відповідно до положень стандарту ISO 50001, є цикл Демінга.



Основою циклу є послідовність наступних процедур:

- a) вимірювання показників енергоспоживання;
- b) аналіз показників енергоспоживання;
- c) розробка енергозберігаючих заходів;
- d) впровадження енергозберігаючих заходів.

Що криється за цими загальними істинами та з чого починати? Найкращим рішенням є розпочати з енергоаудиту, який дозволить виконати перші 3 процедури та складе першу позицію циклу Демінга – створить розгорнутий план дій.

Але якщо недостатньо коштів на проведення енергоаудиту або є обґрунтовані сумніви в доцільності енергоаудиту без наявності фінансування великовитратних заходів, то пропонується для першого циклу енергоменеджменту прийняти наступне політичне рішення: «досягти зниження показників енергоспоживання при існуючому стані будівель та технологій за рахунок організаційних заходів та виконуючи програму «не використовуєш – виключай».

Для виконання цього політичного рішення згідно циклу виконуємо наступні дії:

### **Плануємо**

a) Починаємо щодобовий приладовий облік енергоспоживання, а також облік факторів, які впливають на величину цих показників (наприклад, температура зовнішнього повітря, кількість користувачів теплом, тривалість опалювального періоду тощо). При цьому слід дотримуватися такого правила: щоб виміряні значення енергоресурсів та факторів, які на них впливають, були за однаковий період часу. Наприклад, якщо показники теплолічильника знімаються

рівно о 9 годині, то й середньодобова температура зовнішнього повітря повинна фіксуватися з 9 години попередньої доби до 9 години нинішньої доби. Період (крок) зняття показань повинен бути постійним на весь період обліку.

b) Виміряні дані заносимо до бази даних за всіма видами ПЕР з одночасним фіксуванням факторів, які впливають. Це доцільно робити в табличному вигляді в програмному комплексі Excel. До набуття стійких навичок в обробці та аналізі вихідної інформації користування іншими спеціальними програмними продуктами небажано.

c) Після збору даних за достатній для аналізу термін за допомогою фахівців-консультантів виконуємо графічний та регресійний аналіз показників енергоспоживання в залежності від фактору, який впливає. В результаті аналізу виявиться, що при однакових значеннях фактору, який впливає, ми маємо різні значення показників енергоспоживання, які мають розкид в 10-20%, а іноді і більше. Рівняння регресії надасть нам залежність стандартизованого профілю енергоспоживання від фактору, що впливає. Визначаємо плановий рівень економії при дотриманні стандартів енергоспоживання (базової лінії) при їх застосуванні. Слід зазначити, що виведене базове енергоспоживання ґрунтується не на розрахунках, а на практичному досвіді щодо режимів енергоспоживання, який персонал вже мав.

*З досвіду м. Франкфурту на Майні контроль за енергоспоживанням має наступні показники: Потенціал > 5 %, Витрати : ефективність = 1:5 -1:10*

d) Розробка документації пов'язаної з функціонуванням системи енергоменеджменту в частині технічного обслуговування, проектування, закупівлі обладнання, енергії та енергосервісних послуг

e) Розробка деталізованого плану дій для досягнення цілей з розподілом ролей та обов'язків персоналу об'єктів та відповідальних осіб.

### **Діємо**

f) Доводимо до персоналу, який несе відповідальність за використання енергоресурсів, результати аналізу та ставимо в обов'язок слідкувати за енерговикористанням та не перевищувати стандартизовані (нормативні) значення показників енергоспоживання. Залучення та сприяння в реалізації ЕСКО Контрактів на відповідальних об'єктах відповідальним персоналом.

*З досвіду м. Франкфурту на Майні наступні дії по зниженню енергоспоживання мають слідуєчи показники:*

- *Оптимізація експлуатації технічного обладнання на об'єкті*

*Потенціал > 15 %*

*Витрати : ефективність = 1:3 -1:5*

- *Модернізація обладнання та термосанація*

*Потенціал > 30 %*

*Витрати : ефективність = 1:1 -1:2*

g) Перевіряємо дотримання базової лінії енергоспоживання та реагуємо на факти його перевищення.

h) Документуємо не тільки показники енергоспоживання та фактори, що на них впливають, а також відхилення від стандартизованого профілю енергоспоживання з фіксацією кумулятивного енергетичного та економічного ефекту від запровадження програми «не використовуєш-виключай».

i) Ретельному аналізу слід піддати не тільки факти перевищення стандартизованого профілю енергоспоживання але й факти заниженого енергоспоживання, і, якщо це не помилка під час обліку, то може виявитися, що персонал, сам того не усвідомлюючи, досяг оптимальних режимів енергоспоживання. Досвід такого енергоспоживання повинен бути досліджений, і, якщо норми ведення технологічного процесу та комфортності життєдіяльності не були порушені, то його слід поширити на весь персонал шляхом внесення доповнень в посадові та виробничі інструкції та ввести новий – цільовий стандартизований профіль енергоспоживання. Цільовий стандартизований профіль енергоспоживання визначається наступним чином: після визначення стандартного рівняння регресії слід видалити з регресійного аналізу значення гірші за стандартні, та повторити процедуру визначення лінії тренду та рівняння регресії. Ця друга лінія тренду буде визначати цільове енергоспоживання.

### **Перевіряємо**

j) Формуємо групу внутрішнього аудиту для перевірки відповідності функціонування системи енергоменеджменту вимогам стандарту ISO 50001.

### **Вдосконалюємо**

k) Визначаємо на якому рівні знаходиться наша система енергоменеджменту та визначаємо заходи та кроки до вдосконалення системи енергоменеджменту та ставимо наступні цілі та нове політичне рішення для запуску наступного циклу Демінга.

Слід зазначити, що наведений цикл є обов'язковим для успіху всіх подальших кроків на шляху вдосконалення системи управління енерговикористанням до рівня передових країн світу.

## **5. Сертифікація системи енергоменеджменту**

Для того, щоб бути впевненим в правильності впровадження СЕМ та виключити помилки і похибки організаційного характеру, систему енергоменеджменту слід атестувати незалежним акредитованим органом системи міжнародної стандартизації ISO.

Для цього слід звернутися до однієї з міжнародних організацій, які мають право та акредитовані для проведення сертифікації системи енергоменеджменту на відповідність стандарту ISO 50001.

Прийнята практика стандартизації ISO передбачає, що компанія, яка проводить сертифікацію, повинна надати технічну допомогу та консультації щодо розробки документації та організації процесу функціонування системи енергоменеджменту.

Сертифікація системи енергоменеджменту підприємства на відповідність стандарту ISO 50001 буде однією з вирішальних переваг для інвесторів при прийнятті позитивного рішення про фінансування енергоефективних проектів.

## **6. Забезпечення безперервності функціонування циклу енергоменеджменту**

Безперервність циклів функціонування СЕМ повинна бути закріплена рішенням Керівництва та наказом по підприємству. Гарантією повинна стати щомісячна доповідь енергоменеджера підприємства та щорічний звіт енергоаудиторської компанії СЕМ про стан системи енергоменеджменту.

Наприкінці кожного звітного періоду повинні бути вжиті заходи з матеріального заохочення за енергозбереження працівників згідно відповідного положення. Наявність прозорої системи стимулювання є однією з головних умов забезпечення безперервності функціонування циклу системи енергоменеджменту.

Слід зазначити, що у випадку, якщо не всю економію витрат на ПЕР, особливо на начальному етапі, направляти на матеріальне заохочення працівників, то з'явиться можливість створення револьверного фонду для подальших кроків до більшої енергоефективності вже з залученням професійних енергоаудиторів та інвестицій на впровадження високовитратних енергоефективних проектів. Такий підхід дозволить «знайти» кошти на енергоефективність навіть там, де їх завжди не вистачає.

Обов'язковими вимогами стандарту ISO 50001 є документування та інші організаційні процедури, що виконуються згідно з документами, які регламентують діяльність служб енергоменеджменту.

### 7.1 Сутність системи СЕМ

Щоб відповісти на питання, чи достатня віддача за витрачені гроші, необхідно мати засоби оцінки ефективності енергоспоживання. Впровадження системи СЕМ вирішує питання про те, як визначити ефективність витрати енергії на підприємстві. Необхідно також вирішити на кого покласти відповідальність за визначення ефективності в рамках всього підприємства. Крім того, необхідний механізм, який гарантує, що підприємство в дійсності просувається до мінімізації витрат на енергію. Система СЕМ - це той засіб, який допоможе досягти перерахованих цілей.

Систему СЕМ можна представити в вигляді п'яти основних пунктів:

1. Контроль споживання енергії та води за допомогою системи додаткових лічильників для виділених зон або окремих одиниць обладнання. Подібний контроль здійснюється так званими «центрами енергообліку» (ЦЕУ).
2. Визначення рівнів ефективності кожного ЦЕУ шляхом пов'язання споживання енергії з заходом виробництва в певній зоні або на певному обладнанні, що і являє собою «планування» (досягнення цільових показників).
3. Впровадження регулярної системи звітності, яка дозволяє отримати міру ефективності кожного ЦЕУ.
4. Створення груп в відділеннях, які проводять регулярні збори для обговорення шляхів поліпшення ефективності і відповідальні виконавці.
5. Створення регулярно діючого механізму зворотного зв'язку щодо ефективності на всіх рівнях підприємства, для створення більшої інформованості співробітників і їх мотивації для подальшого вдосконалення ефективності енергоспоживання.

### 7.2 Попередній енергоаудит підприємства

Перед впровадженням СЕМ необхідно провести попередню ревізію енергоспоживання об'єкта. Загальні положення та методи проведення енергетичних досліджень викладені в перших розділах цього посібника. Відзначимо зараз специфічні цілі попереднього енергоаудиту, проведеного в рамках впровадження СЕМ:

- Визначити, що саме підлягає контролю з урахуванням річного споживання і яку реальну економію ми можемо планувати.
- Визначити області обліку. Іншими словами, визначити хто саме відповідатиме за витрати на енергію,

- Оцінити загальну вартість системи, включаючи лічильники і, можливо, програмне забезпечення та обслуговуючий персонал, які необхідні для нормальної роботи системи.

### 7.3 Цільові змінні

Наступний етап в програмі реалізації СЕМ полягає у визначенні цільових змінних, які будуть використовуватися для порівняння з фактичними витратами енергії. Це складний етап, який вимагає ретельного опрацювання, оскільки в іншому випадку довіру до СЕМ може бути підірвано. Цільові показники (змінні) повинні представляти реалістичний прогноз того, що може бути досягнуто. Якщо це не так, то люди незабаром можуть втратити мотивацію до реалізації цільових показників.

#### 7.3.1 Від чого залежить споживання енергії?

Найбільш поширений параметр - це обсяг продукції, що випускається, вимірюваний в кілограмах, м<sup>3</sup>, метрах і інших одиницях. У механічному цеху в якості подібного параметра може бути також використано введення заготовок.

Для обладнання з постійним завантаженням очевидним параметром, по відношенню до якого слід планувати споживання енергії, є час роботи.

Вторинними змінними можуть служити температура, до якої нагрівається виріб, або кількість вологи, що видаляється в процесі сушіння.

Необхідний певний аналіз для того, щоб забезпечити облік тільки основних параметрів, так як в протилежному випадку процес визначення цільових показників стає занадто складним.

Зазвичай при вирішенні питання про цільових параметрах починають з аналізу того, які виробничі дані підприємство збирає в даний час, а потім виконують попередній аналіз на основі цих даних, перш ніж ставити питання про збір додаткової інформації.

#### 7.3.2 Приклади цільових величин

##### 7.3.2.1 Промисловість

У список, наведений в таблиці 7.1, включені параметри, які найбільш корисні для застосування в якості цільових показників, що відносяться до витрати електроенергії. Первинна величина являє собою найбільш поширений цільової параметр. Якщо при цьому як і раніше зберігається великий розкид значення, загальна ситуація іноді може бути поліпшена при використанні вторинного параметра. У подібній ситуації слід спробувати використовувати параметр з другої колонки. Однак другий параметр рекомендується використовувати тільки в тому випадку, якщо відомо, що його застосування може істотно вплинути на споживання енергії.



### 7.3.2.2 Будівлі.

У разі будівель витрата енергії на опалення можна планувати просто в функції градусо-днів. Більш детально градусо-дні будуть розглянуті в наступному розділі. Зазвичай подібне планування здійснюється по місяцях, особливо в бюджетних будівлях, таких як лікарні і школи. Планування витрат електроенергії є складнішим завданням, і часто планові цільові показники базуються на витраті електроенергії за такий же період минулого року (тобто порівнюється споживання в квітні 2018 року зі споживанням в квітні 2019 року). Якщо в будівлях сильно розрізняються години присутності людей, це також може бути прийнято до уваги.

Таблиця 7.1 - Цільові змінні

<b>Споживач енергії</b>	<b>Первинна величина</b>	<b>Вторинна величина</b>
Печі / Нагрівачі	Обсяг продукції	Температура оточ. середовища
Гальваніческое покриття	Обсяг продукції	Температура оточ. середовища
Плавлення	Обсяг продукції	
Облагороджування паперу	Обсяг продукції	Розміри
Дроблення	Обсяг продукції	
Прокатні стани	Обсяг продукції	
Повітряні вентилятори (великі)	Обсяг продукції	
Повітряні вентилятори (невеликі)	Години роботи	
Великі технологічні насоси	Обсяг продукції	
Невеликі насоси	Години роботи	
Конвейєри	Години роботи	
Преси	Обсяг продукції	
Зварювальне обладнання	Години роботи	
Механічна обробка	Години роботи	
Відцентрові компресори	Обсяг продукції	
Повітряні компресори	Години роботи	
Кондиціонування	Температура оточуючого середовища	Вологість
Великі холодильники	Обсяг продукції	Температура оточ. середовища
Невеликі холодильники	Температура оточуючого середовища	
Освітлювання	Години роботи	

## 7.4 Регресійний аналіз

Регресійний аналіз є центральним математичним прийомом в системі СЕМ. Ця частина досліджує наступні моменти:

- \* Базові і змінні навантаження
- \* Графіки регресійного аналізу
- \* Аналіз регресійної інформації

### 7.4.1 Базові навантаження і змінні коефіцієнти

Прийом регресійного аналізу дозволяє нам одержувати відношення між енергією і її змінною величиною (напр. виробництвом) і визначати передісторію споживання енергії в термінах «основних» і «змінних» навантажень.

Базове навантаження – це кількість споживаної енергії, коли змінна величина рівна нулю. Звичайно, при нульовій продуктивності заводу ми б припинили поставляти енергію. Але, за дуже короткий термін, ми розуміємо, що певна кількість енергії необхідна для того, щоб завод продовжував працювати. Підраховувавши це, ми визначаємо «поточні втрати», які характеризують наше використання енергії і можуть вказувати на потенційну економію.

Змінне навантаження – це кількість енергії, необхідна для кожної додаткової одиниці змінної величини. Це покаже нам, скільки ще енергії буде потрібно для виробництва, наприклад, додаткової тонни продукції. Вони допомагають у визначенні «середніх витрат виробництва», а також утворюють базу для обчислення заощаджень відносно користувачів енергії із навантаженнями, що змінюються.

### Регресійний аналіз.

Насправді, фактичне споживання енергії ніколи не буде таким же, як і теоретичне. Тому ми і повинні використовувати систему СЕМ.

Першою стадією в системі СЕМ є аналіз передісторії (зібраних за попередні періоди часу даних) для визначення стандартних (або середніх) рівнів споживання енергії.

Це допомагає зробити математичний прийом лінійного регресійного аналізу

## 7.4.2 Регресійний аналіз (графік до аналізу)

Нижче приведений графік (рис.7.1), на якому вісь  $Y$  – це споживання пари і вісь  $X$  – виробництво паперу. Якщо ми нанесемо всі дані, то отримаємо так званий «розсіяний графік», тобто такий, в якому точки не утворюють єдину безперервну лінію, а зображають розміщення приблизних даних біля прямої.

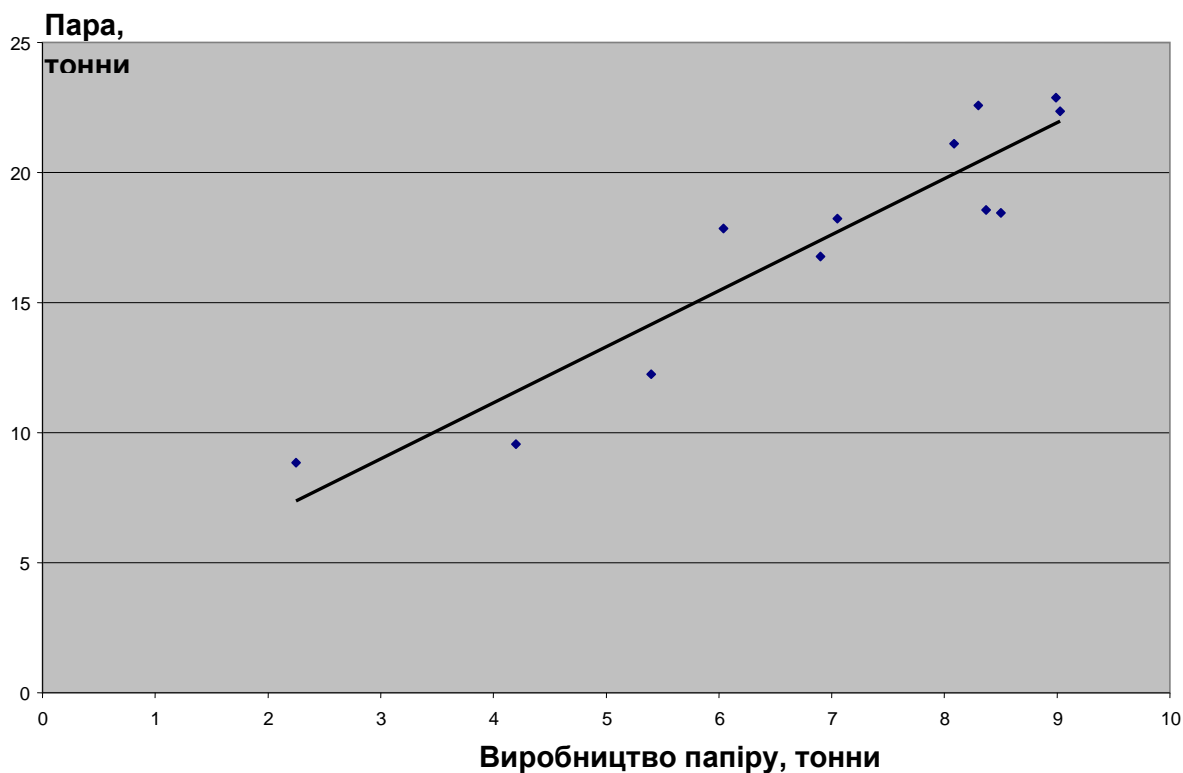


Рисунок 7.1 Фактичні дані і стандартна пряма.

Даний малюнок показує, як ми можемо розташовувати ряд базових даних на розсіяному графіку, з якого ми і одержимо саму відповідну пряму. Важливо відзначити, що згідно з угодою по СЕМ, контрольована енергія виражена на графіку компонентом осі  $Y$ , тоді як змінна величина виражена компонентом осі  $X$ . З метою аналізу технологія регресії використовує також чинник « $n$ », що представляє кількість наборів даних. В даному випадку,  $n=12$ , оскільки у нас є 12 наборів даних.

### Аналіз точок на осях $X$ і $Y$ .

Математичний прийом, використаний для самої відповідної лінії у вищезгаданих даних, відомий як «метод найменших квадратів». Це дає інформацію про:

\*Базове навантаження

С

\* Змінний коефіцієнт (градієнт) m

\* Коефіцієнт кореляції R

Зображаючи саму відповідну лінію, ми можемо застосувати вищезгадану інформацію для отримання лінії з рівнянням:

$$Y = m \cdot X + C$$

В деяких системах співвідношення визначається терміном  $R^2$ . У такому разі  $R^2=1,0$  указує на відмінне співвідношення, у той час, як  $R^2=0,0$  указує на його відсутність.

### **Інформація, визначувана при регресійному аналізі.**

Застосувавши прийом регресійного аналізу на ряду даних, ми визначаємо наступну інформацію:

#### **Форму самої «відповідної» прямої**

\* Базове навантаження (наприклад, споживання без виробництва)

\* Змінне навантаження (наприклад, яка кількість додаткової енергії необхідна на кожну одиницю додаткового споживання)

#### **Якість даних**

\* Коефіцієнт кореляції (наприклад, наскільки близько до самої «відповідної» прямої знаходяться дані)

\* Аналіз даних (наприклад, якість даних краща або гірше середнього для кожного тижня, місяця і т. і.)

### 7.4.3 Математична основа регресійного аналізу

Наведемо формули для визначення коефіцієнтів рівняння

$$Y = m \cdot X + C$$

відповідно до метода «найменших квадратів».

Математичними формулами для лінійного регресійного аналізу є:

$$\sum y = cn + m \sum x$$

$$\sum yx = c \sum x + m \sum x^2$$

$$m = \frac{n \cdot \sum xy - (\sum x \cdot \sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$c = \frac{\sum y - (m \cdot \sum x)}{n}$$

$$R = \frac{(n \cdot \sum xy) - (\sum x \sum y)}{(((n \cdot \sum x^2) - (\sum x)^2)((n \cdot \sum y^2) - (\sum y)^2))^{0.5}}$$

### 7.4.3 Визначення кумулятивної суми

Якщо система СЕМ пропрацювала вже якийсь час, то використання технології кумулятивної суми допоможе продемонструвати довгострокові зміни в енергоспоживанні.

Навіть якщо систему підтримують на одному рівні ефективності, ми не зможемо чекати, що споживання енергії за кожний тиждень або місяць буде точно запланованим. Звичайно ж, ми можемо одержувати незначні зміни час від часу. Тому краще спостерігати суму розбіжностей через декілька періодів часу для визначення тенденцій в енергоспоживанні.

Як працює технологія кумулятивної суми?

\* Для кожного місяця (тижня) сума всіх розбіжностей за контрольований період складає зміни кумулятивної суми.

\* Період контролю може починатися чи зі встановленої дати, чи за період, що циклічно повторюється (наприклад, рівно за рік до сьогоднішнього дня).

#### **Приклад технології «кумулятивної суми».**

Розгляньте пропонування приклад, в якому фактичне споживання пари паперовим станком порівнюється з його звичною продукцією.

Таблиця 7.2 Визначення розбіжності споживання

Місяць	Виробництво паперу (т)	Стандартне споживання пара (т)	Фактичне споживання пара (т)	Розбіжність (т)
Січень	2,250	5,229	8,850	3,621
Лютий	8,500	18,354	18,445	0,091
Березень	8,370	18,081	18,555	0,474
Квітень	7,050	15,309	18,225	2,916
Травень	6,900	14,994	16,775	1,781
Червень	8,300	17,934	22,575	4,641
Липень	5,400	11,844	12,250	0,406
Серпень	8,085	17,843	21,119	3,272
Вересень	8,990	19,383	22,885	3,502
Жовтень	9,025	19,457	22,350	2,893
Листопад	6,040	13,188	17,850	4,662
Грудень	4,200	9,324	9,555	0,231
РАЗОМ:	83,110	180,940	209,430	28,490

Дві перші колонки в таблиці показують виробництво паперу на паперовій фабриці за один рік і «стандартне» споживання пари за певну кількість продукції (тобто кількість використаної пари у випадку, якщо рівні ефективності були б такими, як показано на самій відповідній «стандартній» лінії для даних за попередній рік). Третя колонка показує фактичне споживання пари за поточний рік, а остання колонка показує розбіжність між фактичним і стандартним споживанням). Це визначається з розрахунку:

$$\text{Розбіжність (т)} = \text{Фактичне споживання (т)} - \text{Стандартне споживання (т)}.$$

На цьому прикладі показані негативні розбіжності, що позначають, що споживання енергії за кожний місяць поточного року було гіршим очікуваного.

Ці дані потім можуть бути перенесені в кумулятивні розбіжності, як показано далі:

Таблиця 7.3 Визначення кумулятивних розбіжностей

Місяць	Розбіжності, т	Кумулятивні розбіжності, т
Січень	3,621	3,621
Лютий	0,091	3,712
Березень	0,474	4,186
Квітень	2,916	7,102
Травень	1,781	8,883
Червень	4,641	13,524
Липень	0,406	13,930
Серпень	3,272	17,202
Вересень	3,502	20,704
Жовтень	2,803	23,597
Листопад	4,662	28,259
Грудень	0,231	28,490
Разом:	28,490	28,490

У цій таблиці остання колонка попередньої таблиці (місячні розбіжності) поміщена в першу. Друга колонка показує кумулятивні розбіжності від загальної кількості втраченої енергії за період з січня по грудень.

#### **Пояснення даних кумулятивної суми**

Робота відносно заощадження енергії проілюстрована наступними факторами:

\*Горизонтальна лінія зображає роботу ні краще, ні гірше за середній рівень.

\* Нахил вниз зображає погану роботу.

\* Нахил вгору зображає хорошу роботу.

\*Скривлення показує зміну в роботі.



## 7.5 Послідовність впровадження системи СЕМ

### 7.5.1 Підготовка до впровадження системи СЕМ

Перед тим, як будь-яка організація запустить у себе систему СЕМ, вона повинна відповісти на наступні питання:

- Навіщо потрібно контролювати споживання енергії?
- Що потрібно контролювати?
- З чим треба порівнювати споживання енергії?
- Які вимоги ми виставляємо перед новою системою вимірювання?
- Хто буде збирати дані і аналізувати їх?
- Кому будуть передаватися результати вимірювань?
- Які технічні засоби і програмне забезпечення нам необхідно?

### 7.5.2 Специфікація системи СЕМ

Наступною сходинкою розвитку системи буде визначення кількості ЦЕУ (центрів енергообліку) і їх змінних величин, а так само способів збору інформації.

Як вибирати ЦЕУ?

- ЦЕУ повинні забезпечувати висвітлення всіх значних енерговитратних процесів, а також споживання енергії на об'єкті в цілому.
- ЦЕУ повинні використовуватися тільки там, де є практичний досвід в отриманні інформації за допомогою лічильників та де визначається кількісна змінна величина.

### 7.5.3 Специфікація технічних засобів і програмного забезпечення

Від вибору використовуваних засобів збору даних (наприклад, лічильники, дані з яких збираються вручну, реєстратори даних, автоматизована система) залежить тип обладнання, що купують.

Можливо, виникає необхідність в установці додаткових вимірювальних приладів.

Обране програмне забезпечення повинно підходити до методу збору даних.

Багато системи СЕМ зазнають невдачі через недостатню ретельності при виборі відповідного ЦЕУ.

### 7.5.4 Використання СЕМ для заощадження енергії

Звичайно ж, той факт, що система СЕМ дозволяє отримати точну інформацію щодо даних, не достатній для досягнення бажаних цілей по збереженню енергії. Щоб зробити це, користувач повинен:

- Приймати термінових заходів при необхідності (наприклад, коли виявлена погана робота).
- Переглядати цільові установки (наприклад, відображати зміни в роботі або при установці нового обладнання).
- Розглядати, якщо необхідно, підключення додаткових ЦЕУ.
- Надавати корпоративні звіти (на вимогу).
- Постановка цілей і аналіз графіків.

Ця частина досліджує різні прийоми, які використовуються для постановки цілей, наприклад:

- Оперативне планування, засноване на регресії.
- Оперативне планування, засноване на процентному співвідношенні.
- Розрахунковий оперативне планування.

Для отримання максимальної вигоди від системи СЕМ, фактичне споживання потрібно порівнювати не тільки зі стандартним, але і з цільовим споживанням.

Існує кілька різних методів постановки цілей.

### **Оперативне планування, засноване на регресії.**

Для визначення мети використовується інформація, отримана з історичних даних. Вище було розглянуто приклад отримання цільового рівняння по найкращим місяцям (тобто по точках, що знаходяться нижче стандартної прямої (див. рис. 7.1)).

### **Оперативне планування, засноване на процентному співвідношенні.**

За основу для постановки мети може бути взята стандартна робота за вирахуванням фіксованого відсотка (наприклад, 10%). Цей метод - досить довільний і фактично не має будь-якої наукової обґрунтування. Однак таке отримання цільових установок широко використовуються в практиці. Зокрема, політики або бізнесменеджери часто видають постанови про необхідність економії енергії і встановлюють довільний відсоток заощадження енергії для досягнення цієї мети.

### **Розрахункове оперативне планування.**

Мета встановлюється на основі стандартної роботи за вирахуванням передбаченої економії за проектом збереження енергії.

Приклад розрахункового планування.

Розглянемо паперовий станок, який має такі характеристики:

Базове навантаження - 150 т пари за тиждень.

Змінне навантаження - 2 т пари на т паперу.

Пропонується усунути витік пари в станку і одночасно встановити систему утилізації тепла.

Передбачувані заощадження:

Усунення витоку пари: зменшення споживання пари 100 кг / год (16800 кг / тиждень).

Установка системи повернення тепла: зменшення витрат на підігрів повітря на 20%.

Звідси нове цільове рівняння набуває вигляду:

Базова навантаження:  $150 - 16,8 = 133,2$  т / тиждень

Змінне навантаження (т пари / т бумаги):

$$2 - 2 * 0,2 = 1,6.$$

Аналіз змін в графіку регресії.

Регресійний аналіз потрібно використовувати як інструмент не тільки для запуску проекту СЕМ, але і на певних інтервалах роботи (наприклад, кожен квартал або щороку), щоб визначити прогрес в економії енергії. Крім постановки нових цілей, регресійний аналіз демонструє зміни, що виникли в енергоспоживанні. Це видно з:

- Змін у базовому навантаженні (зазначених відрізком на осі У).
- Змін в змінному навантаженні (зазначених величиною нахилу найбільш відповідної прямої).
- Змін в послідовності даних (зазначених коефіцієнтом кореляції).

## 7.6 Вправа

### **Впровадження системи контролю і планування енергоспоживання**

Ця вправа має наступні цілі:

- Допомога в здійсненні контролю і плануванні (тобто визначенні норм).
- Розуміння оцінки процесу для нових вимірювальних пристроїв.
- Створення енергетичних центрів.
- Постанова і розуміння планових показників (норм), використовуючи один з центрів енергії і екологічного обліку (ЦОЕ) В якості прикладу у вправі використовується молокозавод, і розглядаються дії енергоменеджера на цьому заводі. Принципи контролю і визначення цілей є

універсальною методологією і як такі не обмежуються якою-небудь конкретною галуззю. Тому, даний підхід може бути використаний в інших галузях таким же самим способом.

На першому етапі необхідно розібратися в технологічному процесі, здійснюваному на заводі.

Молокозавод виробляє наступні продукти:

- Пастеризоване молоко в пляшках і в картонних пакетах.
- Стерилізоване молоко в картонних пакетах.

Оскільки конкуренція дуже сильна, молокозавод повинен, де тільки можна, зменшувати собівартість. Енергія і вода це - ті області, які раніше ігнорувалися. Ухвалено рішення впровадити систему контролю і планування (СЕМ). Це буде добрим початком для знаходження шляхів економії при низьких капіталовкладеннях, і це також допоможе визначити області для майбутніх інвестицій.

На початковому етапі необхідно зібрати дані по споживанню і вартості зі всіх служб, тобто: електроенергія, водопостачання, газ і т.п. Ці дані повинні бути підтверджені рахунками за останні два роки. Опитування показало, що додаткові лічильники (або "підлічильники") відсутні. Електроенергія є основною областю витрат, які становлять 2500 тис. гривнею в рік, і тому ухвалюється рішення сконцентрувати зусилля, в основному, на споживанні електроенергії. Таким чином, система СЕМ буде випробувана і освоєна, і надалі система СЕМ може бути розширена.

Вибрана система щотижневого зняття показань лічильників і аналізу цих показань.

#### 7.6.1 Ревізія лічильників

Дуже важливо зрозуміти, де знаходяться головні споживачі. Для того, щоб зміряти реальне споживання, система лічильників повинна бути достатньо докладною. Для перевірки електричних навантажень, необхідно вивчити мережу розподілу електроенергії і скласти схему, яка показана на рис. 7.2.

Потім вимірюється потреба в електроенергії на всіх основних розподільних лініях за допомогою переносного амперметра і робиться оцінка основного робочого часу всього заводу. Ці величини представлені у таблиці 7.5.

Цей етап дає можливість визначити, де необхідно встановити нові лічильники, і підказує підходи до основних споживачів.

Для обґрунтування установки нових лічильників звичайно використовується наступне рівняння:

$$З = А * П * t/100,$$

де З = обґрунтовані витрати на установку додаткових лічильників (тобто підлічильників), грн;

А = річні витрати на даний вид енергії, грн;

Р = потенційні заощадження, %

t = допустимий термін окупності, років

У таблиці 7.4 представлені орієнтовні ціни на різні типи лічильників і деякі оцінки потенціалу заощаджень по кожному виду палива. З урахуванням цього і прийнявши допустимий термін окупності (t) в один рік, можна бачити в останній колонці таблиці 7.4, скільки повинно бути заощаджено засобів по кожному виду енергії, щоб виправдати установку одного додаткового лічильника (А).

Таблиця 7.4 - Типові цифри для факторів оцінки (t=1 рік)

Вид енергії	Потенційні енергозбереження	Вартість лічильників, грн	Економія коштів, необхідна для установки одного лічильника, грн
	Р	З	А
Електроенергія	3%	4500	150000
Газ	5%	15000	300000
Мазут	5%	10000	200000
Пара	5%	25000	500000
Стисле повітря	10%	30000	300000
Гаряча вода	7%	4900	70000
Холодна вода	7%	2800	40000

### Підстанції послуг

Повітряний компресор 1  
Повітряний компресор 2  
Повітряний компресор 3  
Компресор NH3 1  
Компресор NH3 2  
Компресор NH3 3  
Насоси охолодженої води  
Випарники/Вентилятори  
Механічна майстерня  
Котельня

### Підстанція молокозаводу

Відділ розливу в пляшки  
Допоміжна стерилізація 1  
Допоміжна стерилізація 2  
Стерилізація 1  
Стерилізація 2  
Переробка молока  
Гомогенізація  
Лінія упаковки в карт. пак.  
Лінія упаковки в карт. пак.  
Допоміжні приміщення  
Загальне освітлення

### Підстанції офісів

Головний офіс  
Комп'ютери  
Холодне сховище 1  
Холодне сховище 2  
Головні водяні насоси  
Склад  
Їдальня

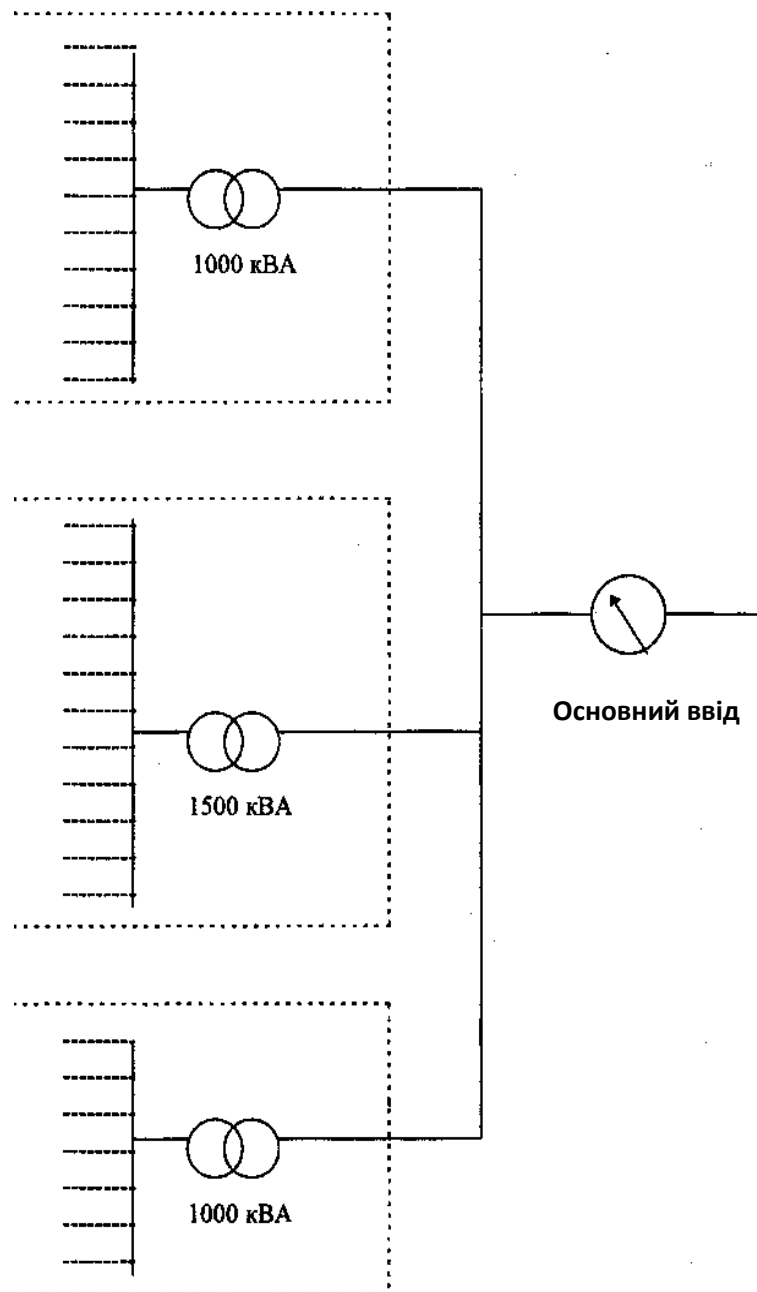


Рис. 7.2 Схема електроспоживання підприємства