

DOI:

УДК 622:658.012.011.56

**О. В. Бориченко**, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри електропостачання  
Національного технічного університету  
України “Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського”

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОБ’ЄКТІВ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ**

*Розглянуто актуальне питання визначення об’єктів, для яких можливо та доцільно впроваджувати системи оперативного контролю енергоефективності. При визначенні об’єктів слід урахувувати основні вимоги, яким мають відповідати такі об’єкти. Серед таких вимог – розташування об’єктів в одному або суміжному приміщеннях, єдиний технологічний процес і керування цими об’єктами невеликою кількістю операторів. Відповідно до зазначених вимог у статті запропоновано алгоритм вибору об’єктів для створення систем оперативного контролю.*

*Ключові слова: впровадження систем оперативного контролю енергоефективності; рівень енергоефективності підприємства; використання енергоресурсів.*

*В работе рассмотрен актуальный вопрос определения объектов, для которых возможно и целесообразно внедрять системы оперативного контроля энергоэффективности. При определении объектов следует учитывать основные требования, которым должны соответствовать такие объекты, а именно: расположение объектов в одном или смежном помещениях, единый технологический процесс и управление этими объектами небольшим количеством операторов. В соответствии с указанными требованиями в работе предложен алгоритм выбора объектов для создания систем оперативного контроля.*

*Ключевые слова: внедрение систем оперативного контроля энергоэффективности; уровень энергоэффективности предприятия; использование энергоресурсов.*

© **О. В. Бориченко, 2019**

---

*To achieve a high level of energy efficiency in any enterprise, it is necessary to periodically evaluate the level of effectiveness of energy saving activities, that is, to carry out operational control of energy efficiency. One of the most problematic places in creating energy control systems is the facilities for which it is possible and appropriate to control. When determining the objects for which it is expedient to create an operational control system, it is necessary to take into account the basic requirements that such facilities should meet. Among such requirements: the location of objects in one or adjacent premises, a single technological process and the management of these objects of a small number of operators. In accordance with these requirements, an algorithm for selecting objects for creating an operational control system is proposed. At the first stage all equipment of the enterprise should be divided into a small number of groups on a technological basis. The next step is building energy consumption balances separately for each of the technological processes of production of all types of enterprise products. To compile energy consumption balances, a methodology for constructing optimal energy balance models can be applied. Based on the calculated values of energy consumption for the production of each type of product, equipment can be distributed into smaller groups based on two criteria. These criteria include the location of equipment and their power supply from the same power points. The resulting equipment groups are the previous objects, but this does not mean that an operational control system is appropriate for such facilities. In this paper, solution of additional problems is proposed, in particular:*

- determination of the composition of factors that affect the amount of energy consumption;*
- expediency of installing additional meters for energy consumption, production and other parameters;*
- estimation of monetary expenses for creation of systems;*
- estimation of energy saving potential;*
- financial analysis of the feasibility of creating systems.*

*Thanks to this, it is possible to reasonably determine the objects for which it is technically possible and financially feasible to create an operational control system.*

*Key words: implementation of operational control systems of energy efficiency, energy efficiency level of the enterprise, use of energy resources.*

**Постановка проблеми.** Підвищення рівня енергоефективності підприємства – це одне з головних завдань сучасного виробництва. Значну частку собівартості виробленої продукції становить складова за використані енергоресурси. Зважаючи на постійне підвищення тарифів на паливно-енергетичні ресурси, доцільно зробити аналіз і контроль енергоспоживання й максимальне його скорочення для підвищення конкурентоспроможності товарів на вітчизняному й міжнародному ринках.

---

Розв'язання цих проблем має розпочинатися з удосконалення систем управління підприємством, особливо з оптимізації систем управління енергоспоживанням шляхом упровадження систем енергетичного менеджменту (СЕНМ) на підприємствах як на основі міжнародних, так і національних стандартів з енергетичного менеджменту [1; 2].

Для зменшення рівня енергоспоживання не достатньо лише впроваджувати відповідні заходи з енергоефективності. Одним із головних завдань є оперативний контроль енерговикористання. Для досягнення цієї мети необхідно будувати й упроваджувати системи оперативного контролю і планування на об'єкті.

Системи оперативного контролю використовуються для невеликих локальних виробничих об'єктів. Це можуть бути окремі установки, агрегати, технологічні процеси.

Згідно з рекомендаціями міжнародного стандарту ISO 50001:2011 [1], визначення об'єктів оперативного контролю встановлюється виходячи з енергоємності (визначається найбільш енергоємний об'єкт, у ньому – найбільш енергоємна ділянка, в якій розміщена сама енергоємна установка). Однак належність установки до енергоємної далеко не завжди достатня умова того, щоб даний об'єкт був предметом контролю, в першу чергу, (раніше за інші об'єкти, менш енергоємні). Це пов'язано як із фінансовими обмеженнями та економічною доцільністю реалізації такої системи оперативного контролю, так і з технічними можливостями її реалізації для конкретного об'єкта.

Тому актуально розроблення алгоритму визначення об'єктів, для яких технічно можливо та економічно доцільно створювати і впроваджувати системи оперативного контролю енергоефективності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Методику побудови та функціонування систем оперативного контролю ефективності енерговикористання упродовж тривалого часу застосовують у зарубіжних країнах [3–7]. Такі системи зарекомендували себе в зарубіжній практиці як дієвий інструмент оперативного контролю ефективності використання електричної енергії на локальних технологічних об'єктах. Однак у цих працях не визначено підхід щодо вибору об'єктів, для яких доцільно створювати такі системи.

Праці [8, 9] присвячено питанням побудови систем моніторингу результатів енергозбереження в системах енергетичного менеджменту, проте ще не вирішено питання обґрунтування вибору об'єктів для створення таких систем.

Методику побудови систем оперативного контролю ефективності енергоспоживання досліджено в [10]. Однак у цьому дослідженні не до кінця роз-

---

крито питання вибору об'єктів, але описано встановлення центрів обліку енергії для більш енергоємних споживачів.

Питання вибору обладнання, для якого передусім, необхідно впроваджувати заходи з енергозбереження в системі енергетичного менеджменту, розглядалося в [11], але цей підхід підкреслює неточність та необґрунтованість припущень щодо вибору об'єктів для створення систем оперативного контролю енергоефективності.

Розглянуті вище публікації щодо питань побудови систем оперативного контролю або взагалі не стосуються вирішення питань визначення об'єктів оперативного контролю, або це питання досліджено досить фрагментарно.

**Мета статті** – створення методичних основ вибору об'єктів для побудови та функціонування систем оперативного контролю енергоефективності на підприємстві.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з функцій систем оперативного контролю енергоспоживання є планування та здійснення заходів, необхідних для підтримання запланованого рівня ефективності використання палива чи енергії або для підвищення цього рівня. При побудові таких систем залишається не вирішеним питання, які саме обирати об'єкти для впровадження систем оперативного контролю енергоспоживання.

Традиційно системи оперативного контролю ефективності енерговикористання створюють і застосовують для окремих установок, агрегатів, невеликих їх груп або для простих технологічних процесів.

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

Вибір окремих технологічних установок, їхніх груп або технологічних процесів, для яких можливо й доцільно створення локальних систем контролю ефективності енерговикористання, є досить складним завданням. Виконання цього завдання має здійснюватись "індивідуально" для кожного виробничого об'єкта.

Визначаючи локальні технологічні об'єкти, для яких можливо й доцільно створення систем оперативного контролю ефективності енерговикористання, насамперед слід брати до уваги основні вимоги, яким мають відповідати такі об'єкти. Зокрема [12]:

– обладнання, для якого планується побудувати окрему систему оперативного контролю енергоефективності, має бути розташовано в одному або у суміжних виробничих приміщеннях, щоб існувала можливість організації єдиного обліку його спільного енергоспоживання;

---

– таке обладнання має бути об'єднано єдиним технологічним процесом, тобто спільно використовуватись для виробництва одного й того ж різновиду продукції або кількох її видів;

– обладнанням, яке планується включити до однієї локальної системи оперативного контролю енергоефективності, має керувати невелика кількість операторів, щоб вплив людського фактора на процес споживання енергії був якомога меншим.

Беручи до уваги зазначені вище основні вимоги, загальний алгоритм розв'язання задачі вибору технологічних об'єктів для побудови локальних систем оперативного контролю ефективності енерговикористання на будь-якому підприємстві може бути таким.

На першому етапі все основне й допоміжне обладнання підприємства попередньо має бути розділено 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, із зазначенням видів енергоресурсів, що при цьому споживаються.

Наступним кроком розв'язання задачі має бути побудова балансів споживання енергії окремо для кожного технологічного процесу виробництва всіх видів продукції підприємства. Зокрема, для складання балансів споживання електричної енергії у процесах виробництва кожного виду продукції може бути застосовано методика побудови оптимальних розрахункових моделей електробалансів [13].

На підставі побудованих за цією методикою 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 псевдостатистичні дані про споживання електричної енергії на виробництво кожного різновиду продукції, необхідні на подальших етапах визначення технологічних об'єктів для створення локальних систем оперативного контролю енергоефективності на підприємстві.

Зокрема, наступним кроком розв'язання цієї задачі має бути розподіл основного та допоміжного обладнання, що належить до технологічного процесу виробництва кожного виду продукції, на дрібніші групи. Таке подальше групування обладнання має здійснюватись за двома критеріями.

---

Перший із цих критеріїв – місце розташування відповідного обладнання у тих чи інших будівлях, спорудах чи виробничих приміщеннях. Очевидно, що до однієї групи має бути зараховано обладнання, розташоване в одній і тій самій будівлі чи споруді, або в одному чи у суміжних приміщеннях.

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

Одержані в результаті зазначеного додаткового розподілу групи технологічного обладнання – попередні об'єкти, для яких на підприємстві фізично можуть бути побудовані локальні системи оперативного контролю ефективності енерговикористання. Однак це ще не означає, що побудова систем оперативного контролю енергоефективності для цих об'єктів доцільна.

Таким чином, для остаточного розв'язання задачі, що розглядається, необхідно додатково проаналізувати попередньо встановлені групи обладнання з погляду доцільності створення для них систем оперативного контролю ефективності енерговикористання.

Цей аналіз так само потребує розв'язання низки додаткових задач. Основні з них такі:

- 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 систем оперативного контролю енергоефективності для кожної з груп обладнання;

- оцінка грошових витрат на побудову і функціонування таких систем контролю;

- оцінка потенціалу енергозбереження, що матиме місце завдяки створенню систем оперативного контролю ефективності енерговикористання для кожної з груп обладнання, що розглядаються;

- фінансовий аналіз доцільності створення локальних систем контролю енергоефективності для попередньо визначених груп обладнання.

Структурну схему алгоритму визначення об'єктів для побудови та функціонування систем оперативного контролю енергоефективності на підприємстві зображено на рис. 1.

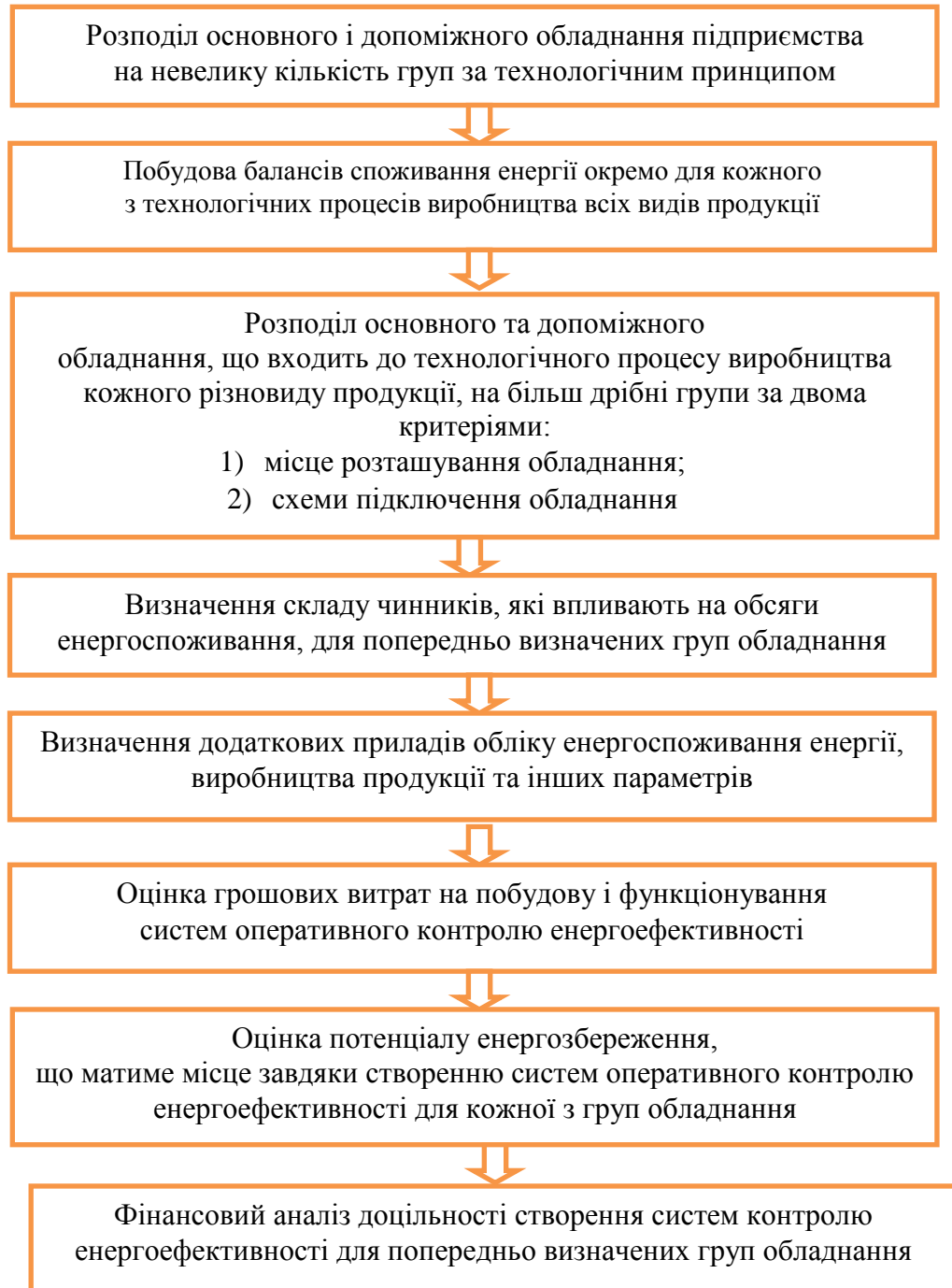


Рис. 1. Структурна схема алгоритму визначення об'єктів для побудови систем оперативного контролю енергоефективності

---

**Приклад практичного застосовування.** Алгоритм вибору об'єктів, для яких необхідно будувати системи оперативного контролю енерговикористання, проілюстровано на прикладі плавильної дільниці одного з підприємств кольорової металургії. Для зазначеної дільниці з застосуванням різних методів було розраховано кілька варіантів вибору об'єктів з метою побудови систем оперативного контролю енерговикористання, зокрема використано АВС-аналіз [14], що ґрунтується на групуванні об'єктів залежно від значущості й 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'єкта вибірки;

$n$  – відповідний номер об'єкта 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'єкта вибірки визначається його частка енергоспоживання в загальній величині споживання енергії виробничого підрозділу, а також частка за зростаючим підсумком для кожного об'єкта 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), (3) й 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'єкта виробничого підрозділу значення його частки за зростаючим підсумком, аналізуємо отримані значення розрахованих  $K_{\text{зр.}}$  і проводимо групування цих об'єктів таким 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 наближається до 95 %, – це нижня межа групи В;
- усі інші об'єкти вибірки, для яких частка за зростаючим підсумком більша 95 %, належать до групи С.



Результати розрахунків за допомогою АВС-аналізу для визначення об'єктів з метою побудови систем оперативного контролю енерговикористання подано в табл. 1.

Таблиця 1

**Результати розрахунків з використанням АВС-аналізу**

№ з/п	Найменування енергоспоживального обладнання	Річне електроспоживання, кВт·год	Частка електроспоживання, %	Зростаючий підсумок	Група АВС-аналізу
1	Піч індукційна тигельна	1 166 760,00	58,96	58,96	<b>А</b>
2	Стерилізатор паровий № 1, 2, 3, 4	207 424,00	10,48	69,44	<b>А</b>
3	Камера сушильна № 1, 2	105 737,63	5,34	74,78	<b>А</b>
4	Освітлення:	101 860,74	5,15	79,93	<b>А</b>
5	Електротепловентилятор	66 672,00	3,37	83,30	<b>В</b>
6	Пристрій каталітичного допалювання	56 000,00	2,83	86,13	<b>В</b>
7	Насос обігового водопостачання № 1	51 393,00	2,60	88,73	<b>В</b>
8	Насос вакуумний водокільцевий	33 408,00	1,69	90,42	<b>В</b>
9	Підспінювач	25 928,00	1,31	91,73	<b>В</b>
10	Витяжна вентиляція В-20, В-21	17 779,20	0,90	92,62	<b>В</b>
11	Машина дробоструменевого очищення	17 472,00	0,88	93,51	<b>В</b>
12	Охолоджувач	16 704,00	0,84	94,35	<b>В</b>
13	Витяжна вентиляція вібросита	16 704,00	0,84	95,20	<b>С</b>
14	Припливна вентиляція ПУ-1	16 668,00	0,84	96,04	<b>С</b>
15	Верстак збирання модельних блоків	15 001,20	0,76	96,80	<b>С</b>
16	Рольганг	14 699,52	0,74	97,54	<b>С</b>
17	Вентилятор	11 136,00	0,56	98,10	<b>С</b>
18	Припливна вентиляція ПУ-2	10 000,80	0,51	98,61	<b>С</b>

---

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

Для прикладу подальших розрахунків обираємо тигельну піч (перша позиція у групі А).

Наступним кроком є визначення складу чинників, що впливають на зміну обсягів енергоспоживання тигельної печі. З цією метою використано методи експертних оцінок, які детально описано в [15]. Група експертів сформована з обслуговуючого та виробничого персоналу підприємства. Щоб визначити, які саме чинники найбільше впливають на зміну обсягів енергоспоживання тигельної печі, експерти запропонували оцінити вплив відповідного чинника за лінгвістичною шкалою. Після оброблення результатів опитування експертів з використанням апарату нечіткої логіки [15] було визначено, що найсуттєвішими чинниками, які впливають на зміну обсягів електроспоживання тигельної печі, є:

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

У подальшому з метою побудови систем оперативного контролю енергоефективності для кожної з груп обладнання слід визначити додаткові прилади обліку споживання енергії, виробництва продукції, а також параметрів, що характеризують виробничі умови, та оцінити грошові витрати на побудову і функціонування таких систем контролю.

До витрат на побудову систем оперативного контролю енергоефективності входять витрати на придбання та встановлення приладів обліку споживання електричної енергії, а також необхідних додаткових вимірювальних приладів відповідних технологічних параметрів. Вартість приладів для вимірювання дорівнює  $B_{\text{прил}} = 7500$  у. о., крім того, вартість навчання та підготовка персоналу –  $B_{\text{навч}} = 2000$  у. о. Сумарні витрати на побудову таких систем становлять 9500 у. о.

Витрати на функціонування систем оперативного контролю енергоефективності 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 за місяць.

---

Приймаємо:  $T_{\text{вим}} = 0,5$  год;  $n_{\text{чол}} = 1$ ,  $\overline{3П} = 25$  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 систем оперативного контролю енергоефективності:

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

Витрати на збирання даних можуть бути розраховані за формулою:

$$B_{\text{зб}} = T_{\text{зб}} \cdot n_{\text{чол}} \cdot \overline{3П} \cdot k_{\text{зб}}, \quad (5)$$

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

Приймаємо:  $T_{\text{зб}} = 1$  год,  $n_{\text{чол}} = 1$ ,  $\overline{3П} = 25$  у. о./год.,  $k_{\text{зб}} = 22$  рази. Підставляємо відповідні значення у формулу (5) і визначаємо витрати на збирання даних:

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

Витрати на оброблення даних визначаються за формулою:

$$B_{\text{об.д}} = T_{\text{об.д}} \cdot n_{\text{чол}} \cdot \overline{3П} \cdot k_{\text{об.д}}, \quad (6)$$

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

Приймаємо: що  $T_{\text{об.д}} = 1$  год,  $n_{\text{чол}} = 1$ ,  $\overline{3П} = 25$  у. о./год,  $k_{\text{об.д}} = 22$  рази (періодичність оброблення даних за місяць). Підставляємо відповідні значення у формулу (6) і розраховуємо витрати на оброблення даних, необхідних для функціонування систем оперативного контролю енергоефективності:

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

Сумарні витрати на функціонування систем оперативного контролю енергоефективності становлять 1375 у. о.

Необхідно також урахувати амортизаційні витрати. Для цього слід розрахувати ануїтет:

$$A = k \cdot B_{\text{прил}}, \quad (7)$$

---

де  $k$  – коефіцієнт ануїтету, який розраховується за формулою:

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

де  $i$  – ставка дисконту;  $n$  – кількість періодів, протягом якого діє ануїтет.

Приймаємо ставку дисконту за 22 %, кількість періодів установлюємо 10 років (приймаємо за термін експлуатації приладів обліку).

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

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

Таким чином, щорічні амортизаційні відрахування визначаються за формулою (7).

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

Надалі необхідно оцінити потенціал енергозбереження, що матиме місце завдяки створенню систем оперативного контролю ефективності енерговикористання для обраного об'єкта. Економія електричної енергії в результаті побудови таких систем за міжнародним досвідом становить 5–10 % вартості електричної енергії за рік [10]. Для тигельної печі грошова економія електричної енергії – 12737 у. о.

Ураховуючи обчислені витрати на побудову та функціонування систем оперативного контролю енергоефективності, а також визначений потенціал енергозбереження, необхідно проаналізувати з фінансового боку доцільність створення таких локальних систем для попередньо визначених груп обладнання. Прийняття рішень про фінансову доцільність створення систем оперативного контролю для відповідної групи обладнання має базуватися на визначенні економічних критеріїв, а саме [16]:

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

**Висновки з даного дослідження та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.**

1. Під час проведення дослідження проаналізовано методи й підходи до визначення технологічних об'єктів, для яких доцільно створювати системи оперативного контролю енергоефективності. Однак у більшості праць розв'язання цієї задачі не розглядалось або було запропоновано здійснювати такий вибір лише за енергоємністю обладнання.

---

2. У визначенні об'єктів, для яких доцільно й технічно можливо створення систем оперативного контролю енергоефективності, слід урахувати основні вимоги, яким мають відповідати такі об'єкти. Серед зазначених вимог є розташування об'єктів в одному або суміжних виробничих приміщеннях, єдиний технологічний процес та керування цими об'єктами невеликою кількістю операторів.

3. У статті запропоновано алгоритм вибору об'єктів для створення систем оперативного контролю. По-перше, все обладнання підприємства має бути розділено на невелику кількість груп за технологічним принципом. По-друге, слід побудувати баланси споживання енергії окремо для кожного з технологічних процесів виробництва всіх видів продукції підприємства. Виходячи з двох критеріїв, на основі отриманих розрахункових значень споживання енергії на виробництво кожного різновиду продукції може бути здійснений розподіл обладнання на дрібніші групи. До таких критеріїв належать 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 доцільно створення систем оперативного контролю енергоефективності.

4. З метою забезпечення можливості обґрунтовано визначати об'єкти, для яких технічно можливо і фінансово доцільно створення систем оперативного контролю енергоефективності, запропоновано розв'язання додаткових задач. Основними з яких є: 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.

#### **Список використаних джерел:**

1. ISO 50001:2011 Energymanagement systems. Requirements with guidanceforuse.

2. *Иншеков Е., Сафьянц А., Сафьянц С., Чернявский А.* Внедрение системы энергетического менеджмента на базе стандарта ISO 50001:2011: Путеводитель для специалистов компаний и предприятий. Киев: Проект “Энергоэффективная и направленная на уменьшение изменения климата модернизация промышленности в Донецкой области”. 2014. 36 с.

3. *Pooley John* Quick Start Guide to Energy Monitoring &Targeting (M&T) // Effective Energy Management Guide. 2005. URL: <http://www.oursouthwest.com/SusBus/susbus9/ m&tguide.pdf>

4. Computer Based Monitoring And Targeting On A Hot Rolling Mill // Energy Efficiency Enquiries Bureau, ETSU, Harwell, Oxfordshire, OX11. Best Practice Programme. 1992. 26 p.

- 
5. Waste avoidance methods / Energy Efficiency Office. Best Practice Programme. Fuel Efficiency Booklet 13. Crown copyright. 1995. 18 p.
  6. Monitoring and Targeting in large companies // Energy Efficiency Enquiries Bureau, ETSU, Harwell, Oxfordshire, OX11. Good Practice Guide 112. 1998. 45 p.
  7. *Jones Phil*. Getting started with Monitoring & Targeting (M&T) // Fundamental Series. 2004. № 7. P. 29–32.
  8. *Хайд Д., Лоскутов А. В.* Целевой энергетический мониторинг в системе энергетического менеджмента // Промышленная энергетика. 1998. № 4. С. 2–4.
  9. *Loskutov A.* Monitoring and Targeting in Russian Industry // Seminar “Energy management: Low cost energy saving Techniques”: Sofia, Bulgaria. 1997. April.
  10. *Праховник А. В., Трапп Г. Р.* Контроль і нормалізація енергоспоживання // Управління енерговикористанням : зб. доп. Київ: Альянс за збереження енергії. 2001. С. 387–398.
  11. Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення і настанова : ДСТУ ISO 50006:2014, IDT ДСТУ ISO 50006:2016 [Чинний від 2016-04-29]. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 56 с. (Національні стандарти України).
  12. *Находов В. Ф., Бориченко О. В.* Концепція побудови інтегрованих систем контролю ефективності використання електричної енергії на виробничо-господарських об’єктах // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2013. № 1. С. 72–79.
  13. *Находов В. Ф., Бориченко О. В.* Побудова оптимальних розрахункових моделей електробалансів виробничо-господарських об’єктів // Промислова електроенергетика та електротехніка. Промелектро : інформ. зб. 2010. № 6. С. 47–51.
  14. A Complete Guide to ABC Analysis in Customer Segmentation and Inventory. URL: <https://www.cleverism.com/complete-guide-abc-analysis-customer-segmentation-inventory/>
  15. *Находов В. Ф., Бориченко О. В., Іванько Д. О., Єгорова І. О.* Комплексний підхід до визначення складу чинників, що впливають на величину енергоспоживання при впровадженні систем оперативного контролю енергоефективності // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2014. № 2. С. 68–79.
  16. *Тарасюк Г. М.* Управління проектами: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] [2-е вид.]. Київ: Каравела, 2006. 320 с.

---

### References:

1. ISO 50001:2011 (2011), Energy management systems. Requirements with guidance for use. ISO.
2. Inshekov E., Safyants A., Safyants S. and Chernyavsky A. (2014), *Vnedreniye sistemy energeticheskogo menedzhmenta na baze standartu ISO 50001:2011: Putevoditel' dlya spetsialistov kompaniy i predpriyatiy* [Introduction of the energy management system based on the ISO 50001: 2011 standard: A guide for specialists of companies and enterprises], The project “Energy Efficient and Climate Change Mitigation Modernization of Industry in the Donetsk Region”, Kyiv, 36 p. [Ukraine].
3. Pooley J. (2005), Quick Start Guide to Energy Monitoring & Targeting (M&T) // Effective Energy Management Guide, available at: <http://www.oursouthwest.com/eemg/notices/effective-energy-mgt-mandtguide.pdf>
4. Computer Based Monitoring And Targeting On A Hot Rolling Mill // Energy Efficiency Enquiries Bureau, ETSU, Harwell, Oxfordshire, OX11. Best Practice Programme, 1992. 26 p.
5. Waste avoidance methods // Energy Efficiency Office. Best Practice Programme. Fuel Efficiency Booklet 13. Crown copyright, 1995. 18 p.
6. Monitoring and Targeting in large companies // Energy Efficiency Enquiries Bureau, ETSU, Harwell, Oxfordshire, OX11. Good Practice Guide 112, 1998. 45 p.
7. Jones Phil (2004), Getting started with Monitoring & Targeting (M&T), Journal Fundamental Series, vol. 7, pp. 29–32.
8. Khayd D. and Loskutov A. V. “*Tselevoy energeticheskiy monitoring v sisteme energeticheskogo menedzhmenta*” [“Target energy monitoring in the energy management system”], Journal *Promyshlennaya energetika* [Industrial energy], vol. 4, pp. 2–4 [Russia].
9. Loskutov A. (1997), Monitoring and Targeting in Russian Industry // Seminar “Energy management: Low cost energy saving techniques”. Sofia, April [Bulgaria].
10. Prakhovnyk A. V. and Trapp H. R. (2001), *Kontrol' i normalizatsiia enerhospozhyvannia* [Control and normalization of energy] : a collection of reports / Upravlinnia enerhovykorystanniam; Alians za zberezheniia enerhii, Kyiv, pp. 387–398 [Ukraine].
11. DSTU ISO 50006:2014. *Sistemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymiriuvannia rivnia dosiahnutoi enerhoefektyvnosti z vykorystanniam bazovykh rivniv enerhospozhyvannia ta pokaznyki v enerhoefektyvnosti. Zahalni polozhennia i nastanova* [Energy management systems. Measurement of the level of achieved

---

energy efficiency using baseline energy consumption and energy efficiency indicators. General provisions and guidelines], Derzhspozhyvstandart Ukrainy, Kyiv, 2016, 56 p. [Ukraine].

12. Nakhodov V. F. and Borychenko O. V. (2013), “*Kontseptsiiia pobudovy intehrovanykh system kontroliu efektyvnosti vykorystannia elektrychnoi enerhii na vyrobnycho-hospodarskykh ob'iektakh*” [“Concept of construction of integrated systems for monitoring the efficiency of electric energy use at industrial and economic objects”], Journal *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya* [Energy: economics, technology, ecology], vol. 1, pp. 72–79 [Ukraine].

13. Nakhodov V. F. and Borychenko O. V. (2010), “*Pobudova optymalnykh rozrakhunkovykh modelei elektrobalsiv vyrobnycho-hospodarskykh ob'iektiv*” [“Construction of the optimal calculation models for electrobalances of production and economic objects”], Journal *Promyslova elektroenerhetyka ta elektrotekhnika* [Industrial Electroenergetics and Electrical Engineering], information collection, vol. 6, pp. 47–51 [Ukraine].

14. A Complete Guide to ABC Analysis in Customer Segmentation and Inventory, available at: <https://www.cleverism.com/complete-guide-abc-analysis-customer-segmentation-inventory/>

15. Nakhodov V. F., Borychenko O. V., Ivan'ko D. O. and Yehorova I. O. (2014), “*Kompleksnyy pidkhid do vyznachennya skladu chynnykiv, shcho vplyvayut' na velychynu enerhospozhyvannya pry vprovadzhenni system operatyvnoho kontrolyu enerhoefektyvnosti*” [“A comprehensive approach to determining the composition of factors affecting the amount of energy consumption when implementing systems of operational control of energy efficiency”], Journal *Enerhetyka: ekonomika, tekhnolohiyi, ekolohiya* [Power engineering: economics, technologies, ecology], vol. 2, pp. 68–79 [Ukraine].

16. Tarasyuk G. M. (2006), *Upravlinnya proektamy* [Project Management], tutorial, press Karavela, Kyiv, 320 p. [Ukraine].