

ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНОСТІ ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Бориченко О. В., Чернявський А. В.

1. Вступ

Підвищення рівня енергоефективності підприємства є одним з головних завдань сучасного виробництва. Значну частку собівартості виробленої продукції складає складова за використані енергоресурси. Зважаючи на постійне підвищення тарифів на паливно-енергетичні ресурси, доцільним є аналізування та контролювання енергоспоживання та максимальне його скорочення з метою підвищення конкурентоспроможності товарів на вітчизняному та міжнародному ринках.

Вирішення цих проблем, перш за все, повинно розпочинатися з удосконалення систем управління підприємством, а особливо з оптимізації систем управління енергоспоживанням шляхом впровадження систем енергетичного менеджменту (СЕНМ) на підприємствах, як на основі міжнародних так і на основі національних стандартів з енергетичного менеджменту [1, 2].

Незалежно від того яким стандартом керуватимуться підприємства під час впровадження СЕНМ для ефективного її функціонування необхідно проводити періодичну оцінку (моніторинг) рівня енергорезультативності СЕНМ і за її результатами розробляти і впроваджувати комплекс попереджувальних і коригувальних заходів підвищення цього рівня.

Однією з важливих задач, які необхідно вирішувати в процесі енергетичного моніторингу – вибір пріоритетності об'єктів моніторингу.

Згідно з рекомендаціями міжнародного стандарту ISO 50001:2011 [1] пріоритетність об'єктів моніторингу встановлюється виходячи з енергоємності елемента (визначається найбільш енергоємний об'єкт, в ньому – найбільш енергоємний ділянку, в якому знаходиться сама енергоємна установка). Однак приналежність установки до енергоємної далеко не завжди є достатньою умовою того, щоб даний елемент був предметом моніторингу в першу чергу (раніше інших елементів, менш енергоємних). Це пов'язано як з фінансовими обмеженнями та економічною доцільністю реалізації такої системи моніторингу, так і з технічними можливостями її реалізації для конкретного об'єкту.

Тому актуальним є розроблення механізму визначення пріоритетності об'єктів, які технічно можливо та економічно доцільно охоплювати системою енергетичного моніторингу.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є система енергетичного моніторингу.

Враховуючи той факт, що сучасні концепції побудови СЕНМ базуються на використанні процесного підходу, то логічним є провести декомпозицію цієї діяльності на більш прості процеси і проводити моніторинг цих процесів. У

загальному випадку «процес» може бути визначений як «сукупність взаємопов'язаних або взаємодіючих видів діяльності, яка перетворює щось на вході в щось на виході». При цьому в якості процесу можуть виступати [3]:

- процес планування (організації, аналізу, контролю ...), впровадження заходів;
- робота поодиноких установок;
- робота технологічної лінії, ділянки, цеху;
- робота підприємства в цілому тощо.

У кожен момент часу рівень результативності діяльності об'єкта в сфері енергетичного менеджменту (як набору окремих процесів) характеризується комплексом показників, які під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів постійно змінюються і приймають певні значення. Найважливішим є такий стан СЕНМ, при якому вона функціонує відповідно до заданих критеріїв, а її показники знаходяться в допустимих межах. Порухення допустимих меж показників енергорезультативності СЕНМ може призвести до порушення нормального її функціонування. Тому будь-яка СЕНМ потребує проведення періодичної оцінки рівня результативності її функціонування, тобто у проведенні енергетичного моніторингу.

Під енергетичним моніторингом в цій статті, як і в [3] розуміється спостереження, відстеження, аналіз і оцінка результатів діяльності об'єкта в сфері управління енергозбереженням (енергетичного менеджменту) за обраним набором показників енергорезультативності. Як показники енергорезультативності можуть застосовуватися як поодинокі абсолютні і / або відносні показники, так і більш складні інтегральні показники або навіть однієї багатofакторні математичні залежності [3, 4].

Основна мета енергетичного моніторингу – сприяти керівництву підприємства у виробленні оптимальних управлінських рішень і розробленні рекомендацій щодо підвищення ефективності використання паливно-енергетичного балансу (ПЕР) на підприємстві шляхом проведення постійного спостереження і оцінки стану споживання ПЕР. А також рівня використання потенціалу енергозбереження, джерел втрат і обсягів нераціонального використання ПЕР виробничими і допоміжними підрозділами, технологічними процесами та окремими споживачами, результатів впровадження енергозберігаючих заходів.

Традиційно системи енергетичного моніторингу створюють і застосовують як для окремих установок, агрегатів та невеликих їх груп, так і для цілих технологічних процесів.

На будь-якому виробничому об'єкті кількість технологічних установок вимірюється сотнями або навіть тисячами. Для здійснення енергетичного моніторингу потенційно існує потреба у побудові сотень відповідних систем, що пов'язано зі значними витратами часу і коштів. Причому доцільність цих витрат далеко не завжди є очевидною.

Вибір окремих технологічних установок, їх груп або технологічних процесів, для яких є можливим і доцільним створення локальних систем енергетичного моніторингу, являє собою досить складне завдання. Вирішення цього завдання має здійснюватись «індивідуально» для кожного виробничого об'єкта.

Визначаючи локальні технологічні об'єкти, які є можливим і доцільним охопити системою енергетичного моніторингу [5], перш за все, пропонується приймати до уваги такі вимоги, яким мають відповідати ці об'єкти:

- обладнання, на яке планується поширити систему моніторингу, має бути розташоване в одному або у суміжних виробничих приміщеннях, щоб існувала можливість організації єдиного обліку його спільного енергоспоживання;

- таке обладнання повинно бути об'єднано між собою єдиним технологічним процесом, тобто спільно використовуватись для виробництва одного й того ж виду продукції або кількох її видів;

- таким обладнанням повинна керувати невелика кількість операторів, щоб вплив людського фактора на процес споживання енергії був мінімальним.

3. Мета та задачі дослідження

Метою роботи є створення методичних основ вибору об'єктів, на які доцільно поширити систему енергетичного моніторингу на підприємстві.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Сформулювати основні вимоги, яким мають відповідати об'єкти, на які доцільно поширити систему енергетичного моніторингу.

2. Запропонувати загальний алгоритм вирішення задачі вибору технологічних об'єктів, на які доцільно поширити систему енергетичного моніторингу на підприємстві.

3. Визначити та вирішити додаткові задачі з точки зору доцільності створення системи енергетичного моніторингу для попереднього визначених груп обладнання.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

В [5] авторами запропонована оригінальна концепція побудови інтегрованих систем контролю ефективності використання електричної енергії на виробничо-господарських об'єктах. Однак дана концепція поширюється тільки на споживання електричної енергії, що, на відміну від споживання палива або теплової енергії, може не бути суттєвим використанням в загальному споживанні ПЕР.

В роботах [6–9] описані світові тенденції у побудові та застосуванні систем енергетичного моніторингу, а також систем оперативного контролю ефективності енерговикористання. Такі системи зарекомендували себе в зарубіжній практиці як дієвий інструмент оперативного контролю ефективності використання ПЕР на локальних технологічних об'єктах. Однак в цих роботах не визначено підхід щодо вибору об'єктів, на які доцільно поширити такі системи.

Роботи [10–12] присвячені питанням побудови систем моніторингу результатів енергозбереження в системах енергетичного менеджменту, проте є невирішеним питання обґрунтування вибору об'єктів для створення таких систем.

Опис методики побудови систем оперативного контролю ефективності енергоспоживання наведено в роботі [13]. Не зважаючи на те, що у цій роботі не до кінця розкрито питання вибору об'єктів моніторингу, в ній запропоновано встановлення центрів обліку енергії для найбільш енергоємних споживачів.

Розглянуті вище публікації з питань побудови систем енергетичного моніторингу або взагалі не стосуються вирішення питань вибору пріоритетності об'єктів енергетичного моніторингу, або це питання описано досить фрагментарно. Або запропонований в них підхід полягає у визначенні тільки найбільш пріоритетного елемента. Однак на практиці виникає потреба не у визначенні найбільш пріоритетного елемента, а в упорядкуванні всіх елементів за рівнем пріоритету. Для вирішення такого завдання в роботах [3, 14] пропонується використовувати багатокритеріальний підхід із застосуванням, наприклад, методу аналізу ієрархій, алгоритм якого детально описано в роботі [15].

5. Методи досліджень

Приймаючи до уваги зазначені вище основні вимоги, загальний алгоритм вирішення задачі вибору технологічних об'єктів для побудови системи енергетичного моніторингу локальних об'єктів на будь-якому підприємстві може бути наступним.

На першому етапі все основне і допоміжне обладнання підприємства попередньо має бути розділене на певну, порівняно невелику кількість груп. Найбільш доцільно здійснювати такий розподіл за технологічним принципом. Тобто наявне технологічне обладнання потрібно розподілити між технологічними процесами виробництва всіх видів продукції підприємства.

З цією метою, перш за все, необхідно скласти схеми відповідних технологічних процесів, які мають відображати послідовність виконання окремих операцій та взаємозв'язок між ними. А також відомості про обладнання, на якому виконуються ці операції, з зазначенням видів енергоресурсів, що при цьому споживаються.

Наступним кроком вирішення задачі має бути побудова балансів споживання енергії окремо для кожного з технологічних процесів виробництва всіх видів продукції підприємства. Для цього можна застосувати методику, детально описану в ДСТУ 4714:2007 [16]. Крім того, для складання балансів споживання електричної енергії у процесах виробництва кожного виду продукції може бути застосована методика побудови оптимальних розрахункових моделей електробалансів, що наведена в роботі [17].

На підставі побудованих балансів енергоспоживання і складених технологічних схем фактичні обсяги споживання енергії за попередні періоди на підприємстві можуть бути обґрунтовано розподілені між усіма видами продукції. Тим самим можна отримати псевдо статистичні дані про споживання енергії на виробництво кожного виду продукції, які є необхідними на подальших етапах визначення локальних технологічних об'єктів для створення системи енергетичного моніторингу на підприємстві.

Наступним кроком вирішення цієї задачі має бути розподіл основного та допоміжного обладнання, віднесеного до технологічного процесу виробництва кожного виду продукції, на більш дрібні групи. Таке подальше групування обладнання повинно здійснюватись, виходячи з двох критеріїв.

Першим з цих критеріїв повинно бути місце розташування відповідного обладнання у тих чи інших будівлях, спорудах чи виробничих приміщеннях.

Очевидно, що до однієї групи має бути віднесене обладнання, яке розташоване у одній і тій самій будівлі чи споруді, або у одному чи у суміжних приміщеннях.

Другим критерієм подальшого групування технологічного обладнання підприємства мають бути схеми внутрішнього енергопостачання відповідних будівель, споруд та виробничих приміщень. Тобто, обладнання, розташоване у одному й тому ж або у суміжних приміщеннях, може (і повинно) бути додатково розподілене на ще більш дрібні групи, живлення яких електроенергією здійснюється від одних і тих же силових пунктів.

Одержані в результаті зазначеного додаткового розподілу групи технологічного обладнання являють собою попередні об'єкти, для яких на підприємстві фізично може бути побудована система енергетичного моніторингу. Однак це ще не означає, що побудова системи енергетичного моніторингу для цих об'єктів є доцільною.

Отже, для остаточного вирішення задачі, що розглядається, необхідно додатково проаналізувати попередньо встановлені групи обладнання з точки зору доцільності охоплення їх системою енергетичного моніторингу.

Такий аналіз, у свою чергу, потребує вирішення низки додаткових задач. Основними з цих задач є:

- визначення складу чинників (параметрів технологічного процесу, зовнішніх умов тощо), які впливають на обсяги споживання енергії кожною з попередньо визначених груп обладнання;

- визначення додаткових приладів обліку споживання енергії, виробництва продукції, а також параметрів, що характеризують виробничі умови, необхідних для побудови системи енергетичного моніторингу для кожної з груп обладнання;

- оцінка грошових витрат на побудову і функціонування такої системи енергетичного моніторингу;

- оцінка потенціалу енергозбереження, що матиме місце завдяки створенню системи енергетичного моніторингу, що охоплює кожен групу обладнання, що розглядаються;

- фінансовий аналіз доцільності створення системи енергетичного моніторингу для попередньо визначених груп обладнання.

6. Результати дослідження

Алгоритм вибору об'єктів, на які необхідно поширювати систему енергетичного моніторингу проілюстровано на прикладі плавильної дільниці одного з підприємств кольорової металургії, наведеному нижче.

Для зазначеної дільниці, із застосуванням різноманітних методів, було обрано декілька варіантів вибору об'єктів для побудови системи енергетичного моніторингу. Зважаючи на обмеженість в обсязі публікації розглянемо тільки застосування АВС-аналізу для вирішення поставленого завдання [18]. Цей аналіз ґрунтується на групуванні об'єктів залежно від значущості та за конкретною ознакою. Спочатку необхідно обрати вибірку об'єктів, що були б об'єднані спільною ознакою. Наприклад, це може бути величина енергоспоживання кожного виду обладнання окремого виробничого підрозділу.

В подальшому розраховується сумарна величина споживання енергії для виробничого підрозділу в цілому:

$$W_{\text{сум}} = W_1 + W_2 + \dots + W_n, \quad (1)$$

де W_1, W_2, \dots, W_n – річне енергоспоживання окремого n -го об'єкту вибірки; n – відповідний номер об'єкту вибірки.

Підставляючи відповідні значення у формулу (1), отримаємо:

$$W_{\text{сум}} = 1166760 + 207424 + \dots + 1248 = 1978922,93 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Потім для кожного об'єкту вибірки визначається його частка енергоспоживання в загальній величині споживання енергії виробничого підрозділу, а також частка за зростаючим підсумком для кожного об'єкту відповідно за формулами:

$$K_n = \frac{W_n}{W_{\text{сум}}} \cdot 100; \quad (2)$$

$$K_{\text{зр.}} = K_n + K_{n+1}. \quad (3)$$

Підставляємо значення у формули (2) і (3) і відповідно отримаємо:

$$K_n = \frac{1166760}{1978922,93} \cdot 100 = 58,96, \quad K_{\text{зр.}} = 58,96 + 10,48 = 69,44.$$

Визначивши для кожного об'єкту виробничого підрозділу значення його частки за зростаючим підсумком, аналізуються отримані значення розрахованих $K_{\text{зр.}}$ і проводиться групування цих об'єктів наступним чином:

- об'єкти вибірки, для яких частка за зростаючим підсумком наближується до 80 %, це нижня межа групи А. Верхня межа групи А – це перша позиція у переліку об'єктів вибірки відповідного підрозділу;
- об'єкт вибірки, для якого частка за зростаючим підсумком наближується до 95 %, це нижня межа групи В;
- всі інші об'єкти вибірки, для яких частка за зростаючим підсумком більше 95 %, відносяться до групи С.

Результати розрахунків за допомогою АВС-аналізу для визначення об'єктів для побудови системи енергетичного моніторингу наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунків з використанням АВС-аналізу

№ з/п	Найменування енергоспоживаючого обладнання	Річне електроспоживання, кВт·год	Частка електроспоживання, %	Зростаючий підсумок	Група АВС-аналізу
1	Піч індукційна тигельна	1166760,00	58,96	58,96	А
2	Стерилізатор паровий № 1, 2, 3, 4	207424,00	10,48	69,44	А
3	Камера сушильна № 1, 2	105737,63	5,34	74,78	А
4	Освітлення:	101860,74	5,15	79,93	А
5	Електротепловентил ятор	66672,00	3,37	83,30	В
6	Пристрій каталітичного допалювання	56000,00	2,83	86,13	В
7	Насос оборотного водопостачання № 1	51393,00	2,60	88,73	В
8	Насос вакуумний водокільцевий	33408,00	1,69	90,42	В
9	Підвспінювач	25928,00	1,31	91,73	В
10	Витяжна вентиляція В-20, В-21	17779,20	0,90	92,62	В
11	Машина дробоструменевого очищення	17472,00	0,88	93,51	В
12	Охолоджувач	16704,00	0,84	94,35	В
13	Витяжна вентиляція вібросита	16704,00	0,84	95,20	С
14	Припливна вентиляція ПУ-1	16668,00	0,84	96,04	С
15	Верстак збирання модельних блоків	15001,20	0,76	96,80	С
16	Рольганг	14699,52	0,74	97,54	С
17	Вентилятор	11136,00	0,56	98,10	С
18	Припливна вентиляція ПУ-2	10000,80	0,51	98,61	С

Як видно з табл. 1, за результатами розрахунку в склад групи А входять чотири об'єкти, які мають найбільшу частку в загальному електроспоживанні всієї дільниці, отже, саме для таких об'єктів, в першу чергу, необхідно будувати системи оперативного контролю енерговикористання.

Для прикладу, в подальших розрахунках розглянемо тільки тигельну піч, що знаходиться на першій позиції у групі А.

Наступним кроком є визначення складу чинників, що впливають на зміну обсягів енергоспоживання тигельної печі. З цією метою було використано методи експертних оцінок, які детально описані в [19]. Група експертів була

сформована з обслуговуючого та виробничого персоналу підприємства. Для визначення, які саме чинники найбільше впливають на зміну обсягів енергоспоживання тигельної печі, експертам було запропоновано оцінити вплив відповідного чинника за лінгвістичною шкалою. Після оброблення результатів опитування експертів з використанням апарату нечіткої логіки [19] було визначено, що найбільш суттєвими чинниками, які впливають на зміну обсягів електроспоживання тигельної печі, є:

- кількість переплавленого металу, т;
- температура плавлення металу, °С.

В подальшому для побудови системи енергетичного моніторингу для кожної з груп обладнання необхідно визначити додаткові прилади обліку споживання енергії, виробництва продукції, а також параметри, що характеризують виробничі умови, та оцінити грошові витрати на побудову і функціонування такої системи енергетичного моніторингу.

Витрати на побудову системи енергетичного моніторингу включає в себе витрати на придбання та встановлення приладів обліку споживання електричної енергії, а також необхідних додаткових вимірювальних приладів відповідних технологічних параметрів. Вартість приладів для вимірювання складає $B_{\text{прил}} = 7500$ у. о., крім того вартість навчання та підготовка персоналу – $B_{\text{навч}} = 2000$ у. о. Сумарні витрати на побудову такої системи складають 9500 у. о.

Витрати на функціонування системи енергетичного моніторингу включають витрати на збирання та оброблення даних, витрати на вимірювання та ануїтет.

Витрати на вимірювання даних визначаються за формулою:

$$B_{\text{вим}} = T_{\text{вим}} \cdot n_{\text{чол}} \cdot \overline{ЗП} \cdot k_{\text{вим}}, \quad (4)$$

де $T_{\text{вим}}$ – час, потрібний на одне вимірювання, год.; $\overline{ЗП}$ – середня заробітна плата працівника, у. о./год.; $n_{\text{чол}}$ – кількість працівників, які здійснюють вимірювання; $k_{\text{вим}}$ – кількість вимірювань в місяць.

Приймаємо, що $T_{\text{вим}} = 0,5$ год., $n_{\text{чол}} = 1$, $\overline{ЗП} = 25$ у. о./год., $k_{\text{вим}} = 22$ рази (одне вимірювання кожного робочого дня). Підставляємо відповідні значення у формулу (4) і розраховуємо витрати на вимірювання показників, необхідних для функціонування системи енергетичного моніторингу:

$$B_{\text{вим}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 22 = 275 \text{ у. о.}$$

Витрати на збирання даних можуть бути розраховані за формулою:

$$B_{\text{зб}} = T_{\text{зб}} \cdot n_{\text{чол}} \cdot \overline{ЗП} \cdot k_{\text{зб}}, \quad (5)$$

де $T_{\text{зб}}$ – час, необхідний для збору інформації за відповідний період;

Приймаємо, що $T_{зб} = 1$ год., $n_{чол} = 1$, $\overline{ЗП} = 25$ у. о./год., $k_{зб} = 22$ рази. Підставляємо відповідні значення у формулу (5) і визначаємо витрати на збирання даних:

$$B_{зб} = 1 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 22 = 550 \text{ у. о.}$$

Витрати на оброблення даних визначаються за формулою:

$$B_{об.д} = T_{об.д} \cdot n_{чол} \cdot \overline{ЗП} \cdot k_{об.д}, \quad (6)$$

де $T_{об.д}$ – час, необхідний для оброблення даних за відповідний період;

Приймаємо, що $T_{об.д} = 1$ год., $n_{чол} = 1$, $\overline{ЗП} = 25$ у. о./год., $k_{об.д} = 22$ рази (періодичність оброблення даних в місяць). Підставляємо відповідні значення у формулу (6) і розраховуємо витрати на оброблення даних, необхідних для функціонування системи енергетичного моніторингу:

$$B_{об.д} = 1 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 22 = 550 \text{ у. о.}$$

Сумарні витрати на функціонування системи енергетичного моніторингу складають 1375 у. о.

Також необхідно врахувати амортизаційні відрахування. Для цього необхідно розрахувати анuitет:

$$A = k \cdot B_{прил}, \quad (7)$$

де k – коефіцієнт анuitету, який розраховується за формулою:

$$k = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \quad (8)$$

де i – ставка дисконта; n – кількість періодів, протягом якого діє анuitет.

Приймаємо ставку дисконту рівною 22 % та кількість періодів встановлюємо 10 років (приймаємо за строк експлуатації приладів обліку).

Підставляємо відповідні значення у формулу (8) і розраховуємо коефіцієнт анuitету:

$$K = \frac{0,22/10 \cdot (1+0,22/10)^{10}}{(1+0,22/10)^{10} - 1} = 0,11.$$

Таким чином, щорічні амортизаційні відрахування визначаються за формулою (7) і складають:

$$A = 0,11 \cdot 9500 = 1045 \text{ у. о.}$$

Надалі необхідно оцінити потенціал енергозбереження, що матиме місце завдяки створенню систем енергетичного моніторингу для обраного об'єкту. Економія електричної енергії в результаті побудови таких систем за міжнародним досвідом складає 5–10 % від вартості електричної енергії за рік [13]. Для тигельної печі грошова економія електричної енергії складає 12737 у. о.

Враховуючи розраховані витрати на побудову і функціонування систем енергетичного моніторингу, а також визначений потенціал енергозбереження, необхідно проаналізувати з фінансової точки зору доцільність створення таких систем для попередньо визначених груп обладнання. Прийняття рішень про фінансову доцільність створення систем оперативного контролю для відповідної групи обладнання повинно базуватися на визначення наступних економічних критеріїв, а саме [20]:

- простий та динамічний терміни окупності;
- чиста приведена вартість;
- внутрішня норма рентабельності.

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. На відміну від існуючих підходів визначає об'єкти енергетичного моніторингу не тільки за рівнем енергоємності, а й з врахуванням технічної можливості та економічної доцільності їх охоплення системою енергетичного моніторингу.

Weaknesses. Головним недоліком запропонованого підходу до вибору об'єктів енергетичного моніторингу є трудомісткість обчислення та необхідність застосування прикладних програмних продуктів. А також збільшення трудовитрат на проведення вибору об'єктів моніторингу під час побудови системи енергетичного моніторингу.

Opportunities. Перспективи подальших досліджень полягають у зменшенні витрат на побудову системи моніторингу і при цьому збільшенні кількості об'єктів моніторингу з врахуванням технічної можливості та економічної доцільності їх охоплення системою енергетичного моніторингу.

Threats. Мінливість структури виробництва, а також проведення модернізації підприємства вимагатиме проведення повторної переоцінки доцільності впровадженної системи енергетичного моніторингу. А це, в свою чергу, буде вимагати додаткових фінансових витрат на зміну конфігурації системи моніторингу.

8. Висновки

1. Показано, що при визначенні об'єктів, для яких є доцільним та технічно можливим створення систем оперативного контролю енергоефективності слід враховувати основні вимоги, яким мають відповідати такі об'єкти. Серед таких вимог: розташування об'єктів в одному або суміжних виробничих приміщеннях, єдиний технологічний процес та керування цими об'єктами невеликої кількості операторів.

2. В роботі запропоновано алгоритм вибору об'єктів, які має охоплювати система енергетичного моніторингу. По-перше, все обладнання підприємства

має бути розділено на невелику кількість груп за технологічним принципом. По-друге, побудувати баланси споживання енергії окремо для кожного з технологічних процесів виробництва всіх видів продукції підприємства. На основі отриманих розрахункових значень споживання енергії на виробництво кожного виду продукції може бути здійснений розподіл обладнання на більш дрібні групи, виходячи з двох критеріїв. До таких критеріїв відносяться місце розташування обладнання та їх живлення енергією від одних і тих же силових пунктів. Отримані групи обладнання являють собою попередні об'єкти, однак це не означає, що для таких об'єктів є доцільним створення системи енергетичного моніторингу.

3. Для забезпечення можливості обґрунтовано визначати об'єкти, які є технічно можливим і фінансово доцільним охопити системою енергетичного моніторингу, запропоновано вирішення додаткових задач. А саме:

- визначення складу чинників, які впливають на обсяги енергоспоживання кожною з визначених груп обладнання;
- обґрунтування доцільності встановлення додаткових приладів обліку енергоспоживання, виробництва продукції та інших параметрів;
- оцінка грошових витрат на створення систем контролю;
- оцінка потенціалу енергозбереження та фінансовий аналіз доцільності створення систем.

Література

1. ISO 50001:2011. Energy management systems. Requirements with guidance for use. ISO, 2011.
2. Vnedrenie sistemy energeticheskogo menedzhmenta na baze standarta ISO 50001:2011: Putevoditel' dlya spetsialistov kompaniy i predpriyatiy / Inshekov, E. et al. Kyiv: Proekt «Energoeffektivnaya i napravlennaya na umen'shenie izmeneniya klimata modernizatsiya promyshlennosti v Donetskoy oblasti», 2014. 36 p.
3. Rozen V. P., Cherniavskiy A. V. Enerhetychnyi monitorynh yak skladova chastyna systemy enerhetychnoho menedzhmentu // Ekonomichna bezpeka derzhavy: stratehiia, enerhetyka, informatsiini tekhnolohii: monograph / ed. by Lukianenko S. O., Karaievoi N. V. Kyiv: Vydavnytstvo OOO «Iurka Liubchenka», 2014. 468 p.
4. DSTU ISO 50006:2014. Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymiriuvannia rivnia dosiahnutoi enerhoefektyvnosti z vykorystanniam bazovykh rivniv enerhospozhyvannia ta pokaznykiv enerhoefektyvnosti. Zahalni polozhennia i nastanova». Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2016. 56 p.
5. Nakhodov V. F., Borychenko O. V. Kontseptsiia pobudovy intehrovanykh system kontroliu efektyvnosti vykorystannia elektrychnoi enerhii na vyrobnycho-hospodarskykh ob'ektakh // Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia. 2013. No. 1. P. 72–79.
6. Pooley J. Quick Start Guide to Energy Monitoring & Targeting (M&T) // Effective Energy Management Guide, 2005. URL: <http://www.oursouthwest.com/eemg/notices/effective-energy-mgt-mandtguide.pdf>

7. Computer Based Monitoring And Targeting On A Hot Rolling Mill // Energy Efficiency Enquiries Bureau, ETSU, Harwell, Oxfordshire, OX11. Best Practice Programme, 1992. 26 p.
8. Waste avoidance methods // Energy Efficiency Office. Best Practice Programme. Fuel Efficiency Booklet 13. Crown copyright, 1995. 18 p.
9. Monitoring and Targeting in large companies // Energy Efficiency Enquiries Bureau, ETSU, Harwell, Oxfordshire, OX11. Good Practice Guide 112, 1998. 45 p.
10. Jones P. Getting started with Monitoring & Targeting (M&T) // Fundamental Series. 2004. No. 7. P. 29–32.
11. Khayd D., Loskutov A. V. Tselevoy energeticheskiy monitoring v sisteme energeticheskogo menedzhmenta // Promyshlennaya energetika. 1998. No. 4. P. 2–4.
12. Loskutov A. Monitoring and Targeting in Russian Industry // Seminar «Energy management: Low cost energy saving Techniques». Sofia, 1997.
13. Prakhovnyk A. V., Trapp H. R. Kontrol i normalizatsiia enerhospozhyvannia. Upravlinnia enerhovykorystanniam. Kyiv: Alians za zberezhennia enerhii, 2001. P. 387–398.
14. Analitychne zabezpechennia enerhetychnoho monitorynhu / Cherniavskiy A. V. et al. // Energoberezhenie. Energetika. Energoaudi. 2015. Vol. 2, No. 133. P. 41–45.
15. Primenenie metoda analiza ierarkhiy pri vybore energoeffektivnogo oborudovaniya i tekhnologiy / Rozen V. P. et al. // Pratsi Mizhnarodnoho enerhoekolohichnoho konhresu «Enerhetyka. Ekolohiia. Liudyna». Kyiv, 2003. P. 166–171.
16. DSTU 4714:2007. Enerhozberezhennia. Palyvno-enerhetychni balansy promyslovykh pidpriemstv. Metodyka pobudovy ta analizu. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. 33 p.
17. Nakhodov V. F., Borychenko O. V. Pobudova optymalnykh rozrakhunkovykh modelei elektrobalsiv vyrobnycho-hospodarskykh obektiv // Promyslova elektroenerhetyka ta elektrotekhnika. 2010. No. 6. P. 47–51.
18. A Complete Guide to ABC Analysis in Customer Segmentation and Inventory. URL: <https://www.cleverism.com/complete-guide-abc-analysis-customer-segmentation-inventory/>
19. Kompleksnyi pidkhid do vyznachennia skladu chynnykiv, shcho vplyvaiut na velychynu enerhospozhyvannia pry vprovadzhenni system operatyvnoho kontroliu enerhoefektyvnosti / Nakhodov V. F. et al. // Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohii, ekolohiia. 2014. No. 2. P. 68–79.
20. Tarasiuk H. M. Upravlinnia proektamy: textbook. Kyiv: Karavela, 2006. 320 p.