

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фармацевтичний факультет
Кафедра менеджменту, маркетингу та забезпечення якості у фармації

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **"ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ З УПРАВЛІННЯ**
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ВІТЧИЗНЯНОГО ПІДПРИЄМСТВА"

Виконав:

здобувач вищої освіти

2 курсу, групи 1

спеціальності 073 Менеджмент

освітньої програми

Якість, стандартизація та

сертифікація

Віталій ВОЛОЩУК

Керівник:

доцент закладу вищої освіти кафедри

менеджменту, маркетингу та

забезпечення якості у фармації,

к. фармац. наук, доцент

Тетяна ЗБОРОВСЬКА

Рецензент:

Головний енергетик

ТзОВ «Волинь-зерно-продукт»

Іван КЛІМАЩУК

АНОТАЦІЯ

Основний зміст та результати дослідження: Обґрунтовано засади та розроблено рекомендації щодо удосконалення системи управління енергоефективністю підприємства. Проаналізовано ефективність впровадження сонячної електростанції та когенераційної установки. Запропоновано заходи з автоматизації обліку (АСКОЕ), модернізації обладнання та організаційної структури згідно зі стандартом ISO 50001.

Структура і обсяг кваліфікаційної роботи: кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, переліку посилань з 39 найменувань, 11 додатків, і містить 7 рисунків, 6 таблиць. Повний обсяг кваліфікаційної роботи складає 83 сторінки.

Ключові слова: енергоефективність, система енергетичного менеджменту, ISO 50001, когенерація, сонячна електростанція, АСКОЕ, енергозбереження.

ABSTRACT

The main content and results of the research: The principles are substantiated and recommendations for improving the enterprise energy efficiency management system are developed. The efficiency of implementing the solar power plant and cogeneration unit is analyzed. Measures for accounting automation (ACEMS), equipment modernization, and organizational structure according to the ISO 50001 standard are proposed.

Structure and scope of the qualification work: the qualification work consists of an introduction, three sections, general conclusions, a list of references of 39 items, 11 appendices, and contains 7 figures, 6 tables. The full scope of the qualification work is 83 pages.

Keywords: energy efficiency, energy management system, ISO 50001, cogeneration, solar power plant, ACEMS, energy saving.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА ВІТЧИЗНЯНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ	11
1.1 Сутність та економічне значення енергоефективності в умовах сучасних енергетичних викликів.....	11
1.2 Огляд світових тенденцій та державних програм підтримки енергоефективності в Україні.....	13
1.3 Базові моделі та стандарти систем енергетичного менеджменту (огляд ISO 50001).....	15
1.4 Аналіз сучасних технологій енергозбереження.....	18
Висновки до розділу 1.....	19
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	22
2.1 Загальна техніко-економічна характеристика підприємства	22
2.2 Аналіз структури енергоспоживання підприємства та виявлення ключових споживачів енергії	24
2.3 Діагностика існуючої системи енергетичного організації управління	26
2.4 Оцінка ефективності впроваджених енергозберігаючих заходів	28
2.4.1 Аналіз динаміки споживання електроенергії з мережі до встановлення СЕС та КГУ (2023 рік)	29
2.4.2 Аналіз показників споживання електроенергії після введення в експлуатацію СЕС та когенераційної установки.....	31
2.4.3 Порівняльний аналіз даних та розрахунок фактичної економії енергоресурсів і фінансових витрат	35
2.4.4 Оцінка ефективності роботи встановленого обладнання для зменшення енергоспоживання.....	39
Висновки до розділу 2.....	41

РОЗДІЛ 3 ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ З УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ.....	43
3.1 Розробка пропозицій щодо покращення моніторингу та аналізу енергоспоживання (впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ))	43
3.2 Удосконалення організаційної структури управління енергоефективністю	49
3.3 Розробка програми подальших заходів з підвищення енергоефективності	52
3.4 Застосування концепції PDCA (Plan-Do-Check-Act) для безперервного покращення у сфері енергоменеджменту	55
3.5 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих організаційних та технічних рішень.....	57
Висновки до розділу 3.....	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63
ДОДАТКИ.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АСКОЕ	Автоматизована система комерційного обліку електроенергії
ДСТУ	Державний стандарт України
ЄС	Європейський Союз
КГУ	Когенераційна установка
ККД	Коефіцієнт корисної дії
ОСР	Оператор системи розподілу
СЕНМ	Система енергетичного менеджменту
СЕС	Сонячна електростанція
ЧРП	Частотно-регульований привід
FSSC	Food Safety System Certification (Сертифікація системи безпеки харчових продуктів)
HLS	High Level Structure (Структура високого рівня)
ISO	International Organization for Standardization (Міжнародна організація зі стандартизації)
PDCA	Plan-Do-Check-Act (Плануй – Виконуй – Перевірйай – Дій)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується докорінними змінами в енергетичній моделі, де питання енергетичної ефективності трансформуються з суто техніко-економічних показників у ключовий фактор національної безпеки та виживання суб'єктів господарювання. В умовах глобалізації та посилення конкуренції на міжнародних ринках, здатність підприємств ефективно управляти своїми енергетичними потоками стає індикатором їхньої життєздатності.

Для України цей процес набуває критичного значення в умовах повномасштабної військової агресії, яка супроводжується цілеспрямованим руйнуванням енергетичної інфраструктури та нестабільністю централізованого енергопостачання. Вітчизняна промисловість стикається з безпрецедентними викликами: необхідністю забезпечення безперервності виробничих процесів в умовах постійних ризиків знеструмлення та стрімким зростанням витрат на енергоносії.

Статистичні дані свідчать про те, що у промисловому секторі, який споживає понад 40% енергоресурсів країни, рівень енергоемності залишається критично високим – він більш ніж удвічі перевищує середньоєвропейські показники. Така ситуація обумовлена високим ступенем фізичного зносу інфраструктури, який на багатьох підприємствах сягає 65-70%, а також використанням застарілих технологій, що призводить до нераціонального використання ресурсів та значних втрат.

Особливої актуальності набуває перегляд концептуальних підходів до управління енергією. Традиційні методи «енергозбереження», які часто зводяться до простого обмеження споживання або зниження рівня комфорту, вже вичерпали свій потенціал. На часі впровадження системного підходу до «енергоефективності», яка передбачає отримання того самого або кращого виробничого результату з меншими енерговитратами за рахунок технологічних інновацій та оптимізації процесів.

Важливим вектором змін є інтеграція України до європейського енергетичного простору. Виконання зобов'язань щодо впровадження реформ на основі Директив ЄС вимагає ефективнішого використання енергії на всіх етапах – від постачання до кінцевого споживання. Це спонукає вітчизняні підприємства до впровадження міжнародних стандартів, зокрема серії ISO 50000, які регламентують вимоги до систем енергетичного менеджменту, проведення енергетичних аудитів та вимірювання енергоефективності.

Крім того, у сучасних умовах цифровізації економіки управління енергетичними потоками неможливе без надійного інформаційного забезпечення. Впровадження автоматизованих систем контролю і обліку енергоресурсів та моніторингу в режимі реального часу стає основою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Паралельно зростає роль децентралізованої генерації, зокрема використання відновлюваних джерел енергії та когенераційних установок, що дозволяє зменшити навантаження на об'єднану енергосистему та підвищити автономність бізнесу.

Таким чином, необхідність вирішення комплексу проблем, пов'язаних із забезпеченням енергетичної безпеки підприємств, зниженням собівартості продукції та адаптацією до європейських стандартів, зумовлює актуальність теми кваліфікаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів розвитку енергоефективності та енергозбереження, окреслених у стратегічних документах України та наукових дослідженнях щодо впровадження систем енергетичного менеджменту.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є обґрунтування теоретико-методичних засад та розробка практичних рекомендацій щодо удосконалення організації системи управління енергоефективністю вітчизняного підприємства шляхом впровадження комплексних технічних та організаційних заходів.

Для досягнення поставленої мети в роботі нам потрібно вирішити такі завдання:

1. Проаналізувати теоретичні аспекти понять «енергозбереження» та «енергоефективність», визначити їх відмінності та роль у сучасній економіці.
2. Дослідити нормативно-правове забезпечення та міжнародні стандарти серії ISO (зокрема ISO 50001, ISO 50002, ISO 50004), що регулюють систему енергетичного менеджменту.
3. Оцінити сучасний стан енергоспоживання у промисловому секторі України та ідентифікувати бар'єри на шляху підвищення енергоефективності.
4. Проаналізувати інструментарій управління енергоефективністю, включаючи енергетичні аудити, базові рівні енергоспоживання та показники енергоефективності.
5. Обґрунтувати доцільність переходу до складних технологічних рішень, таких як встановлення власного генеруючого обладнання (СЕС, когенерація) та систем накопичення енергії для забезпечення безперервності бізнесу.
6. Розробити рекомендації щодо впровадження проектного підходу та цифровізації моніторингу енергоресурсів на підприємстві.

Об'єктом дослідження є процес управління енергоспоживанням та енергозбереженням на промислових підприємствах України.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних, методичних та організаційних засад формування та розвитку системи управління енергоефективністю вітчизняного підприємства.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є загальнонаукові та спеціальні методи пізнання. У процесі дослідження використано: аналіз і синтез – для уточнення понятійного апарату та вивчення літературних джерел; системний підхід – для розгляду підприємства як цілісної енергетичної системи; емпіричні методи – для аналізу статистичних даних енергоспоживання та оцінки стану інфраструктури; метод порівняння –

для співставлення показників енергоємності вітчизняних та європейських підприємств.

Інформаційна база дослідження включає законодавчі та нормативні акти України, міжнародні стандарти ISO серії 50000, наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, таких як О.В. Кириленко, С.П. Денисюк, О.О. Веремеєнко, Ю.В. Дзядикевич та ін., матеріали періодичних видань та статистичні дані щодо показників споживання електроенергії.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розвитку теоретико-методичних підходів до організації енергоменеджменту на вітчизняних підприємствах в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення. Зокрема:

- удосконалено трактування сутності управління енергоефективністю як стратегічного фактору безпеки бізнесу, що виходить за межі простої оптимізації витрат;
- набули подальшого розвитку положення щодо інтеграції технічних рішень (розподілена генерація, гібридні відновлювані системи) в організаційну структуру енергетичного менеджменту згідно зі стандартом ISO 50001;
- обґрунтовано необхідність застосування проектного підходу до реалізації енергоефективних заходів як унікальної діяльності з чіткими часовими та ресурсними рамками.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблені рекомендації можуть бути використані керівництвом промислових підприємств для побудови ефективної системи енергетичного менеджменту. Впровадження запропонованих заходів, зокрема автоматизованих систем обліку та власної генерації, дозволить знизити енергетичну залежність, зменшити собівартість продукції та забезпечити стабільну роботу в умовах кризових явищ в енергетиці. Застосування стандартів ISO 50001 дозволяє знизити споживання енергії на 10-12% вже на перших етапах навіть без значних капітальних інвестицій.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження публікувались на наукових конференціях. Зокрема, матеріали дослідження викладені у тезах: Волощук В.В. «Організація діяльності з управління енергоефективністю вітчизняного підприємства» (Науковий керівник: Зборовська Т.В., Національний фармацевтичний університет, м. Харків матеріали представлені в Додатках А, Б, В).

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел 39 найменувань, 11 додатків, і містить 7 рисунків, 6 таблиці. Повний обсяг кваліфікаційної роботи складає 83 сторінки, з яких перелік посилань займає 6 сторінок, додатки – 15 сторінок.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА ВІТЧИЗНЯНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

1.1 Сутність та економічне значення енергоефективності в умовах сучасних енергетичних викликів

В умовах війни та постійних загроз для інфраструктури це стало питанням виживання бізнесу. Як зазначається, вітчизняна промисловість зараз працює в умовах, де фізичний знос обладнання часто сягає 65-70%, а рівень енергоємності продукції більш ніж удвічі перевищує середні показники по Європі. Тому старі методи економії вже не працюють, і потрібно розібратися, чим сучасна енергоефективність відрізняється від звичайного енергозбереження.

Дуже часто ці два поняття плутають, вважаючи їх одним і тим самим. Але в науковій літературі між ними є суттєва різниця. Енергозбереження — це переважно про обмеження. Це коли ми просто менше споживаємо: вимикаємо світло, зупиняємо верстат або знижуємо температуру в приміщенні, що часто призводить до дискомфорту або навіть зменшення обсягів виробництва. Як зазначає дослідниця О. О. Веремеєнко, енергозбереження – це база, але енергоефективність – це вже про інновації. Енергоефективність означає, що ми використовуємо менше ресурсів, але отримуємо той самий або навіть кращий результат (більше продукції, кращу якість). Це не «затягування пасків», а розумне використання наявного паливно-енергетичного потенціалу. Б. В. Гаприндашвілі у своїх працях наголошує, що саме висока енергоємність через застарілі технології робить нашу продукцію неконкурентоспроможною на ринку. Тобто, якщо ми просто економимо, ми виживаємо сьогодні, а якщо впроваджуємо енергоефективність – ми будуємо бізнес на майбутнє [4, 5, 18, 37].

Потрібен системний підхід до управління. С. П. Денисюк та О. В. Бориченко вказують, що енергією треба керувати так само як фінансами чи

персоналом. Для цього впроваджують системи енергетичного менеджменту, які базуються на міжнародному стандарті ISO 50001. Суть цього підходу не в тому, щоб один раз щось покращити, а в тому, щоб створити постійний процес: плануємо, робимо, перевіряємо і знову покращуємо. Це дозволяє економити кошти не ситуативно, а системно [8, 24].

Окрім управління, величезну роль зараз відіграють нові технології. О. В. Кириленко пише про те, що в XXI столітті пріоритети зміщуються в бік Smart Grid («розумних мереж»). Сучасна енергоефективність – це коли ми використовуємо інформаційні технології для моніторингу: ми маємо знати не тільки скільки енергії спожили, а й якої вона була якості, і прогнозувати свої потреби наперед. Це дозволяє керувати попитом і мінімізувати втрати [17].

Ще один важливий момент, який став особливо актуальним зараз – це децентралізація. Г. П. Костенко зазначає, що перехід до малої розподіленої генерації (наприклад, власні сонячні панелі чи когенераційні установки на підприємстві) має купу переваг. По-перше, це безпечніше, бо багато дрібних станцій важче знищити, ніж одну велику ТЕС. По-друге, це вигідно економічно, бо енергія виробляється там, де вона і споживається, а отже, немає втрат при передачі мережами. Для бізнесу це означає меншу залежність від віялових відключень і стрибків цін на ринку [1].

Не можна забувати і про зовнішній фактор – рух України до Європи. Л. Осіпова у своїй статті про модернізацію промисловості пише, що євроінтеграція відкриває для нас нові можливості, але й ставить жорсткі вимоги. Європа прямує до «Зеленого курсу», і щоб продавати там свої товари, українські виробники мусять знижувати викиди вуглецю і впроваджувати енергоефективні технології. Фактично, модернізація нашого виробництва під європейські стандарти – це єдиний шлях для відновлення економіки у повоєнний період [25].

Енергоефективність сьогодні – це складна система, яка поєднує в собі нове обладнання, грамотний менеджмент (ISO 50001), цифрові технології та власну генерацію енергії. Це не просто спосіб зекономити гроші на оплаті

рахунків, а реальна необхідність для того, щоб підприємство могло працювати, конкурувати і розвиватися навіть у таких складних умовах, як зараз.

1.2 Огляд світових тенденцій та державних програм підтримки енергоефективності в Україні

Світовий досвід свідчить про перехід харчової промисловості до концепції «Індустрія 4.0», де енергоефективність досягається за рахунок цифровізації та автоматизації. Характерні риси «Індустрії 4.0» – це повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в режимі реального часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов. Дослідники, такі як Clairand J.-M. та інші, відзначають, що в харчовій промисловості основними трендами є використання інтелектуальних систем моніторингу та впровадження частотно-регульованих приводів (ЧРП) на всьому технологічному ланцюгу [28, 39].

В Європейському Союзі діє директива щодо енергоефективності, яка зобов'язує великі підприємства проводити регулярні енергоаудити або впроваджувати системи енергоменеджменту. Україна, імплементуючи європейське законодавство, також рухається в цьому напрямку. На державному рівні в Україні сформовано нормативно-правову базу, яка стимулює підприємства до енергомодернізації. Закон України «Про енергетичну ефективність» визначає засади державної політики, серед яких – популяризація систем енергетичного менеджменту [30].

Серед діючих програм підтримки, актуальних для підприємств, можна виділити:

- Програма «Доступні кредити 5-7-9%»: дозволяє залучати пільгове фінансування на придбання енергоефективного обладнання, зокрема сучасних компресорів, систем аспірації та модернізацію елеваторного господарства.

- Фонд енергоефективності та міжнародні гранти: програми від EBRD та UNIDO, спрямовані на підтримку малого та середнього бізнесу у впровадженні стандарту ISO 50001 та закупівлі енергозберігаючих технологій.
- «Зелений тариф» та Net Billing: механізми, що дозволяють підприємствам встановлювати власні сонячні електростанції (наприклад, на дахах офісів чи складів) для компенсації власного споживання, що є вкрай актуальним для сезонного характеру роботи [33].

Однак, попри наявність програм, бар'єрами на шляху їх реалізації залишаються брак коштів, складність бюрократичних процедур та недостатня поінформованість менеджменту про вигоди системного підходу до енергозбереження.

Таблиця 1.1.

Перелік чинних нормативних актів України з енергоефективності

Назва нормативного акта	Номер та дата прийняття	Короткий зміст (суть)
Закон України «Про енергетичну ефективність»	№ 1818-IX від 21.10.2021	Вводить обов'язкові енергоаудити для великих підприємств раз на 4 роки або впровадження системи енергоменеджменту.
Національний план дій з енергоефективності на період до 2030 року	Розпорядження КМУ № 1803-р від 29.12.2021	Встановлює національну ціль: первинне споживання енергії не має перевищувати 91,5 млн т н.е. у 2030 році.
Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»	№ 2118-VIII від 22.06.2017	Вимагає сертифікації енергоефективності будівель.
Енергетична стратегія України на період до 2050 року	Розпорядження КМУ № 373-р від 21.04.2023	Стратегічний документ, що визначає курс на децентралізацію генерації та «зелений перехід» економіки.
Закон України про запровадження нових інвестиційних можливостей (ЕСКО-механізм)	№ 327-VIII від 09.04.2015	Дозволяє укладати енергосервісні договори

Порядок проведення кваліфікації когенераційної установки	Постанова КМУ № 1296 від 16.11.2022	Дозволяє отримати гарантії походження енергії.
Порядок подання інформації про сертифікацію системи енергетичного менеджменту	Наказ Держенергоефективності № 65 від 06.10.2022	Визначає, як саме підприємства мають звітувати державі про те, що вони впровадили ISO 50001 або пройшли аудит (вимога закону № 1818-IX).

1.3 Базові моделі та стандарти систем енергетичного менеджменту (огляд ISO 50001)

В умовах інтеграції української економіки до європейського простору, побудова ефективної системи управління енергоспоживанням на вітчизняних підприємствах неможлива без застосування уніфікованих міжнародних підходів. Основним інструментом, що регламентує вимоги до таких систем, є міжнародний стандарт ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018) «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання» [10].

Цей стандарт представляє собою не просто набір технічних інструкцій, а стратегічну модель управління, яка дозволяє організаціям будь-якого типу інтегрувати енергоефективність у свої повсякденні бізнес-процеси. На відміну від застарілих підходів, де енергозбереженням займалася виключно служба головного енергетика, ISO 50001 покладає відповідальність за енергетичну результативність на вище керівництво та залучає до процесу персонал усіх рівнів.

Ключовою особливістю версії стандарту 2018 року є перехід на так звану «Структуру високого рівня» (High Level Structure – HLS). Це уніфікована архітектура, яка використовується у всіх сучасних стандартах ISO систем менеджменту. Для досліджуваного підприємства це має критично важливе значення, оскільки дозволяє безболісно інтегрувати систему

енергоменеджменту (СЕНМ) з уже діючою системою безпеки харчових продуктів FSSC 22000 (яка базується на ISO 22000) та системою менеджменту якості (ISO 9001).

Завдяки HLS, обидві системи мають спільні ключові елементи, що дозволяє уникнути дублювання документації та процесів:

Вимоги до розуміння внутрішніх та зовнішніх факторів, що впливають на здатність досягати результатів (наприклад, мінливість цін на енергоносії, законодавчі вимоги, ринкова конкуренція).

Персональна відповідальність топ-менеджменту. Якщо в FSSC 22000 пріоритетом є безпека продукту, то в ISO 50001 – енергетична результативність. Інтегрована система дозволяє керівництву приймати збалансовані рішення, де енергоефективність не шкодить якості продукції.

Стандарт вимагає ідентифікації ризиків та можливостей. Для підприємства це може бути ризик зупинки виробництва через відключення електроенергії або можливість використання тепла від інших джерел.

Теоретичний базис енергетичного менеджменту не обмежується лише сертифікаційним стандартом ISO 50001. Для побудови повноцінної системи на промисловому підприємстві необхідно спиратися на цілий комплекс взаємопов'язаних нормативних документів, які деталізують окремі аспекти управління енергією:

1. ДСТУ ISO 50002:2016 «Енергетичні аудити». Цей стандарт встановлює принципи проведення енергетичних обстежень, вимоги до аудиторів та формат звітності. Він є методологічною основою для визначення поточного стану енергоспоживання підприємства перед впровадженням СЕНМ [11].

2. ДСТУ ISO 50004:2016 «Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення». Містить практичні рекомендації та приклади, які допомагають адаптувати вимоги ISO 50001 до специфіки конкретного підприємства, що особливо актуально для організацій, які не мають великого штату екологів чи енергоменеджерів [13].

3. ДСТУ ISO 50006:2016 «Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності». Критично важливий документ для виробництва, оскільки він визначає методологію розробки базових рівнів енергоспоживання та індикаторів енергоефективності. Саме цей стандарт пояснює, як коректно враховувати змінні фактори при оцінці ефективності роботи обладнання [14].

4. ДСТУ ISO 50015:2016 «Вимірювання та перевірка енергетичних показників». Регламентує процеси верифікації досягнутої економії, що є необхідним при реалізації інвестиційних проєктів (наприклад, при заміні двигунів на енергоефективні) для підтвердження їх окупності [15].

Впровадження моделі ISO 50001 дозволяє трансформувати підхід до енерговитрат: з «неминучих накладних витрат» вони перетворюються на «керований ресурс». Аналітика свідчить, що підприємства, які системно впроваджують даний стандарт, досягають зниження споживання енергії на 10-12% протягом перших років функціонування системи. Це досягається переважно за рахунок організаційних заходів: усунення роботи обладнання на холостому ходу, оптимізації графіків навантаження, покращення культури виробництва.

Для вітчизняного бізнесу сертифікація за ISO 50001 є також інструментом підвищення капіталізації та покращення іміджу на міжнародній арені. Наявність діючої СЕНМ є вагомим аргументом для міжнародних партнерів та інвесторів, свідчачи про сталість бізнесу та його відповідність принципам сталого розвитку. Крім того, це забезпечує готовність підприємства до виконання вимог європейського законодавства в рамках «Зеленого курсу», що стає обов'язковим в контексті євроінтеграційних процесів України [12].

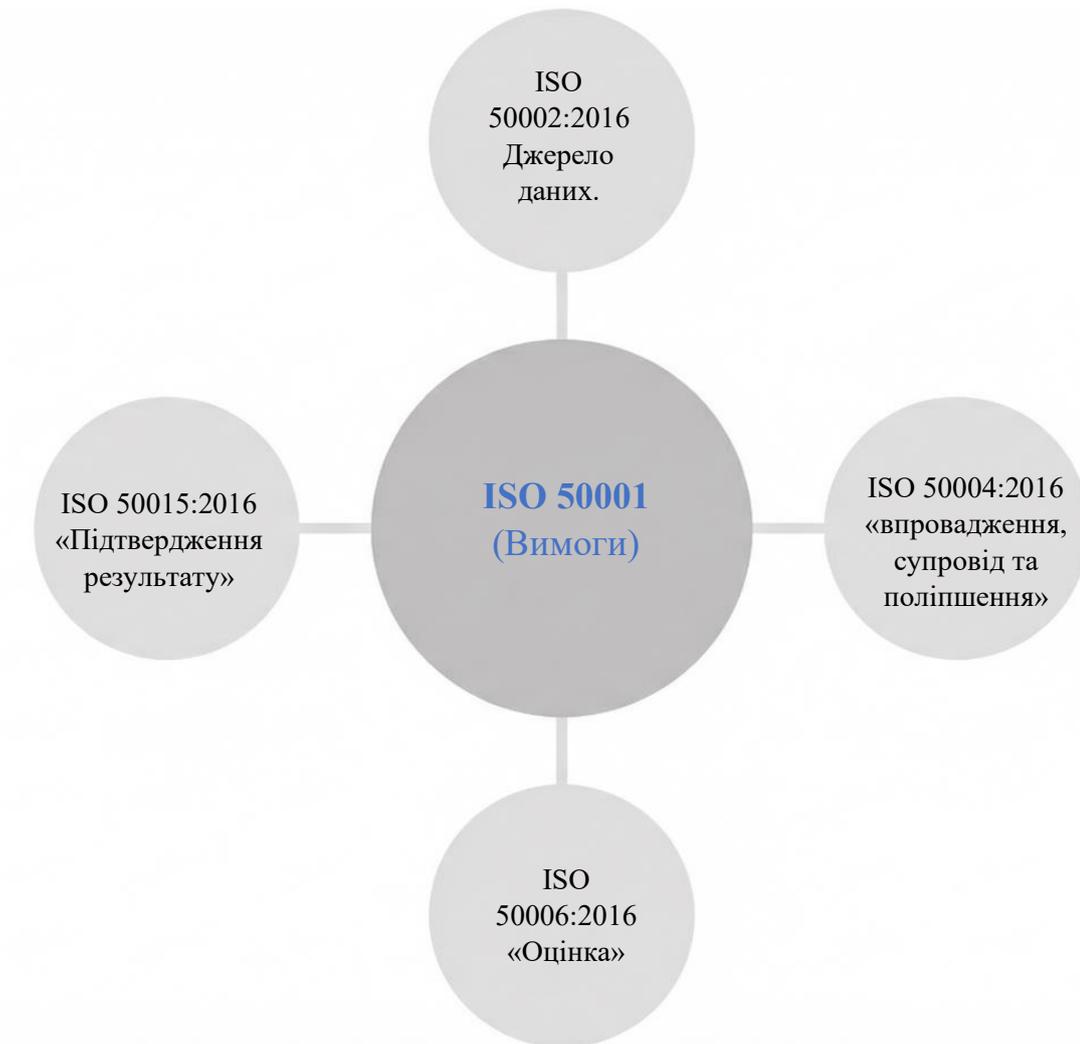


Рис. 1.1 Взаємозв'язок стандартів серії ISO 50000 [10, 13, 14, 15]

1.4 Аналіз сучасних технологій енергозбереження

Сучасний підхід до енергозбереження базується на поєднанні організаційних заходів, модернізації електроприводу, використанні вторинних енергоресурсів та впровадженні власної генерації.

Однією з найбільш ефективних технологій є встановлення перетворювачів частоти. Традиційне регулювання продуктивності вентиляторів або електродвигунів за допомогою засувки є енергетично марнотратним, оскільки двигун продовжує працювати на повну потужність. Застосування ЧРП дозволяє регулювати швидкість обертання валу двигуна відповідно до реальних потреб технологічного процесу. Крім економії, це забезпечує плавний пуск, зменшує механічний знос обладнання та ліквідує пускові струми, що перевантажують мережу [16].

Когенерація – це процес спільного виробництва електричної та теплової енергії при спалюванні палива (найчастіше природного газу або біогазу). Традиційні теплові електростанції мають ККД на рівні 35-40%, викидаючи решту енергії у вигляді тепла в атмосферу. Когенераційні установки на базі газопоршневих двигунів утилізують тепло вихлопних газів та системи охолодження двигуна, досягаючи сумарного коефіцієнта використання палива до 90%. Для підприємств ця технологія є особливо актуальною, оскільки отримана тепла енергія може використовуватися не лише для опалення приміщень, але й бути залучена в технологічних процесах [6].

Встановлення дахових або наземних сонячних електростанцій для власного споживання дозволяє замінити частину дорогої електроенергії з мережі у світлий час доби. Сучасні інвертори та системи моніторингу дозволяють синхронізувати генерацію СЕС з графіком навантаження підприємства, уникаючи перетоків у зовнішню мережу. Ефективність таких рішень зростає при використанні двосторонніх панелей та трекерних систем, що слідкують за сонцем [7, 20, 31].

Встановлення рекуператорів та економайзерів на котлах або технологічних печах дозволяє підігрівати повітря, що подається на горіння, або воду для технологічних потреб. У виробництві перспективним є використання тепла від компресорних станцій. При стисненні повітря виділяється велика кількість тепла (до 90% енергії, спожитої компресором, перетворюється на тепло). Встановлення теплообмінників у масляний контур компресора дозволяє отримувати гарячу воду для побутових потреб або опалення.

Висновки до розділу 1

У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено теоретичне узагальнення та аналіз засад управління енергоефективністю промислових підприємств в умовах сучасних викликів. За результатами проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Трансформація ролі енергоефективності. Встановлено, що в умовах воєнного стану та енергетичної кризи в Україні поняття енергоефективності еволюціонувало з інструменту зниження собівартості в критичний фактор національної безпеки та фізичного виживання бізнесу. Розрізнено поняття «енергозбереження» (зменшення споживання, часто за рахунок обмежень) та «енергоефективність» (збереження або покращення результату при менших витратах енергії). Для підприємств пріоритетом визначено саме енергоефективність, яка базується на технологічних інноваціях, а не на обмеженні виробництва.

2. Високий рівень зносу інфраструктури (до 65-70%) та використання застарілих двигунів класів IE1/IE2 створюють значний потенціал для модернізації. Обґрунтовано, що впровадження частотно-регульованих приводів, систем плавного пуску та перехід на власну генерацію (СЕС) є найбільш дієвими технічними рішеннями для забезпечення безперервності технологічного циклу.

3. Системний підхід та стандартизація. Доведено, що найбільш ефективною моделлю управління є впровадження системи енергетичного менеджменту згідно з ДСТУ ISO 50001:2020. Аналіз показав, що завдяки уніфікованій структурі високого рівня (HLS), цей стандарт ідеально інтегрується з уже діючими на підприємстві стандартами. Це дозволяє уникнути дублювання управлінських процесів та забезпечити комплексний контроль.

4. Нормативне та фінансове забезпечення. Аналіз зовнішнього умов засвідчив наявність сприятливих передумов для енергомодернізації. Імплементация європейських директив та національних програм (зокрема «Доступні кредити 5-7-9%», механізм «Net Billing») створює фінансові інструменти для реалізації енергоефективних проєктів, незважаючи на дефіцит власних обігових коштів підприємств в умовах війни.

5. Вектор подальших досліджень. Теоретичний аналіз підтвердив, що без надійного інформаційного забезпечення (цифровізації обліку) та

чіткого визначення базових ліній енергоспоживання, будь-які технічні заходи будуть мати хаотичний характер. Це зумовлює необхідність переходу в наступному розділі до практичного аналізу енергетичного профілю підприємства, оцінки роботи існуючого обладнання та розробки конкретної програми дій.

Таким чином, теоретичні засади та міжнародний досвід підтверджують, що організація діяльності з управління енергоефективністю на вітчизняному підприємстві має базуватися на симбіозі технічної модернізації (оновлення активної частини фондів) та організаційного вдосконалення (впровадження ISO 50001).

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1 Загальна техніко-економічна характеристика підприємства

Об'єктом дослідження в даній кваліфікаційній роботі обрано вітчизняний агропромисловий комплекс (далі – Підприємство), який займає провідні позиції в регіоні у сфері переробки зернових культур. Основною спеціалізацією суб'єкта господарювання є виробництво борошна різних гатунків, висівок, гранул, а також надання комплексних послуг з доробки та зберігання зерна. В умовах глобальних викликів продовольчої безпеки, діяльність підприємства має стратегічне значення, забезпечуючи стабільне постачання сировини для хлібопекарської галузі.

Виробничо-господарська діяльність Підприємства здійснюється за схемою повного технологічного циклу, що включає всі етапи: від вхідного контролю якості зерна до відвантаження фасованої продукції.

Технічне оснащення підприємства базується на використанні передового обладнання провідних світових виробників, що визначає високу енергоємність виробничого процесу, але водночас забезпечує високу якість продукції та вихід готового продукту.

Основні виробничі лінії:

1. Борошномельний комплекс Bühler (Швейцарія): Це основа виробничого процесу. Комплекс має виробничу потужність переробки 150 тонн зерна на добу. Обладнання цього виробника характеризується високим рівнем автоматизації, точністю налаштування вальцових станків та ефективною системою розсіву. Технологічний процес на цьому млині є безперервним і включає етапи підготовки зерна (очищення від домішок та зволоження) та власне розмелу. Енергоспоживання цього комплексу є найбільшим на підприємстві, оскільки включає роботу потужних

електродвигунів на вальцьових станках та розгалужену систему пневмотранспорту.

2. Млин HURMAK Compact 2002 (Туреччина): Дана лінія використовується як додаткова або дублююча потужність, а також для переробки менших партій зерна або виробництва нішевих видів продукції. Наявність двох незалежних ліній дозволяє підприємству гнучко керувати виробничим навантаженням, оптимізуючи графіки роботи залежно від попиту та вартості енергоресурсів у різні періоди доби.

3. Система очищення та сортування зерна (Sortex): Для забезпечення безпечності продукції (відповідно до вимог FSSC 22000) на підприємстві встановлено фотосепаратор (Optical Sorter) з надчутливою матрицею. Це високотехнологічне обладнання сканує потік зерна та за допомогою пневматичних ежекторів видаляє зерна, що відрізняються за кольором (наприклад, уражені фузаріозом або чорним зародком). Робота фотосепаратора критично залежить від стабільності електропостачання та якості стисненого повітря.

4. Елеваторне господарство: Підприємство має власні потужності для зберігання зерна, які складаються з чотирьох силосів ємністю по 6000 тонн кожен, а також з шести оперативних бункерів (хоперів) для подачі зерна на розмел та оперативних бункерів для зберігання борошна і висівок. Енергоспоживання елеватора пов'язане з роботою транспортного обладнання (норії, ланцюгові та стрічкові транспортери) та систем активної вентиляції, які використовуються для охолодження зерна та запобігання його самозігріванню.

5. Допоміжні системи:

Компресорна станція: Забезпечує стисненим повітрям системи автоматики, пневмотранспорту та фотосепаратор. Компресори є значними споживачами електроенергії зі змінним графіком навантаження.

Лінії фасування: Автоматичні лінії для фасування борошна у мішки (25, 50 кг) та дрібну споживчу тару (1, 2, 5, 10 кг).

Важливою характеристикою системи управління Підприємства є наявність сертифікованої системи менеджменту безпеки харчових продуктів відповідно до схеми FSSC 22000 (версія 6), що базується на стандартах ISO 22000:2018 та технічних специфікаціях ISO/TS 22002-1. Це свідчить про високу культуру виробництва та готовність персоналу до роботи з процедурами моніторингу, що є сприятливим підґрунтям для розгортання системи енергетичного менеджменту (ISO 50001).

2.2 Аналіз структури енергоспоживання підприємства та виявлення ключових споживачів енергії

На основі аналізу встановленої потужності та режимів роботи обладнання, структуру споживання електроенергії можна розділити на наступні групи:

1. Технологічний процес розмелу (60%): Сюди входять головні електродвигуни вальцових станків на млинах Bühler та Hurmark. Особливістю цього навантаження є його відносна стабільність: під час роботи млина двигуни працюють у сталому режимі, близькому до номінального. Однак пускові струми є значними, що вимагає уважного планування графіку запусків для уникнення пікових навантажень на мережу.

2. Пневмотранспорт та аспірація (19%): Борошномельне виробництво неможливе без переміщення продуктів розмелу повітрям. Потужні вентилятори високого та середнього тиску створюють необхідні повітряні потоки для транспортування борошна по трубопроводах, завантаження борошновозів, а також для аспірації обладнання. Системи аспірації працюють постійно, поки працює млин, і їхнє споживання мало залежить від завантаження млина продуктом, що робить їх критичною точкою для енергозбереження [32].

3. Компресорне обладнання (7%): Виробництво стисненого повітря теж є одним з енергоємних процесів. На підприємстві стиснене повітря використовується для керування пневматичними клапанами, засувками, а також для роботи фотосепаратору. Витоки повітря та неефективна робота

компресорів (наприклад, робота на холостому ході) можуть суттєво збільшувати цю частку.

4. Транспортне обладнання елеватора (7%): Норії та стрічкові конвеєри споживають енергію періодично, залежно від операцій приймання або переміщення зерна. Споживання тут має сезонний характер, зростаючи в період збору врожаю (липень-жовтень).

5. Вентиляція зерносховищ (5%): Вентилятори активної вентиляції силосів вмикаються переважно в нічний час або у прохолодну погоду для охолодження зерна. Хоча їх питома вага у річному балансі невелика, у певні періоди вони можуть створювати значне навантаження.

6. Освітлення та побутові потреби (2%): Освітлення виробничих цехів, складів та території, а також живлення офісної техніки та лабораторії.

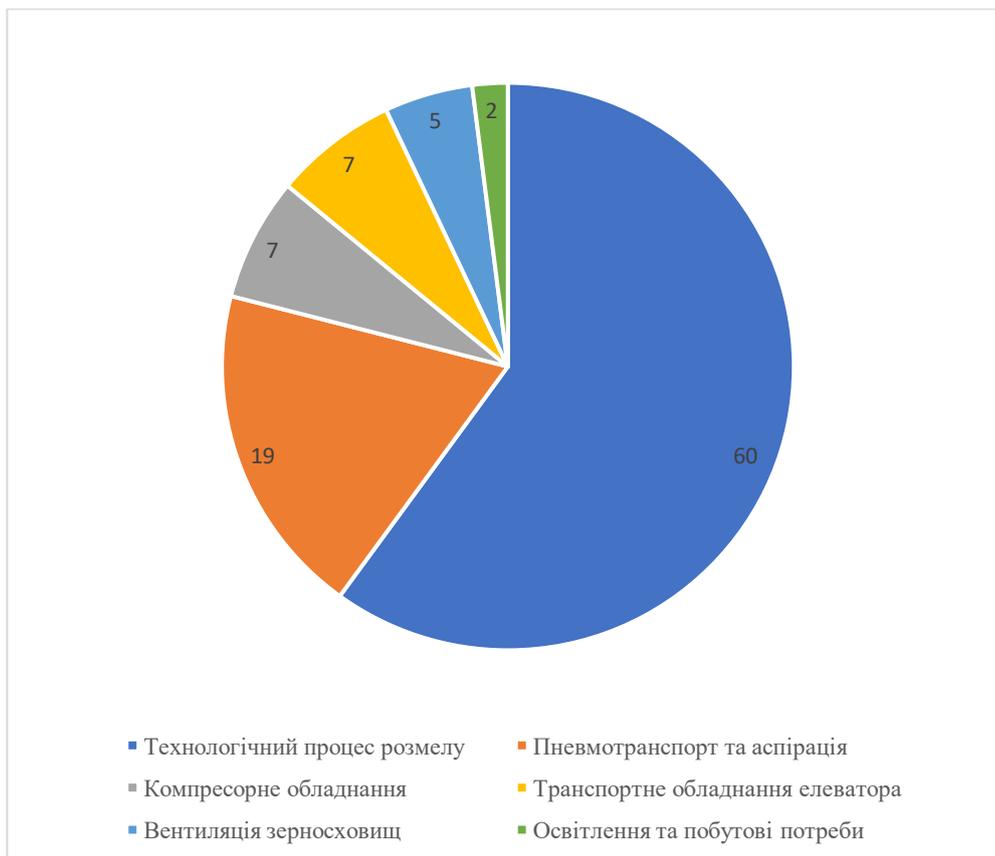


Рис. 2.1 Структура енергоспоживання підприємства

2.3 Діагностика існуючої системи енергетичної організації управління

Ефективність використання енергоресурсів на підприємстві залежить не лише від технічного стану обладнання, але й від якості управлінських рішень, що приймаються на різних рівнях. Для розуміння поточного стану менеджменту на досліджуваному Підприємстві проведено діагностику організаційної структури, інформаційних потоків та процедур прийняття рішень у сфері енергозабезпечення.

На даний момент управління енергоефективністю носить переважно централізований характер, а не системний управлінський. Функції енергоменеджменту розподілені між різними службами без виділення окремого відповідального підрозділу чи посадової особи (енергоменеджера), яка б координувала цей процес на стратегічному рівні [29].

В існуючій організаційній структурі Підприємства відповідальність за енергетичний напрям покладено на службу головного енергетика. До сфери його відповідальності входять:

1. Забезпечення безперебійного постачання енергоресурсів: взаємодія з постачальниками електроенергії та газу, контроль лімітів, підписання договорів.
2. Технічне обслуговування та ремонт: підтримка у робочому стані трансформаторних підстанцій, кабельних мереж, розподільчих щитів, а також обслуговування нововведених об'єктів генерації (СЕС та КГУ).
3. Експлуатація енергообладнання: контроль за роботою компресорної станції, котельні та парогенератора.

Проте, варто зазначити, що служба головного енергетика традиційно сфокусована на надійності (щоб обладнання не зупинилося), а не на ефективності (скільки кВт витрачено на тонну продукції). Безпосередні споживачі енергії – технологи борошномельного цеху, начальники змін елеватора та оператори фасувальних ліній – організаційно не підпорядковані енергетику. Це створює класичний управлінський розрив:

- Технологи керують режимами роботи обладнання (навантаженням, часом роботи), але не відповідають за рахунки за електроенергію.

- Енергетики відповідають за оплату рахунків та справність мереж, але не мають прямого впливу на технологічний процес (наприклад, не можуть заборонити запуск млина у пікові години, якщо цього вимагає план виробництва).

На підприємстві впроваджено систему комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), яка дозволяє отримувати погодинні дані споживання.

Для обліку електроенергії встановлені лічильники на ввіді фіксують активну та реактивну енергію. Дані експортуються у табличному вигляді для аналізу.

Для обліку природного газу на підприємстві встановлений лічильник газу з коректором об'єму, що дозволяє точно контролювати витрати палива на КГУ. Дані про споживання і помилки можна отримати віддалено. Для КГУ ведеться облік виробленої електроенергії та тепла.

Система моніторингу генерації електроенергії «Fusion Solar» для СЕС надає детальні дані (до 5 хвилин) про виробіток, напругу, струм та помилки інверторів.

Виявлені проблеми в системі моніторингу:

1. Відсутність субобліку: Немає даних про окремий облік споживання цехів або окремих технологічних ліній (наприклад, окремо млин Bühler та Hurmark). Це ускладнює розрахунок ключових показників ефективності, таких як кВт·год/т переробленого зерна для кожної лінії окремо.

2. Зведення енергетичного балансу відбувається вручну в електронних таблицях. Це підвищує ризик помилок та не дозволяє оперативно реагувати на відхилення (наприклад, перевищення лімітів потужності або падіння ККД когенерації).

3. У наявних звітах не простежується системний аналіз залежності енергоспоживання від факторів впливу (обсяг виробництва, температура зовнішнього повітря, вологість зерна).

4. Відсутня Енергетична політика: немає офіційно затвердженого документа, який би декларував зобов'язання вищого керівництва щодо зниження енерговитрат.

5. Технологічні карти: в регламентах роботи млина та елеватора прописані параметри якості зерна (вологість, клейковина, сміттєва домішка), але відсутні параметри енергоефективності (наприклад, «оптимальне струмове навантаження двигуна», «заборона роботи транспортерів на холостому ходу»).

Позитивним фактором є те, що підприємство працює за стандартами FSSC 22000. Це означає, що персонал вже навчений працювати з інструкціями, вести записи (чек-листи) та розуміє поняття «коригувальні дії». Однак, в існуючій документації питання енергетики відображені слабо.

Процес планування енергоспоживання на підприємстві здійснюється методом «від досягнутого». Планові показники на наступний рік формуються на основі фактичного споживання попереднього року з певним коригуванням на обсяги виробництва.

Прийняття рішень про закупівлю енергоефективного обладнання (наприклад частотних перетворювачів) часто носить ситуативний характер або відбувається у випадку аварійного виходу з ладу старого обладнання. Реалізація масштабних проєктів, таких як будівництво СЕС та КГУ, стала можливою завдяки реакції керівників на зовнішні загрози такі як обмеження споживання електроенергії, а не як результат системного процесу постійного покращення, прописаного в процедурах менеджменту.

2.4 Оцінка ефективності впроваджених енергозберігаючих заходів

Для зменшення енергетичної залежності та оптимізації витрат підприємство реалізувало комплексний інвестиційний проєкт, який включає два ключові етапи:

1. Будівництво сонячної електростанції (СЕС) потужністю 550 кВт (введено в експлуатацію в грудні 2023 року з модернізацією в вересні 2025 року).

2. Встановлення когенераційної установки (КГУ) Viessmann VITOBLOC 200 NG530 (введено в експлуатацію в серпні 2025 року).

Оцінка ефективності цих заходів проводиться шляхом порівняння показників «до» (2023 рік) та «після» (2024-2025 роки) впровадження. Оцінка базується на порівнянні даних споживання електроенергії з мережі, обсягів власної генерації та фінансових показників за період 2023-2025 років.

2.4.1 Аналіз динаміки споживання електроенергії з мережі до встановлення СЕС та КГУ (2023 рік)

Період 2023 року характеризувався повною залежністю від зовнішньої мережі. Аналіз даних показує значне коливання вартості електроенергії, що створювало фінансові ризики для підприємства.

Ключовими показниками за 2023 рік є:

- Загальне споживання: За рік підприємство спожило 1 920 482 кВт·год електроенергії.

- Фінансове навантаження: Загальні витрати на оплату електроенергії склали 12 195 609 грн (з ПДВ).

- Сезонність: Аналіз помісячного споживання чітко демонструє сезонний пік восени, пов'язаний з кампанією приймання врожаю. Так, якщо в травні споживання складало 90 162 кВт·год, то в листопаді воно зросло майже в 2,6 рази – до 235 211 кВт·год (табл. 2.1). Детальна динаміка споживання за 2023 рік наведена у Додатку К.

- Цінова динаміка: Протягом року спостерігалось суттєве зростання вартості енергоресурсів (Рис. 2.2). Середня ціна за 1 кВт·год (з ПДВ) зросла з 5,18 грн у травні до пікового значення 7,14 грн у серпні. Це зростання на 37% за півроку стало серйозним сигналом для менеджменту щодо необхідності пошуку альтернативних джерел енергії.

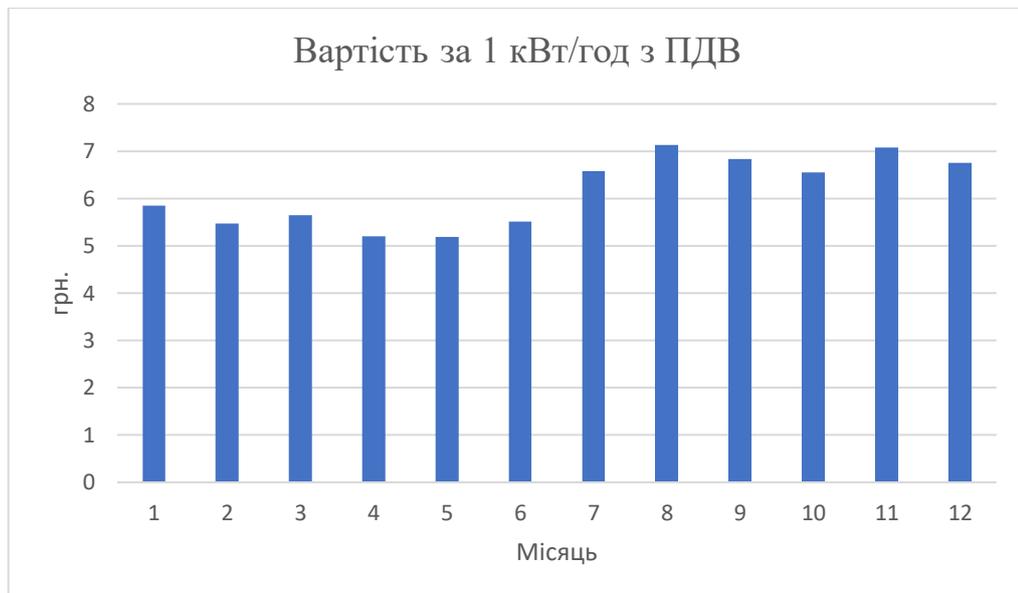


Рис. 2.2 Динаміка споживання та вартості електроенергії у 2023 році

Загальна тенденція 2023 року демонструє повну залежність від тарифної політики енергоринку. Відсутність власної генерації призводила до того, що будь-яке підвищення тарифів (наприклад, коливання ціни з 5,47 грн у лютому до вищих значень у наступні періоди) прямо впливало на собівартість продукції.

Аналіз графіку навантаження: Відсутність засобів компенсації пікового споживання у 2023 році створювала додаткове навантаження на фінансовий результат підприємства через оплату перетоків реактивної електроенергії (наприклад, у лютому 2023 року плата за реактивну енергію склала 9 663 грн) (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Показники споживання електроенергії з мережі у 2023 році

	Період споживання	Обсяг використаної електроенергії за місяць	Сума з ПДВ	Вартість за 1 кВт/год з ПДВ	Тариф на послуги з передачі електроенергії НЕК Укренерго грн без ПДВ
1	Січ.23	126608	741161	5,854	0,38028
2	Лют.23	131288	718342	5,471	0,38028
3	Бер.23	128617	726081	5,645	0,38028
4	Кві.23	113393	590387	5,207	0,43003

5	Тра.23	90162	467375	5,184	0,43003
6	Чер.23	119494	658064	5,507	0,43003
7	Лип.23	153825	1010881	6,572	0,48510
8	Сер.23	212129	1513830	7,136	0,48510
9	Вер.23	228690	1564305	6,840	0,48510
10	Жов.23	170226	1115163	6,551	0,48510
11	Лис.23	235211	1664865	7,078	0,48510
12	Гру.23	210839	1425154	6,759	0,4851

2.4.2 Аналіз показників споживання електроенергії після введення в експлуатацію СЕС та когенераційної установки.

Етап модернізації енергосистеми підприємства розпочався у кінці 2023 року з введенням в експлуатацію сонячної електростанції з поступовим збільшенням генераційної потужності з 350 кВт до 550 кВт, а у серпні 2025 року систему було доповнено когенераційною установкою (КГУ).

У 2024 році підприємство працювало в умовах функціонування власної сонячної електростанції потужністю 350 кВт. Хоча загальне споживання підприємства зросло до 2 598 598 кВт/год, наявність СЕС дозволила суттєво пом'якшити фінансовий удар від подальшого здорожчання тарифів.

За рік СЕС згенерувала та дозволила замістити споживання з мережі в обсязі, що приніс економію у розмірі 2 089 449 грн (повний розрахунок за 2024 рік наведено у Додатку II). (вартість заощаджених коштів з ПДВ) (табл. 2.2).

У зимовий період генерація мінімальна. Економія склала лише 8 514 грн при споживанні 195 тис. кВт·год.

У літній період СЕС вийшла на пікову потужність і почала частково заміщувати споживання з мережі. У червні 2024 року вартість 1 кВт·год з мережі сягнула рекордних 9,05 грн. Завдяки роботі СЕС було заощаджено 402 844 грн за один місяць. У липні та серпні економія склала відповідно 397 379 грн та 420 247 грн. Тарифи у цей період досягли 9,61–9,65 грн/кВт·год. Без власної генерації витрати підприємства були б критичними для собівартості.

Важливо відзначити, що графік генерації СЕС (денні години) співпадає з періодом активної роботи вентиляторів на елеваторі, які потребують охолодження зерна саме в теплу пору року. Зведені показники роботи енергосистеми за 2025 рік представлено у Додатку Л. Це дозволило досягти високого коефіцієнта власного споживання без значного скидання надлишків у мережу.

Таблиця 2.2.

Показники ефективності роботи СЕС у 2024 році

Місяць	Згенеровано, кВт·год	Заощаджено коштів, грн (з ПДВ)
Січень	1166,06	8514,56
Лютий	3864,07	24608,36
Березень	7960,3	48288,61
Квітень	12861,28	81289,98
Травень	40683,2	293943,28
Червень	44502,79	402844,42
Липень	41340,2	397379,37
Серпень	43542,62	420247,59
Вересень	19929,31	186277,43
Жовтень	16133,5	143772,14
Листопад	6835,23	60531,48
Грудень	2300,65	21752,77
Всього	241119,21	2089449,99

2025 рік став показовим для енергетичної системи підприємства завдяки введенню в експлуатацію когенераційної установки (КГУ) Viessmann VITOBLOC 200 у серпні місяці. Установка має електричну потужність 530 кВт та теплову потужність 675 кВт. Вона працює на природному газі, виробляючи одночасно два види енергії. Це дозволяє підприємству не залежати від погодних умов (на відміну від СЕС) та забезпечувати стабільне базове навантаження.

Проаналізуємо роботу підприємства у період серпень–листопад 2025 року, коли працювали обидва джерела генерації, порівняно з аналогічним періодом 2024 року (тільки СЕС).

1. Зниження залежності від мережі: У жовтні 2025 року КГУ виробила 75 635 кВт·год. Це дозволило утримувати закупівлю з мережі на рівні 214 тис. кВт·год, незважаючи на пік сезону. У листопаді 2025 року КГУ вийшла на планову потужність, виробивши 119 415 кВт·год. Це призвело до різкого падіння закупівлі з мережі до 148 806 кВт·год (для порівняння: у листопаді 2023 року купували 235 211 кВт·год, у 2024 – 246 591 кВт·год). Висновок: У листопаді 2025 року власна генерація (переважно КГУ) забезпечила покриття близько 45% загальної потреби підприємства в електроенергії.

2. Окрім електроенергії, КГУ генерує значні обсяги тепла. Згідно з обліковими даними у серпні утилізовано 50,1 Гкал тепла, у жовтні – 105,3 Гкал., у листопаді – 164,3 Гкал. Сумарно за 4 місяці роботи отримано 355,32 Гкал теплової енергії. У весняно-зимовий це тепло буде спрямоване на опалення адміністративних, виробничих приміщень та складських приміщень.

Середньозважена вартість електроенергії з мережі у 2025 році коливалася в межах 9,50-9,90 грн/кВт·год. Собівартість електроенергії, виробленої КГУ (з урахуванням вартості газу та сервісу), є значно нижчою. За попередніми розрахунками, період окупності проекту встановлення КГУ при поточних цінах на енергоресурси становить 2,5-3 роки.

У листопаді 2025 року КГУ виробила 119 415 кВт·год електроенергії, що майже зрівнялося з обсягом купівлі з мережі (148 806 кВт·год). Це забезпечує енергетичну безпеку підприємства та зменшує залежність від віялових відключень (Рис. 2.3).

При аналізі даних сонячної генерації за 2025 рік, було зафіксовано, що червень 2025 року – місяць з найвищою генерацією, що наочно відображено у Додатку Г. Це пояснюється високим рівнем сонячної світла та тривалістю світлового дня (Рис. 2.4).

У червні 2025 року СЕС стабільно генерувала близько 2000–2100 кВт·год щодня (детальні дані по днях наведено у Додатку Д). Найпродуктивнішим днем року визначено 15.06.2025 (відповідно до аналізу

графіків «Fusion Solar» – 2144 кВт·год). У ці дні СЕС покривала значну частину денного пікового навантаження підприємства (Рис 2.5).

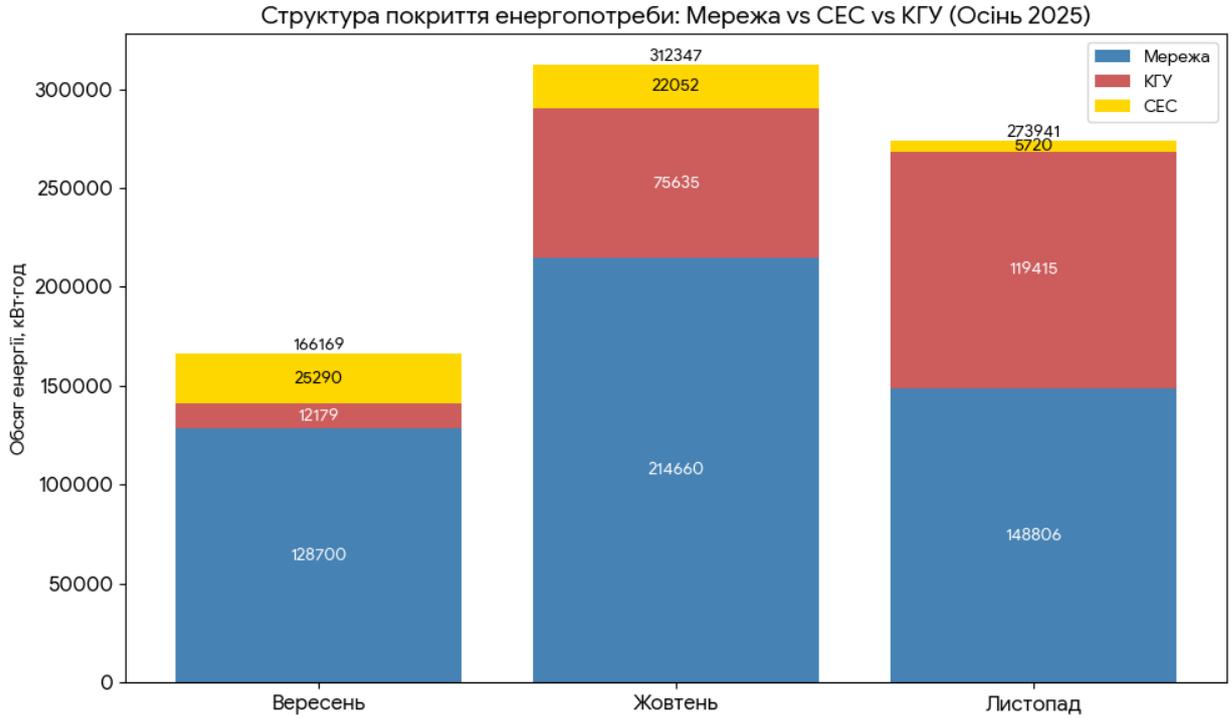


Рис. 2.3 Структура покриття енергопотреби: Мережа, СЕС, КГУ (осінь 2025)

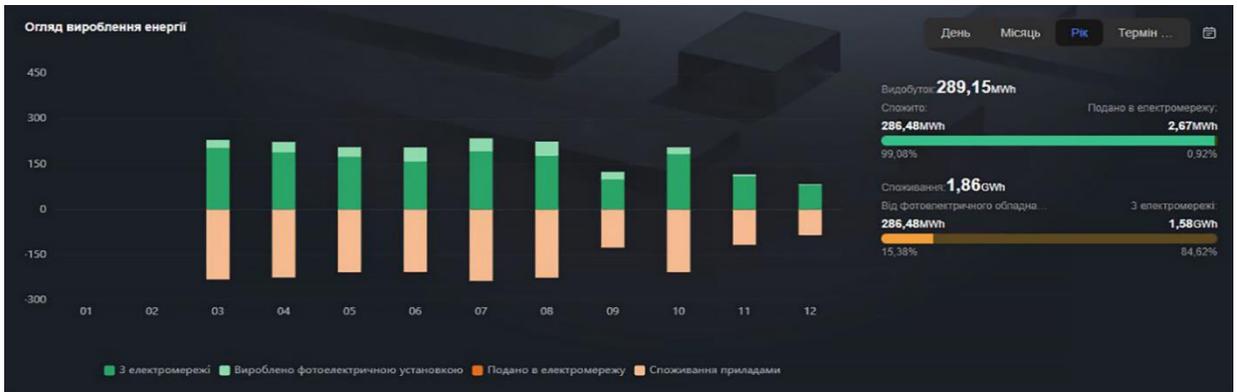


Рис. 2.4. Річний графік споживання за 2025 рік (дані «Fusion Solar»)



Рис. 2.5 Графік споживання за червень 2025 року (дані «Fusion Solar»)

Графік демонструє стабільну роботу СЕС протягом місяця з максимальною генерацією. Видно, що активна потужність досягала піків у денні години, мінімізуючи імпорт.

2.4.3 Порівняльний аналіз даних та розрахунок фактичної економії енергоресурсів і фінансових витрат

Для оцінки економічної ефективності проведено порівняння трьох періодів: базового (2023), перехідного (2024) та модернізованого (2025).

У 2024 році, незважаючи на збільшення загальної потреби в енергії (до ~240 тис. кВт·год у пікові місяці проти ~130 тис. кВт у 2023), закупівля з мережі зросла не пропорційно, завдяки власній генерації СЕС. У 2025 році одночасна робота СЕС та КГУ дозволила досягти максимальної автономності.

Розрахунок фінансової економії базується на вартості заміщеної електроенергії. Вартість 1 кВт·год з мережі постійно зростала (з ~5,85 грн у січні 2023 до ~9,68 грн у січні 2025). Це робить власну генерацію ще більш рентабельною.

1. Економія від СЕС:

- У квітні 2024 року СЕС згенерувала 12 861 кВт·год. При тарифі 6,32 грн/кВт це забезпечило економію 81 289,98 грн.
- У квітні 2025 року генерація склала 34 690 кВт·год. При тарифі 8,46 грн/кВт економія склала 293 744,23 грн.

2. Сумарний ефект: Завдяки впровадженню СЕС та КГУ підприємство не лише зменшило обсяг закупівлі дорогої електроенергії, але й зменшило ризик обмеження споживання електрики з мережі за перевищення лімітів потужності та реактивну енергію. Фактична економія за 2025 рік (прогнозовано до кінця року з урахуванням КГУ) перевищує показники 2024 року в 3-4 рази завдяки зростанню тарифів та обсягів власної генерації.

Для аналізу економічної доцільності впроваджених заходів проведено розрахунок показників ефективності роботи сонячної електростанції (СЕС) та

когенераційної установки (КГУ) на прикладі експлуатаційних даних за листопад 2025 року [36].

1. Вихідні дані для розрахунку

Розрахунок базується на фактичних показниках генерації та діючих тарифах на енергоносії (табл. 2.3).

Таблиця 2.3.

Основні фактичних показники генерації та діючі тарифи на енергоносії

Показник	Позначення	Значення	Одиниця виміру
Тариф на електроенергію (з ПДВ)	P_{el}	9,67	грн/кВт·год
Ціна природного газу (з ПДВ)	P_{gas}	24800	грн/1000 м ³
Генерація СЕС (PV)	W_{PV}	5720	кВт·год
Генерація КГУ (електроенергія)	W_{CHP}	119415	кВт·год
Споживання газу КГУ	V_{gas}	37172	м ³
Корисний відпуск тепла	Q_{heat}	110	Гкал
ККД заміщеного газового котла	η	92	%

2. Розрахунок економії від роботи СЕС.

Оскільки генерація електроенергії сонячною станцією не потребує паливної складової, пряма економія розраховується як добуток обсягу виробітку на тариф мережі:

$$S_{PV} = W_{PV} \cdot P_{el} \quad (2.1)$$

де: S_{PV} – пряма економія СЕС, грн.

W_{PV} – генерація СЕС, кВт·год

P_{el} – тариф на електроенергію, грн/кВт·год

$$S_{PV} = 5720 \cdot 9,67 = 55312 \text{ грн}$$

3. Розрахунок економічної ефективності КГУ

Економічний ефект від роботи когенераційної установки визначається як різниця між вартістю заміщених енергоресурсів та операційними витратами.

3.1. Операційні витрати.

Вартість спожитого газу обраховується, як добуток споживання газу КГУ і ціни на природній газ за м³

$$C_{\text{fuel}} = V_{\text{gas}} \cdot (P_{\text{gas}}/1000) \quad (2.2)$$

де: C_{fuel} – вартість спожитого газу, грн.

V_{gas} – споживання газу КГУ, м³

P_{gas} – ціна природного газу (з ПДВ), грн/1000 м³

$$C_{\text{fuel}} = 37172 \cdot 24,8 = 921\ 865 \text{ грн}$$

Витрати на технічне обслуговування, яке розраховується за нормативом заданим виробником обладнання, 0,6 грн/кВт·год.

$$C_{\text{maint}} = W_{\text{CHP}} \cdot 0,6 \quad (2.3)$$

де C_{maint} – витрат на технічне обслуговування, грн.

W_{CHP} – генерація КГУ (електроенергія), кВт·год

$$C_{\text{maint}} = 119\ 415 \cdot 0,6 = 71\ 649 \text{ грн}$$

Операційні витрати обраховуються, як сума вартості спожитого газу і витрати на технічне обслуговування

$$C_{\text{op}} = C_{\text{fuel}} + C_{\text{maint}} \quad (2.4)$$

де C_{op} – операційні витрати, грн.

C_{fuel} – вартості спожитого газу, грн.

C_{maint} – витрат на технічне обслуговування, грн.

$$C_{\text{op}} = 921\ 865 + 71\ 649 = 993\ 514 \text{ грн}$$

3.2. Дохідна частина (вартість заміщених ресурсів). Вартість заміщеної електроенергії становить:

$$S_{\text{el}} = W_{\text{CHP}} \cdot P_{\text{el}} \quad (2.5)$$

де S_{el} – вартість заміщеної електроенергії, грн.

W_{CHP} – генерація КГУ (електроенергія), кВт·год

P_{el} – тариф на електроенергію (з ПДВ), грн/кВт·год

$$S_{\text{el}} = 119\ 415 \cdot 9,67 = 1\ 154\ 743 \text{ грн}$$

Для розрахунку вартості теплової енергії визначено еквівалентний обсяг газ, необхідний для отримання 110 Гкал у газовому котлі, враховуючи теплотворну здатність газу $L_{\text{HV}} \approx 8000$ ккал/м³:

$$V_{eq} = \frac{Q_{heat} \cdot 10^6}{L_{HV} \cdot \eta} \quad (2.6)$$

де V_{eq} – еквівалентний обсяг газу, м³

Q_{heat} – корисний відпуск тепла, Гкал

L_{HV} – теплотворна здатність газу, ккал/м³:

η – ККД заміщеного газового котла, %

$$V_{eq} = \frac{110 \cdot 10^6}{800 \cdot 0,92} = 14\,960 \text{ м}^3$$

Вартість заміщеного тепла рахується, як добуток еквіваленту обсягу газу на ціну газу за 1 м³

$$S_{heat} = V_{eq} \cdot \frac{P_{gas}}{1000} \quad (2.7)$$

де S_{heat} – вартість заміщеного тепла, грн.

V_{eq} – еквівалентний обсяг газу, м³

P_{gas} – ціна природного газу (з ПДВ), грн/1000 м³

$$S_{heat} = 14\,960 \cdot \frac{24800}{1000} = 14\,960 \cdot 24,8 = 371\,008 \text{ грн.}$$

Загальна вартість заміщених ресурсів:

$$S_{gross} = S_{el} + S_{heat} \quad (2.8)$$

де S_{gross} – загальна вартість заміщених ресурсів, грн.

S_{el} – вартість заміщеної електроенергії, грн.

S_{heat} – вартість заміщеного тепла, грн.

$$S_{gross} = 1\,154\,743 + 371\,008 = 1\,525\,751 \text{ грн}$$

3.3. Чистий фінансовий результат КГУ (S_{CHP}) Чистий прибуток розраховується як різниця між загальною економією та витратами:

$$S_{CHP} = S_{gross} - C_{op} \quad (2.9)$$

де S_{CHP} – чистий фінансовий результат КГУ, грн.

S_{gross} – загальна вартість заміщених ресурсів, грн.

C_{op} – операційні витрати, грн.

$$S_{CHP} = 1\,525\,751 - 993\,514 = 532\,237 \text{ грн.}$$

Сумарна місячна економія підприємства за листопад 2025 року склала:

$$S_{total} = S_{pv} + S_{CHP} \quad (2.10)$$

де S_{total} – сумарна місячна економія підприємства, грн.

S_{PV} – пряма економія СЕС, грн.

S_{CHP} – чистий фінансовий результат КГУ, грн.

$$S_{total} = 55\,312 + 553\,237 = 587\,549 \text{ грн.}$$

Завдяки впровадженим заходам підприємство у листопаді 2025 року заощадило понад 587 тис. грн. При збереженні таких темпів річна економія може скласти 6 млн грн, що забезпечує окупність проекту (орієнтовна вартість якого 15-20 млн грн) протягом 3-3,5 років.

2.4.4 Оцінка ефективності роботи встановленого обладнання для зменшення енергоспоживання

Оцінку ефективності обладнання проведено на основі фактичних даних з системи моніторингу «Fusion Solar» та звітів про роботу когенераційної установки за 2025 рік. Аналіз графічних даних дозволяє наочно побачити реальний вплив енергоощадних заходів на роботу підприємства.

1. Ефективність сонячної електростанції (СЕС)

Аналізуючи річну гістограму виробітку енергії, яку наведено у додатку Г, чітко простежується сезонна залежність генерації. Найбільш продуктивним періодом є літні місяці – червень та серпень, коли станція генерувала понад 46 МВт·год щомісяця. Натомість у зимовий період (грудень) виробіток знижується до мінімальних значень (близько 3 МВт·год), що є природним для сонячної енергетики в нашому кліматичному поясі.



Рис. 2.6 Добовий профіль потужності за 15.06.2025 р.

Графік показує криву генерації гаусового типу, характерну для безхмарного дня. Детальний аналіз добового графіка за 15 червня 2025 року (найпродуктивніший день місяця) демонструє важливу особливість роботи системи.

Графік показує, що крива генерації сонячної енергії (зелена зона) покриває необхідність у електроенергії підприємства, а погодинний розподіл генерації та споживання представлено у Додатку Ж. Навіть у пікові години сонячної активності (близько 13:00), коли станція видавала максимальну потужність, потреби заводу в електроенергії були вищими, тобто лише незначна частина додатково залучається з мережі для компенсування недостачі енергії (Рис. 2.6)

Підприємство не віддає енергію в зовнішню мережу, а споживає 100% виробленої «зеленої» енергії, тобто немає надлишків, а сонячні панелі працюють на повну закладену потужність. Це є найбільш економічно вигідним сценарієм, оскільки кожна вироблена кіловат-година заміщує покупну електроенергію за повним комерційним тарифом.

Загалом за період з березня по грудень 2025 року СЕС виробила майже 290 МВт·год електроенергії. Питома ефективність станції в літні місяці досягала високих показників (близько 134 кВт·год на кожен встановлений кіловат потужності панелей), що підтверджує правильність вибору кута нахилу та орієнтації панелей при монтажі.

2. Ефективність когенераційної установки (КГУ) Viessmann VITOBLOC 200. З серпня 2025 року до системи енергопостачання долучилася когенераційна установка. Її ефективність оцінювалася за результатами роботи в листопаді, коли установка вийшла на стабільний режим.

Замість складних теплотехнічних розрахунків, ефективність установки можна описати через співвідношення витраченого палива до отриманої користі.

Спалюючи природний газ, установка перетворює його енергію в електрику. Аналіз даних показує, що з одного кубічного метра газу ми

отримуємо приблизно 3,2 кВт·год електроенергії. Враховуючи калорійність газу, це відповідає електричному ККД на рівні близько 34-35%, що відповідає паспортним характеристикам обладнання. Головною перевагою когенерації є відбір тепла, яке зазвичай втрачається у звичайних генераторах. Система відбору тепла від двигуна та вихлопних газів дозволила отримати додаткову теплову енергію, яка повністю забезпечила потреби опалення підприємства в листопаді. Тепловий ККД склав близько 55%.

Сумарна ефективність використання палива когенераційною установкою (електрика+тепло) досягає 90%. Це означає, що паливо використовується максимально раціонально. Поєднання СЕС та КГУ створило збалансовану систему: сонячна станція ефективно працює влітку, покриваючи денні піки споживання, а когенераційна установка забезпечує базове навантаження та опалення в холодну пору року, коли сонячна генерація падає. Такий підхід гарантує стабільність енергопостачання та значну економію коштів протягом усього року.

Станція демонструє високу продуктивність у літні місяці (понад 46 МВт·год/міс) із загальним виробітком майже 290 МВт·год. Підприємство споживає 100% «зеленої» енергії, заміщуючи нею дорогу мережеву електрику, що є економічно найвигіднішим сценарієм. Установка забезпечує базове навантаження в холодний період із сумарним ККД 90%. Електричний ККД становить 34-35% (3,2 кВт·год з 1 м³ газу), а система утилізації тепла (тепловий ККД ~55%) повністю покриває потреби в опаленні. Технології вдало доповнюють одна одну: СЕС покриває піки споживання влітку, а КГУ компенсує падіння сонячної генерації та забезпечує теплом взимку, гарантуючи стабільність енергопостачання протягом усього року.

Висновки до розділу 2

У другому розділі роботи проведено комплексний аналіз системи управління енергоефективністю та оцінку результативності впроваджених технічних рішень на базі вітчизняного зернопереробного підприємства. За результатами аналізу можна зробити наступні висновки:

1. Об'єктом дослідження є енергоємне виробництво повного циклу (млин, елеватор, фасування), основу якого складає обладнання Bühler та HURMAK. Встановлено, що лівова частка споживання електроенергії припадає на технологічний процес розмелу (60%) та системи пневмотранспорту і аспірації (19%). Виявлено сезонність навантаження з піками в осінній період (приймання врожаю), коли споживання зростає більш ніж у 2,5 рази порівняно з весняними місяцями.

2. Діагностика виявила відсутність системного підходу до енергоменеджменту: функції управління енергією розпорошені між службою головного енергетика та технологами, відсутній окремий відповідальний (енергоменеджер) та затверджена енергетична політика. Облік енергоресурсів ведеться переважно для комерційних розрахунків, відсутній технічний субоблік по окремих цехах, а зведення балансу здійснюється вручну, що унеможливорює оперативне реагування на перевитрати.

3. Підприємство успішно реалізувало стратегію децентралізації енергопостачання. Введена в експлуатацію сонячна електростанція (СЕС) потужністю 550 кВт дозволила у літній період 2024 року заощаджувати понад 400 тис. грн щомісяця, повністю споживаючи згенеровану енергію для власних потреб. Запуск когенераційної установки (КГУ) Viessmann VITOBLOC 200 дозволив забезпечити базове навантаження підприємства незалежно від погодних умов. Поєднання СЕС та КГУ забезпечило високу автономність: у листопаді 2025 року власна генерація КГУ (119 415 кВт·год) майже зрівнялася з обсягом купівлі з мережі (148 806 кВт·год).

4. Коефіцієнт використання палива на КГУ досягає 90% завдяки утилізації тепла, яке повністю покриває потреби в опаленні. Сумарна економія коштів підприємства лише за листопад 2025 року склала 587 549 грн. Розрахунковий термін окупності проекту встановлення КГУ складає 2,5-3 роки, що підтверджує високу економічну ефективність обраного вектору модернізації.

РОЗДІЛ 3

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ З УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ

3.1 Розробка пропозицій щодо покращення моніторингу та аналізу енергоспоживання (впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ))

В умовах поточної енергетичної кризи в Україні, що характеризується стрімким зростанням тарифів на енергоносії та нестабільністю постачання, для енергоємних підприємств харчової промисловості, зокрема борошномельних комплексів, питання точного обліку енергоресурсів трансформується з технічної задачі у стратегічний інструмент виживання бізнесу.

Як свідчать аналітичні дані, наведені у другому розділі, частка енергетичних витрат у собівартості продукції борошномельного виробництва залишається критично високою, а відсутність деталізованого по годинного моніторингу унеможливує виявлення нераціонального використання ресурсів у режимі реального часу.

Існуюча на підприємстві система обліку, що базується на розрізних технічних лічильниках та ручному зборі даних, не відповідає вимогам часу. Вона фіксує факт споживання «постфактум», не дозволяючи оперативно реагувати на пікові навантаження, перекози фаз чи роботу обладнання на холостому ході.

Крім того, наявність власної генерації (СЕС потужністю 500 кВт та когенераційної установки VITOBLOC 200) вимагає переходу до складніших алгоритмів балансування потоків енергії, що неможливо без цифровізації. Стратегічним рішенням є впровадження повнофункціональної автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) з елементами технічного субобліку [2].

Пропонована до впровадження система АСКОЕ має будуватися за класичною тривірневою ієрархічною архітектурою, що регламентується

Кодексом комерційного обліку електричної енергії та міжнародними стандартами серії IEC 62056. Враховуючи специфіку підприємства як активного споживача з власною генерацією, система повинна забезпечувати двонаправлений облік та інтеграцію з системами керування генерацією.

Перший рівень: Первинні вимірювальні прилади

Фундаментом системи є інтелектуальні прилади обліку, які встановлюються безпосередньо у точках перетікання енергії. Для забезпечення необхідної точності та функціональності пропонується наступна конфігурація вимірювальних вузлів:

1. Вузли комерційного обліку (Межа балансової належності):

На вводі підприємства та на виході генераційних установок (СЕС, КГУ) необхідно встановити багатофункціональні лічильники високого класу точності (0.5S або вище).

Функціональні вимоги до лічильників: вимірювання активної та реактивної енергії у двох напрямках, що є критичним для коректного взаєморозрахунку за схемою «Net Billing» або «Зеленого тарифу».

Профіль навантаження: Фіксація усереднених показників потужності з інтервалом 15 або 30 хвилин для аналізу добових графіків та контролю лімітів. Контроль якості: Моніторинг миттєвих значень напруги, струму, а також фіксація подій.

2. Вузли технічного обліку (Субоблік цехів та ліній):

Для деталізації витрат пропонується розмежувати споживачів за технологічними групами. Це дозволить розраховувати ключові показники енергоефективності для кожного процесу окремо. Основне виробництво (Млин Bühler та Млин HURMAK):

Встановлення трифазних лічильників трансформаторного включення на ввідних розподільчих пристроях кожного млина. Це дозволить порівнювати питому енергоємність (кВт·год/т) сучасної та застарілої технологій розмелу.

Допоміжні системи: Окремий облік для компресорної станції, систем аспірації, елеваторного комплексу та адміністративних будівель. Для

комутації даних з цих вузлів доцільно використовувати лічильники з інтерфейсом RS-485, які мають компактний форм-фактор для монтажу на DIN-рейку та нижчу вартість порівняно з комерційними моделями.

Другий рівень: Комунікаційне обладнання та канали зв'язку

Цей рівень забезпечує збір даних з лічильників, їх консолідацію та передачу на сервер. Враховуючи протяжність кабельних трас на елеваторі та екрануючий ефект металевих конструкцій, рекомендується комбінована схема зв'язку:

- Локальна шина (RS-485): Використовується для груп лічильників, розташованих в одній щитовій або в межах одного цеху (наприклад, у щитовій млина Bühler). Це забезпечує високу швидкість опитування.
- Бездротова передача (GSM/GPRS/LTE): Для передачі даних від віддалених об'єктів (наприклад, окремо розташованих складів або насосних станцій) до центрального сервера. Використання промислових контролерів, дозволяє організувати прозорий канал зв'язку з підтримкою збереження даних у разі тимчасової відсутності мережі.

Третій рівень: Програмний комплекс (АСОЕ/EMIS)

Верхній рівень системи – це програмне забезпечення, яке перетворює масив цифрових даних на зрозумілу аналітику для прийняття управлінських рішень. Для вітчизняного підприємства доцільно використовувати ПЗ, адаптоване до українських реалій ринку електроенергії [9].

Рекомендовані функції програмного комплексу:

1. Балансування: Автоматичне зведення балансу енергії ($Вхід = Споживання + Втрати$) для виявлення необлікованих витрат або крадіжок.
2. Контроль лімітів: Система попередження (через засоби зв'язку) про наближення до ліміту договірної потужності, що дозволяє уникнути штрафних санкцій.

3. Аналіз генерації: Накладання графіків генерації СЕС та КГУ на графік споживання для оцінки відсотка заміщення та ефективності використання власної енергії.

4. Розрахунок собівартості: Автоматичний розподіл витрат на електроенергію між видами продукції (борошно в/г, 1 г, висівки) на основі даних технічного обліку.

Реалізація проекту АСКОЕ – це комплексний інжиніринговий процес, який згідно з практикою складається з наступних етапів:

1. Отримання технічних рекомендацій: Звернення до Оператора системи розподілу (ОСР) для визначення вимог до комерційних вузлів обліку.

2. Проектування: Розробка технічного завдання та робочого проекту, де визначаються типи лічильників, схеми підключення, місця встановлення модемів та прокладання ліній зв'язку.

3. Монтажні та пусконаладжувальні роботи: Заміна трансформаторів струму (за необхідності), встановлення лічильників, налаштування каналів зв'язку, інсталяція ПЗ.

4. Метрологічна атестація та введення в експлуатацію: Перевірка системи на відповідність вимогам Кодексу комерційного обліку, опломбування вузлів представниками ОСР [35].

Варто окремо наголосити, що впровадження АСКОЕ не обмежується лише функцією фіксації показників для фінансових розрахунків. В умовах сучасного ринку електроенергії, дана система стає фундаментом для переходу підприємства до активної моделі поведінки споживача. Наявність деталізованих даних про профіль навантаження з дискретністю в 15 хвилин відкриває можливості для участі підприємства в балансуєчому ринку, що в перспективі дозволить не лише економити на штрафах за небаланси, але й отримувати прибуток від продажу послуг з балансування системи, використовуючи можливості власної генерації (КГУ) для оперативного реагування на команди диспетчера енергосистеми.

Крім того, програмний комплекс верхнього рівня повинен забезпечувати глибоку аналітику якості електроенергії. Для високотехнологічного обладнання, яким є млини, критично важливими є параметри напруги, симетрія фаз та відсутність гармонічних спотворень. Впровадження постійного моніторингу цих параметрів через систему АСКОЕ дозволить попередити передчасний вихід з ладу дорогих електронних плат управління та частотних перетворювачів.

Аналіз архівних даних допоможе виявити приховані закономірності, наприклад, кореляцію між провалами напруги та певними технологічними режимами або зовнішніми факторами, що дасть змогу головному енергетику висувати обґрунтовані претензії до оператора системи розподілу щодо якості послуг.

Важливим аспектом цифровізації обліку є також підвищення прозорості внутрішніх процесів. Автоматична передача даних виключає можливість ручного коригування показників персоналом з метою приховування неефективної роботи або аварійних ситуацій.

Створення єдиного інформаційного простору, де дані про споживання енергії накладаються на дані про обсяги випуску продукції з виробничої системи, дозволяє в режимі реального часу відслідковувати питому енергоємність кожної партії борошна. Це трансформує енергетичні дані з «сухої статистики» в дієвий інструмент для технологів, які зможуть бачити вартість енергії в собівартості продукту безпосередньо під час виробництва, а не після закриття звітнього періоду бухгалтерією.

Техніко-економічний розрахунок впровадження АСКОЕ.

На основі актуальних ринкових цін на обладнання та послуги станом на 2025 рік 13, сформовано орієнтовний кошторис проекту для досліджуваного підприємства (Таблиця 3.1).

Загальна вартість інвестицій у створення системи становить близько 276 тис. грн. Економічний ефект від впровадження АСКОЕ має опосередкований характер і досягається за рахунок усунення «людського фактору» та помилок

при знятті показників, зниження заявленої договірної потужності за рахунок точного аналізу профілю навантаження (економія на платі за приєднання або розподіл), виявлення та ліквідації нераціонального споживання (робота на холостому ходу, витоки) на рівні 3-5% від загального обсягу.

Таблиця 3.1.

Кошторис витрат на впровадження системи АСКОЕ

№	Найменування статті витрат	Кількість	Ціна за од., грн	Загальна вартість, грн	Примітка
1	Лічильник багатофункціональний GAMA 300 G3B (кл. 0.5S) з модемом	3 шт.	13 250	39 750	Ввід, СЕС, КГУ (комерційний облік)
2	Лічильник технічного обліку NIK 2303 / SDM630 (з RS-485)	12 шт.	4 800	57 600	Цеховий облік, потужні приводи
3	Трансформатори струму 0.5S (комплект 3 шт.)	5 к-тів	4 200	21 000	Для комерційних та великих тех. вузлів
4	Промисловий контролер/шлюз (GSM/Eth) MCL 5.10	2 шт.	9 200	18 400	Збір даних з груп лічильників
5	Шафа обліку та телекомунікації (IP54)	2 шт.	15 800	31 600	З блоками живлення, захистом
6	Монтажні матеріали (кабель вита пара, автоматика, коробки)	1 к-т	18 000	18 000	Орієнтовно
7	Програмне забезпечення (Ліцензія + налаштування)	1 посл.	35 000	35 000	«ЕнергоЦентр» або «Fusion Solar»
8	Проектні роботи, погодження з ОСР, пусконаладження	1 посл.	55 000	55 000	Комплекс інжинірингових послуг

При річному споживанні близько 2-2,5 млн кВт·год та середній ціні електроенергії 9,67 грн/кВт·год, економія 3% складе близько 700 тис. грн на рік, що забезпечує окупність системи менш ніж за 6 місяців.

3.2 Удосконалення організаційної структури управління енергоефективністю

Навіть найсучасніша система моніторингу буде неефективною без належної організаційної структури, здатної аналізувати дані та приймати управлінські рішення. Як показала діагностика у попередньому розділі, на підприємстві відсутня виділена функція енергоменеджменту: питання енергоефективності розмиті між службою головного енергетика (який фокусується на ремонтах) та технологами (фокус на обсягах виробництва).

Для реалізації системного підходу, передбаченого стандартом ISO 50001, необхідно трансформувати організаційну структуру.

Пропонується відійти від традиційної моделі одноосібної відповідальності головного енергетика і створити крос-функціональну Групу енергетичного менеджменту. Ця група повинна мати пряме підпорядкування технічному директору або головному інженеру, що забезпечить їй необхідний статус для впровадження змін [19].

Склад та ролі в Енергетичній групі:

1. Технічний директор. Затверджує бюджети, енергетичну політику, вирішує конфлікти ресурсів.
2. Енергоменеджер (Керівник групи): Наділений повноваженнями фахівець. Відповідає за функціонування СЕнМ, аналіз даних АСКОВЕ, підготовку звітів.
3. Технолог виробництва: Забезпечує інтеграцію енергоефективних режимів у технологічні карти, контролює дотримання рецептур при оптимізованих режимах роботи.
4. Головний механік: Відповідає за технічний стан механічних передач, мастильні системи, стан підшипників (що прямо впливає на енергоспоживання приводів).
5. Економіст: Проводить фінансову оцінку проектів, розраховує терміни окупності.

Ключовою фігурою в новій структурі є Енергоменеджер. На відміну від енергетика-експлуатаційника, це менеджер-аналітик. На основі аналізу професійних стандартів та практик, до його посадової інструкції слід включити такі обов'язки:

- Щоденний моніторинг: Аналіз даних з системи АСКОЕ, контроль дотримання лімітів, виявлення аномальних піків споживання.
- Нормування: Розробка та динамічний перегляд питомих норм споживання для кожного виду продукції з урахуванням факторів впливу (вологість зерна, температура повітря).
- Планування: Формування енергетичного бюджету, планування закупівель енергоресурсів (газ/електроенергія) з урахуванням прогнозів виробництва та генерації власної СЕС/КГУ.
- Аудит та контроль: Проведення регулярних внутрішніх енергоаудитів (перевірка витоків повітря, роботи освітлення, холостого ходу обладнання).
- Звітність: Підготовка щомісячних звітів для керівництва з аналізом «План/Факт» та розрахунком монетарної економії [21].

Необхідно зазначити, що формальна зміна організаційної структури не дасть бажаного результату без створення відповідної мотиваційної складової. Ефективність роботи Групи енергетичного менеджменту напряму залежить від залученості персоналу в процесі енергозбереження. Тому доцільно розробити та впровадити систему ключових показників ефективності, прив'язаних до енергетичної результативності. Для енергоменеджера таким показником може бути виконання загального плану скорочення витрат, для технологів — дотримання питомих норм споживання на тонну продукції, а для технічного персоналу — відсутність аварійних простоїв та своєчасність обслуговування енергоефективного обладнання.

Система мотивації повинна включати не лише матеріальні стимули, але й елементи нематеріального заохочення, спрямовані на формування культури енергозбереження. Це передбачає зміну психології працівників: від байдужого

ставлення до ресурсів підприємства до усвідомлення особистої відповідальності за кожну втрачену кіловат-годину. Важливим інструментом тут є система подачі раціоналізаторських пропозицій, коли будь-який працівник — від оператора лінії до прибиральника — може подати ідею щодо зменшення енергоспоживання та отримати винагороду у відсотку від підтвердженої економії.

Окрему увагу слід приділити подоланню опору змінам, який є природною реакцією колективу на будь-які нововведення. Технологічний персонал часто сприймає вимоги щодо енергоефективності як додаткове навантаження або перешкоду для виконання виробничого плану. Тому завданням енергоменеджера є ведення постійної роз'яснювальної роботи, демонстрація того, що енергоефективні режими роботи (наприклад, плавний пуск або автоматичне регулювання) не лише економлять кошти, але й спрощують роботу операторів, зменшують аварійність та покращують умови праці (зниження шуму, вібрації, температури в цеху).

Важливим аспектом для харчового підприємства є інтеграція енергоменеджменту з системою безпеки харчових продуктів (FSSC 22000), що вже діє на підприємстві. Завдяки спільній структурі високого рівня (HLS) стандартів ISO, це можна зробити безболісно:

- Спільна політика: Інтегрувати зобов'язання щодо енергоефективності в Політику в області якості та безпеки.
- Управління ризиками: Розглядати відмову енергопостачання не лише як зупинку виробництва, але і як ризик для безпеки продукції (наприклад, зупинка аспірації може призвести до накопичення пилу та розвитку плісняви).
- Навчання персоналу: Включити модуль з енергозбереження в обов'язкові інструктажі з гігієни та охорони праці.

Такий підхід дозволить уникнути «бюрократичного навантаження» та зробить енергоефективність природною частиною виробничої культури [22].

3.3 Розробка програми подальших заходів з підвищення енергоефективності

Базуючись на аналізі енергетичного балансу підприємства (Розділ 2), де основними споживачами визначено приводи розмелювального відділення (60%) та системи пневмотранспорту і аспірації (19%), розроблено програму технічних заходів. Пріоритет надається рішенням з коротким терміном окупності (до 2 років) та високим впливом на стабільність виробництва.

Системи пневмотранспорту борошна та висівок, а також аспіраційні мережі, зазвичай проектуються з запасом продуктивності 15-20% на випадок «важких» умов (вологе зерно, забруднені фільтри). На практиці це призводить до того, що вентилятори більшу частину часу працюють з надлишковою продуктивністю, яка «гаситься». Це вкрай неефективно, оскільки двигун продовжує споживати значну потужність на подолання штучного опору.

Рішення: Впровадження частотно-регульованих приводів (ЧРП) на двигуни основних вентиляторів високого тиску. Зменшення обертів двигуна лише на 10% (до 90% від номіналу) знижує споживання електроенергії на 27%. Навіть незначне зниження частоти (наприклад, до 45 Гц замість 50 Гц) дає економію близько 25-30% енергії, споживаної вентилятором.

Технічні аспекти впровадження:

Для двигунів потужністю 75-150 кВт, які використовуються на млинах, рекомендується встановлення перетворювачів частоти з векторним керуванням. Ці моделі мають вбудовані регулятори, що дозволяє автоматично підтримувати необхідне розрідження в системі, отримуючи сигнал від датчика тиску. Це не лише економить енергію, але й покращує технологічний процес, забезпечуючи стабільну швидкість повітря в продуктопроводах, що важливо для якості борошна.

Теоретичним підґрунтям високої ефективності впровадження частотного регулювання на системах вентиляції та пневмотранспорту є закони аеродинаміки, зокрема так званий «кубічний закон» залежності потужності від продуктивності. Згідно з ним, споживана потужність електродвигуна

вентилятора пропорційна кубу швидкості обертання валу. Це означає, що навіть незначне зменшення обертів двигуна призводить до суттєвого падіння споживання електроенергії. Наприклад, зниження продуктивності на 20% дозволяє зменшити споживання енергії майже вдвічі (на 50%). В умовах борошномельного виробництва, де навантаження на пневмотранспорт постійно змінюється залежно від сорту зерна та технологічної карти, використання механічних заслінок для регулювання потоку є енергетично марнотратним, оскільки двигун продовжує працювати на повну потужність, долаючи штучний опір. Частотний перетворювач, натомість, змінює саму характеристику мережі, адаптуючи генерацію потоку повітря до реальних потреб. Крім прямої економії електроенергії, застосування ЧРП має значний опосередкований економічний ефект за рахунок збільшення міжремонтного інтервалу обладнання. Плавний розгін та гальмування двигунів виключають ударні навантаження на механічні передачі, підшипники та крильчатки вентиляторів, а також запобігають виникненню небезпечних пускових струмів, що можуть сягати 5-7 номіналів, перегріваючи обмотки статора та знижуючи термін служби ізоляції.

Стиснене повітря є найдорожчим енергоносієм на підприємстві (ККД генерації ~10-15%). Витоки стисненого повітря є найбільш підступним видом енергетичних втрат, оскільки вони невидимі і часто маскуються виробничим шумом. Проте, компресорна станція змушена компенсувати ці втрати, працюючи з підвищеним навантаженням. Кожен кубічний метр повітря, що виходить через нещільність з'єднання діаметром всього 1 мм, коштує підприємству тисячі гривень на рік. Більше того, наявність витоків змушує операторів штучно завищувати тиск на виході з компресора, щоб забезпечити коректну роботу кінцевих споживачів. Відомо, що підвищення робочого тиску в системі на 1 бар призводить до збільшення енергоспоживання компресора на 7-10%. Таким чином, герметизація мережі дає подвійний ефект: зменшення об'єму втраченого повітря та можливість зниження робочого тиску генерації до мінімально необхідного технологічного рівня.

Заходи:

1. Аудит витоків: Регулярне обстеження пневмережі за допомогою ультразвукового детектора витоків. Цей прилад дозволяє почути високочастотний свист витoku навіть в умовах шуму працюючого млина.

2. Зниження тиску: Компресори часто налаштовані на 7.5-8 бар. Зниження тиску в мережі на 1 бар зменшує споживання електроенергії компресором на 6-8%. Більшість пневматики на млині ефективно працює при 6.0-6.5 бар.

3. Розмежування: Встановлення електромагнітних клапанів, що автоматично перебивають подачу повітря на ділянки, які не працюють (наприклад, лінія фасування в нічну зміну), блокуючи витoki у простійному обладнанні.

Зберігання зерна вимагає періодичної активної вентиляції для охолодження зерна та запобігання самозігріванню. Ручне управління вентиляторами часто призводить до того, що вентилятори працюють, коли параметри зовнішнього повітря не підходять (наприклад, під час туману або дощу), що призводить до зволоження зерна або марної витрати енергії.

Рішення: Впровадження автоматизованої системи керування аерацією на базі термопідвісок. Система вимірює температуру і вологість зерна в силосі та параметри зовнішнього повітря. Контролер розраховує рівноважну вологість і вмикає вентилятори лише тоді, коли це призведе до охолодження або підсушування зерна без ризику псування. Це скорочує час роботи вентиляторів на 40-50% і зберігає якість зерна.

Автоматизація процесу аерації також вирішує проблему «людського фактору» та термодинамічної несумісності. Зернова маса є гігроскопічним матеріалом, який активно обмінюється вологою з навколишнім середовищем. Некваліфіковане вмикання вентиляції (наприклад, коли відносна вологість зовнішнього повітря висока) може призвести не до сушіння, а до зволоження зерна у нижніх шарах силосу. Це провокує розвиток пліснявих грибів, самозігрівання та, як наслідок, псування дороговартісної сировини.

Автоматизована система контролю на базі програмованих логічних контролерів безперервно порівнює параметри мікроклімату в міжзерновому просторі з параметрами атмосферного повітря, обчислюючи рівноважну вологість. Вентилятори запускаються лише в ті «вікна можливостей», коли термодинамічні параметри гарантують відбір вологи та тепла від зерна, що забезпечує не лише енергоефективність, але й продовольчу безпеку.

3.4 Застосування концепції PDCA (Plan-Do-Check-Act) для безперервного покращення у сфері енергоменеджменту

Впровадження енергоефективності – це не разова акція, а циклічний процес. Стандарт ISO 50001 базується на методології PDCA (Плануй – Виконуй – Перевірйай – Дій), яка дозволяє постійно вдосконалювати енергетичну результативність. Для досліджуваного підприємства пропонується наступна модель реалізації цього циклу:

1. PLAN (Планування):

- Енергетичний аналіз: На основі даних, отриманих від нової системи АСКОЕ (див. п. 3.1), провести детальний аналіз споживання. Визначити базову лінію енергоспоживання – наприклад, середнє споживання за 2024 рік [3, 23].

- Виділити суттєві енергоспоживачі: двигуни млина, компресорна, вентилятори.

- Встановлення цілей: Знизити питоме споживання електроенергії на тону переробленого зерна на 5% протягом першого року. Зменшити частку реактивної енергії до рівня, що не тарифікується, шляхом налаштування конденсаторних установок.

- План дій: Розробити графік виконання заходів з бюджетом та відповідальними.

2. DO (Виконання):

- Реалізація: Фізичне виконання запланованих модернізацій (монтаж обладнання).

- Операційний контроль: Впровадження інструкцій (SOP) для персоналу. Наприклад: «Порядок запуску млина» (послідовність для уникнення піків), «Регламент обходу пневмомережі».

- Навчання: Проведення тренінгів для операторів та технологів щодо впливу їхніх дій на енергоспоживання. Важливо пояснити, що просте закриття заслінки не економить енергію так, як зменшення обертів.

3. СHECK (Перевірка):

- Моніторинг: Щомісячний аналіз показників енергоефективності. Порівняння фактичного споживання з очікуваним (відносно обсягів виробництва).

- Внутрішній аудит: Раз на півроку Група енергоменеджменту перевіряє, чи виконуються процедури на місцях. Чи вимикається світло? Чи закриті двері холодильних камер? Чи працює автоматика аерації?

- Аналіз відхилень: Якщо споживання перевищило норму, проводиться розслідування причин (зміна якості зерна, поломка обладнання, помилка оператора).

4. ACT (Дія/Коригування):

- Коригувальні дії: Усунення виявлених невідповідностей. Якщо ціль не досягнута, аналізуються причини та коригується план дій.

- Перегляд менеджменту: Вище керівництво розглядає звіт енергоменеджера. Якщо заходи успішні – досвід масштабується (наприклад, встановлюються ЧРП на інші лінії). Якщо ні – змінюється стратегія або виділяються додаткові ресурси.

- Стандартизація: Успішні практики закріплюються в нових стандартах підприємства, щоб вони стали нормою.

Особливу увагу в циклі PDCA необхідно приділити етапу «Act» (Дій/Коригування), який часто недооцінюється на практиці. Саме на цьому етапі відбувається закріплення досягнутих результатів та трансформація успішних пілотних проектів у стандарти підприємства. Якщо впровадження технічного заходу (наприклад, оптимізація пневмомережі) довело свою

ефективність, необхідно внести відповідні зміни до технологічних регламентів, посадових інструкцій та карт технічного обслуговування. Без такої стандартизації існує високий ризик так званого «відкату», коли після завершення активної фази проекту персонал поступово повертається до звичних, менш ефективних методів роботи.

Також важливою складовою безперервного покращення є регулярний перегляд базової лінії енергоспоживання. Оскільки підприємство розвивається, змінюються обсяги виробництва, асортимент продукції та зовнішні умови, базова лінія, розрахована за минулі періоди, може втрачати свою актуальність. Статичні цілі можуть стати занадто легкими для досягнення або, навпаки, недосяжними, що демотивує команду. Динамічне коригування базових показників та цілей з енергоефективності дозволяє підтримувати систему енергоменеджменту в тонусі, стимулюючи пошук нових, ще не використаних резервів підвищення ефективності, які можуть лежати не лише в площині техніки, але й в площині логістики, закупівель та організації праці.

3.5 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих організаційних та технічних рішень

Критичним фактором для прийняття рішень щодо модернізації є економічна доцільність. Розрахунки виконано з урахуванням тарифів на електроенергію для промислових споживачів станом на кінець 2025 року (приблизно 9,67 грн/кВт·год з ПДВ та передачею, згідно з аналізом у Розділі 2 та ринковими даними).

Пропонується комплексний пакет заходів з різними термінами окупності. Зведені показники ефективності наведено в Таблиці 3.2.

Сумарні інвестиції в розмірі ~630 тис. грн є цілком підйомними для діючого борошномельного підприємства, враховуючи, що річна економія перевищує 2,3 млн грн.

- Найбільш інвестиційно привабливим є захід із встановлення ЧРП, який окупається практично миттєво (1,5 місяці) і дає найбільший валовий внесок в економію.
- Впровадження АСКОЕ має довший термін окупності, але є критично необхідним інфраструктурним елементом, без якого неможливо верифікувати результати інших заходів та забезпечити роботу за стандартом ISO 50001 (зокрема, вимоги щодо вимірювання та перевірки згідно з ISO 50015) [26, 27].

Таблиця 3.2.

Зведений розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів

№	Назва заходу	Орієнтовні капітальні витрати, грн	Очікувана економія енергії, кВт·год/рік	Річна грошова економія, грн	Простий термін окупності, міс.
1	Впровадження АСКОЕ (технічний облік + ПЗ)	276 350	57 600	556 992	6,0
2	Встановлення ЧРП на вентилятори пневмотранспорту (75 кВт)	130 000	105 000	1 015 350	1,5
3	Усунення витоків стисненого повітря (аудит + ремонт)	25 000	30 000	290 100	1,0
4	Автоматизація аерації зерносховищ (контролери)	80 000	15 000	145 050	6,6
5	Організаційні заходи (преміювання, навчання)	120 000	38 400	371 328	-
Разом	Комплексна програма	631 350	246 000	2 378 820	~ 3,2 міс.

При проведенні техніко-економічного обґрунтування варто також враховувати фактори, які складно піддаються прямому монетарному вимірюванню, але мають стратегічне значення для стійкості бізнесу. Зниження енергоємності виробництва прямо корелює зі зменшенням «вуглецевого сліду» продукції. В умовах гармонізації українського законодавства з європейськими нормами в рамках механізму СВМ (Carbon Border Adjustment Mechanism), документальне підтвердження низької вуглецемісткості та

використання відновлюваних джерел енергії (СЕС, біопаливо, високоефективна когенерація) стане обов'язковою перепусткою для експорту продукції до країн ЄС. Таким чином, інвестиції в енергоефективність сьогодні — це плата за збереження ринків збуту завтра.

Крім того, запропоновані заходи значно підвищують рівень енергетичної безпеки підприємства. Зменшення пікових навантажень та загального споживання знижує ризики примусового обмеження потужності з боку оператора системи розподілу в періоди дефіциту в енергосистемі. Наявність власної збалансованої системи генерації та оптимізованого споживання дозволяє підприємству продовжувати виробничий цикл навіть в умовах нестабільного зовнішнього електропостачання, що є критичною перевагою для забезпечення безперервності бізнесу та виконання контрактних зобов'язань перед клієнтами. Розрахунок чутливості проекту показує, що навіть при песимістичному сценарії (зростання вартості обладнання на 10-15% або меншому зростанні тарифів), запропоновані заходи залишаються інвестиційно привабливими, демонструючи високий запас міцності розробленої фінансової моделі.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі роботи розроблено та обґрунтовано комплексний підхід до удосконалення системи управління енергоефективністю вітчизняного борошномельного підприємства.

1. Доведено необхідність впровадження автоматизованої системи комерційного та технічного обліку (АСКОЕ). Запропонована архітектура на базі сучасних смарт-лічильників та спеціалізованого ПЗ дозволить перейти від пасивної фіксації витрат до активного управління енергоспоживанням, забезпечивши прозорість енергетичних потоків та можливість балансування власної генерації (СЕС, КГУ).

2. Запропоновано перехід до процесної моделі управління через створення Групи енергетичного менеджменту та запровадження ролі Енергоменеджера. Це дозволить інтегрувати енергоефективність в існуючі

бізнес-процеси та систему менеджменту безпеності харчових продуктів (FSSC 22000).

3. Розроблено програму пріоритетних технічних заходів, серед яких ключовим є впровадження частотного регулювання (ЧРП) на енергоємних системах пневмотранспорту. Розрахунки підтверджують високу ефективність цього рішення з терміном окупності менше 2 місяців. Також запропоновано заходи з усунення витоків стисненого повітря та автоматизації аерації зерна.

4. Показано важливість застосування циклу PDCA для забезпечення безперервного покращення енергетичних показників, що є основою стандарту ISO 50001. Це гарантує, що досягнута економія не буде втрачена з часом через людський фактор або знос обладнання.

5. Техніко-економічне обґрунтування свідчить про високу рентабельність запропонованої програми. При інвестиціях близько 630 тис. грн очікується річна економія понад 2,3 млн грн, що робить проєкт фінансово стійким та привабливим для реалізації навіть у складних економічних умовах воєнного стану. Реалізація цих заходів значно підвищить енергетичну безпеку та конкурентоспроможність підприємства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукового завдання, що полягає в обґрунтуванні шляхів удосконалення системи управління енергоефективністю промислового підприємства. За результатами проведеного дослідження зроблено такі висновки:

1. На основі аналізу літературних джерел визначено принципову відмінність між «енергозбереженням» та «енергоефективністю». Встановлено, що для підприємства з високим рівнем фізичного зносу обладнання (65-70%) стратегія простого обмеження споживання («енергозбереження») є неефективною, оскільки веде до зниження обсягів виробництва. Доведено, що пріоритетом має бути «енергоефективність» – досягнення того ж технологічного результату з меншими витратами ресурсів за рахунок інновацій. В умовах воєнного стану цей показник трансформувався з економічної категорії в ключовий фактор безпеки та життєздатності бізнесу.

2. Аналіз нормативної бази показав, що найбільш дієвим інструментом для системного скорочення витрат є впровадження стандарту ДСТУ ISO 50001:2020. Визначено, що завдяки уніфікованій структурі високого рівня (HLS), система енергоменеджменту без конфліктів інтегрується з уже діючою на підприємстві системою безпечності харчових продуктів FSSC 22000. Це дозволяє уникнути дублювання документації та залучити персонал до енергозбереження через звичні процедури контролю якості.

3. Ідентифіковано структуру споживання та «вузькі місця». Діагностика енергетичного балансу підприємства виявила, що 79% всієї електроенергії споживають дві групи обладнання: приводи розмелювального відділення (60%) та системи пневмотранспорту і аспірації (19%). Виявлено основний управлінський недолік – відсутність технічного субобліку по окремих цехах та лініях. Встановлено, що існуюча система обліку фіксує лише загальні комерційні витрати, що унеможливорює оперативне виявлення втрат та конкретних винуватців перевитрат енергії.

4. Доведено ефективність переходу на власну генерацію (СЕС). Аналіз фактичних даних роботи встановленої сонячної електростанції потужністю 550 кВт за 2024 рік підтвердив правильність технічного рішення. Графік генерації СЕС (денні піки) співпав з графіком роботи вентиляції зерносховищ, що забезпечило 100% власне споживання виробленої енергії без продажу в мережу. Це дозволило у літні місяці економити понад 400 тис. грн щомісяця та знизити залежність від зростання ринкових тарифів.

5. Підтверджено результативність когенерації (КГУ) для енергобезпеки. Оцінка роботи когенераційної установки Viessmann VITOBLOC 200, запущеної у 2025 році, показала її критичну важливість для осінньо-зимового періоду. Розрахунки за листопад 2025 року свідчать, що власна генерація покрила 45% потреб в електроенергії, а утилізація тепла (для опалення) підвищила коефіцієнт використання палива до 90%. Сумарний економічний ефект лише за один місяць склав 587 тис. грн, а розрахунковий термін окупності проєкту становить 2,5-3 роки.

6. Розроблено заходи з цифровізації та модернізації. Для усунення виявлених недоліків обліку запропоновано впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії з функцією поцехового контролю (вартість впровадження ~276 тис. грн, окупність – 6 місяців). Техніко-економічні розрахунки довели доцільність встановлення частотно-регульованих приводів на вентилятори пневмотранспорту, що дозволить знизити їх споживання на 25-30% з терміном окупності всього 1,5 місяці.

7. Сформовано стратегію подальшого розвитку. Перспектива розвитку системи управління вбачається у переході від реагування на аварії до превентивного менеджменту. Рекомендовано створити Групу енергетичного менеджменту та запровадити посаду енергоменеджера-аналітика. Це дозволить реалізувати цикл постійного покращення (PDCA), забезпечити моніторинг показників у режимі реального часу та інтегрувати підприємство в сучасні моделі енергоринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аспекти інтеграції відновлюваної розподіленої генерації в систему енергозабезпечення України / Г. П. Костенко та ін. Проблеми економіки. 2024. № 2. С. 83–93. DOI: 10.32983/2222-0712-2024-2-83-93.
2. Бабенко О. В., Ясько Я. А. Автоматизована система контролю і обліку енергоресурсів : матеріали XLIX наук.-тех. конф. підрозділів ВНТУ, м. Вінниця, 27-28 квіт. 2020 р. Вінниця, 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2020/paper/view/9211> (дата звернення: 25.11.2025).
3. Бориченко О. В., Чернявський А. В., Лебідь В. В. Оцінювання енергорезультативності підприємства на основі базових рівнів енергоспоживання. Збірник наукових праць. Київ : НТУУ «КПІ», 2023. С. 190–192.
4. Веремеєнко О. О. Оцінка енергоефективності підприємств машинобудування та розроблення проектів з її підвищення. Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство. 2018. Вип. 19(1). С. 43–46. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuumevsg_2018_19%281%29__12 (дата звернення: 25.11.2025).
5. Веремеєнко О. О. Розвиток енергоменеджменту як основний спосіб підвищення енергоефективності виробничих підприємств. Management and entrepreneurship: trends of development. 2019. Vol. 1(07). P. 31–38.
6. Горобець В. Г., Богдан Ю. О., Троханяк В. І. Теплообмінне обладнання для когенераційних установок : монографія. Київ : Компринт, 2017. 198 с.
7. Денисюк С. П., Белоха Г. С., Богойко І. І. Оптимізація енергоспоживання за допомогою технологій управління навантаженням. Збірник наукових праць НУК. Миколаїв : Гельветика, 2025. № 2(500). С. 179–186.

8. Денисюк С. П., Бориченко О. В. Теоретичні основи побудови систем енергетичного менеджменту в Україні. Енергетика. 2015. № 1. С. 7–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2015_1_3 (дата звернення: 25.11.2025).

9. Доценко С. І. Багатовимірний аналіз моделі смислової діяльності для системи енергетичного менеджменту. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2016. Вип. 176. С. 12–14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2016_176_6 (дата звернення: 25.11.2025).

10. ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018, IDT). Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. Офіц. вид. Київ : УкрНДНЦ, 2020. 33 с.

11. ДСТУ ISO 50002:2016 (ISO 50002:2014, IDT). Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення. Офіц. вид. Київ : УкрНДНЦ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64370 (дата звернення: 25.11.2025).

12. ДСТУ ISO 50003:2016 (ISO 50003:2014, IDT). Системи енергетичного менеджменту. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем енергетичного менеджменту. Офіц. вид. Київ : УкрНДНЦ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64374 (дата звернення: 25.11.2025).

13. ДСТУ ISO 50004:2016 (ISO 50004:2014, IDT). Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту. Офіц. вид. Київ : УкрНДНЦ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64375 (дата звернення: 25.11.2025).

14. ДСТУ ISO 50006:2016 (ISO 50006:2014, IDT). Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова. Офіц. вид.

Київ : УкрНДНЦ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64377 (дата звернення: 25.11.2025).

15. ДСТУ ISO 50015:2016 (ISO 50015:2014, IDT). Системи енергоменеджменту. Вимірювання та перевірка енергетичних показників організацій. Загальні принципи та керівництво. Офіц. вид. Київ : УкрНДНЦ, 2016. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64379 (дата звернення: 25.11.2025).

16. Енергоефективні технології : навч. посіб. / за заг. ред. А. С. Мандрики. Суми, 2021. 330 с.

17. Кириленко О. В., Закладний О. О., Прокопенко В. В. Енергетичний менеджмент: нові пріоритети XXI століття. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2024. № 1. С. 7–27. DOI: 10.20535/1813-5420.1.2024.297508.

18. Кінаш І. А. Бар'єри на шляху впровадження енергоефективності та енергозбереження підприємств. Сталий розвиток економіки. 2015. № 3. С. 185–190. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sre_2015_3_28 (дата звернення: 25.11.2025).

19. Кузнецова І. Формування системи енергетичного менеджменту організації. Економічний аналіз. 2024. Т. 34, № 1. С. 17–25. DOI: 10.35774/econa2024.01.017.

20. Лежнюк П., Повстянко К. Застосування гібридних відновлюваних енергетичних систем із метою оперативного керування балансом потужності та електроенергії в електроенергетичній системі. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. 2024. № 6. С. 195–200. DOI: 10.32782/1995-0519.2024.6.23.

21. Носаченко М. П., Зборовська Т. В., Коваленко С. М. Основні аспекти впровадження системи енергетичного менеджменту закладами вищої освіти України. Соціальна фармація в охороні здоров'я. 2023. Т. 9, № 2. С. 3–10.

22. Носаченко М. П., Коваленко С. М., Зборовська Т. В. Методологічні підходи щодо впровадження системи енергетичного менеджменту в закладах

вищої освіти та організаціях галузі охорони здоров'я. Актуальні проблеми якості, менеджменту і економіки у фармації і охороні здоров'я : матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Харків, 19 січ. 2024 р. Харків : НФаУ, 2024. С. 120–125.

23. Носаченко М. П., Коваленко С. М., Зборовська Т. В. Проведення енергетичного аналізу як складова системи енергетичного менеджменту закладу вищої освіти. Соціальна фармація в охороні здоров'я. 2024. Т. 10, № 1. С. 52–58. DOI: 10.24959/sphhcj.24.313.

24. Організаційно-економічний механізм енергозбереження : монографія / Ю. В. Дзядикевич та ін. Тернопіль : ТНЕУ, 2018. 154 с.

25. Осіпова Л. Модернізація промисловості України в контексті євроінтеграції у воєнний та повоєнний період. *International Science Journal of Management, Economics Finance*. 2025. Vol. 4(4). P. 27–34. DOI: 10.46299/j.isjmef.20250404.03.

26. Пащенко П. О., Мартин О. М., Мазоренко О. В. Аналіз факторів управління проектами енергозбереження в інноваційно орієнтованих організаціях в умовах диджиталізації. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. № 17. С. 80–89. DOI: 10.32702/2306-6814.2024.17.80.

27. Пулька Ч., Дзядикевич Ю. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємствах. *Галицький економічний вісник*. 2020. Т. 67, № 6. С. 40–49. DOI: 10.33108/galicianvisnyk_tntu2020.06.040.

28. Світовий досвід розвитку системи енергетичного менеджменту та перспективи його впровадження в Україні / І. А. Ажаман та ін. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2023. № 1(12). С. 73–81. DOI: 10.30857/2786-5398.2023.1.8.

29. Серветник Д. О., Зборовська Т. В. Системи енергетичного менеджменту в діяльності вітчизняних підприємств. Актуальні проблеми якості, менеджменту і економіки у фармації і охороні здоров'я : матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Харків, 19 січ. 2024 р. Харків : НФаУ, 2024. С. 470–472.

30. Смерека С. Б., Ліфиренко С. М. Особливості нормативно-правового забезпечення щодо забезпечення енергоефективності. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2025. № 3. С. 87–92. DOI: 10.33216/1998-7927-2025-289-3-87-92.
31. Сохацька О. М. Розподілена генерація як шлях до створення конкурентного біржового ринку електроенергії: завдання для повоєнної відбудови України. Implementation of modern technologies in science : The 13th International scientific and practical conference, Varna, Bulgaria. 2022. P. 112. DOI: 10.46299/ISG.2022.2.13.
32. Тельнова Г. В., Бицюк В. В., Ходін Д. С. Аналіз напрямів управління потенціалом енергозбереження у промисловому виробництві України. Збірник наукових праць ЧДТУ. Серія : Економічні науки. 2021. Вип. 62. С. 26–32. DOI: 10.24025/2306-4420.62.2021.241838.
33. Чала В. С., Орловська Ю. В., Глущенко А. В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва : підручник. Дніпро : ПДАБА, 2023. 148 с.
34. Шишкін В. О., Оверченко А. І. Впровадження стратегії енергозбереження як засобу підвищення економічного потенціалу промислового підприємства. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : Економіка. 2015. Вип. 1(1). С. 160–162. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuues_2015_1\(1\)__39](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvuues_2015_1(1)__39) (дата звернення: 25.11.2025).
35. Development and Analysis of Investment Strategies in Energy Efficiency for Ukrainian Household Prosumers / O. Prokopenko et al. Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University. 2024. Vol. 11(2). P. 62–78. DOI: 10.15330/jpnu.11.2.62-78.
36. Fowlie M., Greenstone M., Wolfram C. Do energy efficiency investments deliver? Evidence from the weatherization assistance program. Q. J. Econ. 2018. Vol. 133. P. 1597–1644.
37. Gerarden T., Newell R., Stavins R. N. Assessing the energy-efficiency gap. J. Econ. Lit. 2017. Vol. 55. P. 1486–1525. DOI: 10.1257/jel.20161360.

38. Heutel G. Prospect theory and energy efficiency. NBER Work. Pap. 2017. URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23692/w23692.pdf (Date of access: 14.11.2025).

39. Review of Energy Efficiency Technologies in the Food Industry: Trends, Barriers, and Opportunities / J.-M. Clairand et al. IEEE Access. 2020. Vol. 8. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2979077.

ДОДАТКИ



Міністерство охорони здоров'я України

Національний фармацевтичний університет



СЕРТИФІКАТ

Цим засвідчується, що

Волощук В.В.

**Науковий керівник:
Зборовська Т.В.**

брав(ла) участь у роботі VI Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю

**YOUTH
PHARMACY
SCIENCE**

Ректор НФаУ,
д. фарм. н., проф.



Олександр КУХТЕНКО

10-11 грудня 2025 р.
м. Харків
Україна



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГРАМОТА

нагороджується

Віталій ВОЛОЩУК

у секційному засіданні студентського наукового
товариства кафедри

менеджменту, маркетингу та
забезпечення якості у фармації

VI Всеукраїнська науково-практична конференція з
міжнародною участю

«YOUTH PHARMACY SCIENCE»

Ректор закладу
вищої освіти



(Signature)
Олександр КУХТЕНКО

10-11 грудня 2025 р. м. Харків



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

YOUTH PHARMACY SCIENCE

МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

10-11 грудня 2025 року
м. Харків

Харків
НФаУ
2025

проекту впровадження СУФВ або перелік робіт, що виконуються в умовах уже функціонуючої системи управління підприємством.

Запропонований орієнтовний зміст робіт, які повинні виконуватися в рамках проекту впровадження СУФВ у ЗОЗ:

- визначення методів та підходів, необхідних для функціонування й постійного розвитку СУФВ;
- регламентування та документування СУФВ;
- визначення критеріїв і методів оцінки результативності СУФВ;
- організування та проведення внутрішніх аудитів (самоінспекцій) СЕМ;
- налагодження механізмів систематичного виявлення причин невідповідностей та розробки CAPA.

При складанні проекту формування СУФВ важливо розробити програму навчання з переліком навчальних тем, методів і запланованих строків проведення навчання, критеріїв оцінки результативності навчальних заходів, відповідальних осіб. Зазвичай, програма складається один раз для кожної категорії слухачів на період реалізації проекту впровадження СУФВ. Таку саму структуру можуть мати і програми поточного навчання при вже впровадженій системі, які складаються зазвичай на квартал або на рік.

Крім програми навчання необхідно є документована процедура з організації й проведення навчання, що містить опис алгоритму реалізації всіх відповідних заходів. Ця процедура має бути розроблена із застосуванням циклу PDCA й описувати всі фази процесу: від планування до оцінювання результативності і вживання коригувальних заходів, що реалізуються для удосконалення наступних циклів процесу навчання.

Інвестиції у навчання персоналу, розвиток екологічних знань співробітників, планування, моніторинг та аудит мають вирішальне значення для впровадження ефективної СУФВ і створення сприятливого циклу, який також приносить користь інвестиціям, знижуючи ризик невдачі. Необхідно враховувати, що невелике підприємство часто відчуває нестачу кадрових і фінансових ресурсів, що обмежує його можливості інвестувати в покращення екологічних показників.

Висновки. Залучення і навчання співробітників є рушійною силою функціонування дієвої системи управління фармацевтичними відходами, постійного й успішного покращення екологічних показників закладів охорони здоров'я, захисту навколишнього природного середовища. У зв'язку з цим аналіз компетентності, обізнаності та залученості персоналу до системи управління фармацевтичними відходами є вагомим показником ефективного функціонування закладів охорони здоров'я.

ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ З УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ВІТЧИЗНЯНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Волощук В.В.

Науковий керівник: Зборовська Т.В.

Національний фармацевтичний університет, Харків, Україна

vetalutsk@gmail.com

Вступ. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується змінами в енергетичній моделі, де питання енергетичної ефективності трансформуються з суто техніко-

економічних показників у ключовий фактор національної безпеки та виживання суб'єктів господарювання. Для України цей процес набуває основного значення в умовах повномасштабної військової агресії, яка супроводжується цілеспрямованим руйнуванням енергетичної інфраструктури та нестабільністю централізованого енергопостачання. Актуальність питання управління енергоефективністю підприємств обумовлені зростанням витрат на енергоносії та необхідністю забезпечення безперервності виробничих процесів в умовах постійних ризиків відсутності енергоживлення.

У промисловості, яка споживає понад 40% енергоресурсів країни, рівень енергоємності більш ніж удвічі вищий за середньоєвропейський, що свідчить про критичну потребу в модернізації виробництва та перегляді підходів до управління енергією. Високий ступінь фізичного зносу інфраструктури, який на багатьох підприємствах сягає 65–70%, у поєднанні з використанням застарілих технологій, призводить до нерационального використання ресурсів та значних втрат.

Мета дослідження. Метою роботи є обґрунтування теоретико-методичних засад та розробка практичних рекомендацій щодо удосконалення організації системи управління енергоефективністю вітчизняного підприємства шляхом впровадження комплексу технічних та організаційних заходів.

Матеріали та методи. Під час дослідження інформаційною базою слугували дані щодо показників споживання електроенергії в різні періоди діяльності підприємства, стандарти системи енергетичного менеджменту ISO 50001, інформаційно-наукові джерела щодо застосування відновлюваної енергетики.

Методами дослідження є аналіз і синтез, системний підхід (для розгляду підприємства як цілісної енергетичної системи), а також емпіричні методи (аналіз статистичних даних енергоспоживання).

Результати дослідження. В Україні нараховується близько 36 постанов, наказів та розпоряджень, які регулюють питання енергозбереження та енергоефективності. Традиційно розділяють терміни енергозбереження та енергоефективність:

- Енергозбереження часто асоціюється з діяльністю, спрямованою на зменшення споживання енергетичних ресурсів, інколи за рахунок зниження рівня комфорту або обсягу послуг (відключення освітлення, зменшення температури в приміщеннях, скорочення пробігу транспорту).
- Енергоефективність характеризує міру випуску продукції або надання послуг на одиницю витраченої енергії. Тобто, головною метою є не просто «витратити менше», а «отримати той самий або кращий результат, витративши менше». Це поняття базується на технологічних інноваціях та оптимізації процесів.

На сьогодні в державі розроблено значну кількість галузевих та програм місцевої влади з енергозбереження, але вони є повільними та недостатньо ефективними при реалізації. Тому найважливішим завданням керівництва сучасного вітчизняного підприємства є пошук заходів зменшення енергетичних витрат, які призведуть до зниження рівня цін на виробництво, зберігання і транспортування продукції, підвищення рівня конкурентоспроможності товарів і послуг. Методи енергозбереження, які часто зводяться до обмеження споживання, вже вичерпали свій потенціал. Необхідний перехід до складних технологічних рішень, зокрема встановлення власного генеруючого обладнання (сонячних електростанцій, когенераційних установок), впровадження систем накопичення енергії та впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії.

Аналіз наукових джерел дозволяє виділити ключові тенденції, що впливають на організацію діяльності з енергоефективності на вітчизняних підприємствах:

1. Інтеграція з європейськими стандартами: Україна взяла на себе зобов'язання щодо впровадження реформ енергоефективності на основі Директив ЄС. Це вимагає ефективнішого використання енергії на всіх етапах – від постачання до кінцевого споживання.

2. Цифровізація: в умовах цифрової економіки управління енергетичними потоками неможливе без надійного інформаційного забезпечення. Інформація про споживання в режимі реального часу стає основою для прийняття управлінських рішень. Впровадження систем моніторингу та автоматичного керування дозволяє виявляти втрати та оптимізувати режими роботи обладнання.

3. Проектний підхід: реалізація заходів з енергоефективності все частіше набуває форми проєктів. Енергоефективний проєкт розглядається як унікальна діяльність з чіткими часовими рамками, ресурсами та цільовими показниками. Це дозволяє структурувати процес модернізації, оцінювати ризики та контролювати результати.

4. Впровадження систем енергетичного менеджменту (ISO 50001): дозволяє знизити споживання енергії на 10–12% вже на перших етапах за рахунок організаційних заходів, навіть без значних капітальних інвестицій. Його впровадження дозволяє перетворити енергоефективність з разової акції на постійний процес вдосконалення.

Система енергоменеджменту передбачає постійний моніторинг енергоспоживання, виявлення ризиків, пов'язаних із можливими перебоями енергопостачання, та розробку рішень для мінімізації цих ризиків. Саме це сприяє зменшенню ймовірності незапланованих простоїв, які можуть призвести до матеріальних та фінансових втрат і порушенню безперервності діяльності.

Встановлення сонячних електростанцій у поєднанні з акумуляторними системами накопичення енергії дозволяє підприємству функціонувати під час відключень зовнішньої мережі. Це критично важливо для збереження технологічних процесів, які не можна зупиняти.

Окрім технічних аспектів, енергоефективність сприяє зниженню операційних витрат, що підвищує фінансову стійкість підприємства. Економічно стабільні компанії легше адаптуються до надзвичайних ситуацій та швидше відновлюють роботу після їх настання. Таким чином, не лише забезпечується безпека виробництва, а й підтримується стратегічна стійкість підприємства.

Власна генерація також важлива для страхування від зміни цін на електроенергію, тобто забезпечує плавний перехід на виготовлення чи реалізацію продукції за новими цінами на енергоносії. Зменшення споживання із загальної мережі знижує навантаження на енергосистему держави, що є важливим внеском у енергетичну безпеку, особливо в умовах дефіциту генеруючих потужностей через вихід з ладу енергетичної інфраструктури.

Висновки. Узагальнивши все вищевикладене можна зробити висновок, що у сучасних умовах ефективне управління енергоефективністю вимагає комплексного підходу: поєднання технічної модернізації з організаційними інструментами, такими як впровадження стандарту ISO 50001, проєктний менеджмент та цифровізація моніторингу енергоресурсів.

Майбутнє українських підприємств полягає у децентралізації енергопостачання, використанні відновлюваних джерел та інтеграції в європейський енергетичний простір. Здатність керівництва ефективно управляти енергетичними процесами стає критично важливим обов'язком як у воєнний, так і в післявоєнний час.

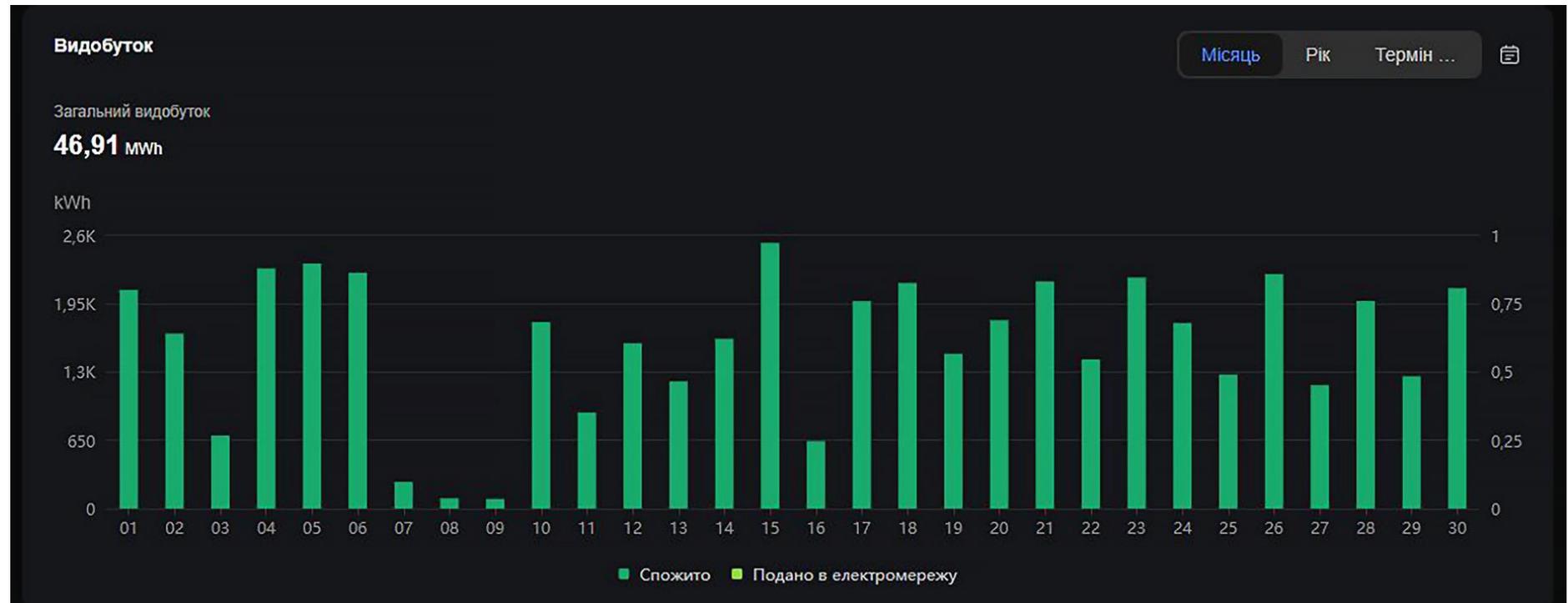
ДОДАТОК Г

Графік загального видобутку СЕС за 2025 рік.



ДОДАТОК Д

Графік загального видобутку СЕС за червень 2025 року.



ДОДАТОК Е

Звіт за результатами роботи СЕС за червень 2025 року.

Статистичний час	Виробіток фотоел. (кВт·год)	Імпорт (кВт·год)	Питома енергія (кВт·год/кВт пік)	Споживання (кВт·год)	Споживання на місці (кВт·год)	Коефіцієнт споживання на місці (%)	Уникнуто викидів CO ₂ (т)
2025-06-01	2 079,640	5 476,250	5,942	7 555,560	2 079,310	99,984	0,988
2025-06-02	1 664,060	6 535,250	4,755	8 199,310	1 664,060	100,000	0,790
2025-06-03	695,060	7 412,500	1,986	8 107,560	695,060	100,000	0,330
2025-06-04	2 283,360	5 895,250	6,524	8 178,610	2 283,360	100,000	1,085
2025-06-05	2 329,170	5 832,750	6,655	8 161,920	2 329,170	100,000	1,106
2025-06-06	2 242,450	5 832,000	6,408	8 074,450	2 242,450	100,000	1,065
2025-06-07	253,760	2 766,000	0,725	3 019,710	253,710	99,980	0,121
2025-06-08	97,670	79,750	0,279	177,420	97,670	100,000	0,046
2025-06-09	92,440	68,500	0,264	160,900	92,400	99,957	0,044
2025-06-10	1 773,740	2 650,250	5,068	4 423,240	1 772,990	99,958	0,843
2025-06-11	913,400	7 967,000	2,610	8 880,400	913,400	100,000	0,434
2025-06-12	1 572,860	7 587,750	4,494	9 160,510	1 572,760	99,994	0,747
2025-06-13	1 208,960	7 613,750	3,454	8 822,710	1 208,960	100,000	0,574
2025-06-14	1 613,930	4 937,000	4,612	6 550,930	1 613,930	100,000	0,767
2025-06-15	2 525,500	4 449,250	7,216	6 974,660	2 525,410	99,996	1,200
2025-06-16	641,350	469,750	1,833	1 110,680	640,930	99,935	0,305
2025-06-17	1 971,850	4 060,500	5,634	6 031,930	1 971,430	99,979	0,937

Продовження звіту за результатами роботи СЕС за червень 2025 року.

Статистичний час	Виробіток фотоел. (кВт·год)	Імпорт (кВт·год)	Питома енергія (кВт·год/кВт пік)	Споживання (кВт·год)	Споживання на місці (кВт·год)	Коефіцієнт споживання на місці (%)	Уникнуто викидів CO₂ (т)
2025-06-18	2 144,670	5 701,500	6,128	7 845,700	2 144,200	99,978	1,019
2025-06-19	1 472,170	6 620,250	4,207	8 092,420	1 472,170	100,000	0,699
2025-06-20	1 790,800	5 701,500	5,117	7 492,300	1 790,800	100,000	0,851
2025-06-21	2 159,710	5 531,000	6,171	7 690,710	2 159,710	100,000	1,026
2025-06-22	1 417,860	5 397,000	4,051	6 814,860	1 417,860	100,000	0,673
2025-06-23	2 196,210	6 115,500	6,275	8 311,660	2 196,160	99,998	1,043
2025-06-24	1 764,230	5 687,250	5,041	7 451,340	1 764,090	99,992	0,838
2025-06-25	1 273,660	7 281,000	3,639	8 554,660	1 273,660	100,000	0,605
2025-06-26	2 229,430	6 753,250	6,370	8 982,680	2 229,430	100,000	1,059
2025-06-27	1 173,560	7 285,750	3,353	8 459,120	1 173,370	99,984	0,557
2025-06-28	1 973,070	5 863,500	5,638	7 836,570	1 973,070	100,000	0,937
2025-06-29	1 257,250	6 486,000	3,592	7 743,250	1 257,250	100,000	0,597
2025-06-30	2 094,950	5 513,250	5,986	7 608,200	2 094,950	100,000	0,995

ДОДАТОК Ж

Погодинний звіт за результатами роботи СЕС за 12 червня 2025 року.

Статистичний час	Виробіток фотоел. (кВт·год)	Експорт (кВт·год)	Імпорт (кВт·год)
00:00:00	0,000	0,000	450,750
01:00:00	0,000	0,000	455,250
02:00:00	0,000	0,000	444,750
03:00:00	0,000	0,000	439,000
04:00:00	0,000	0,000	437,750
05:00:00	5,170	0,000	451,750
06:00:00	23,920	0,000	419,250
07:00:00	62,840	0,000	379,750
08:00:00	120,890	0,000	319,500
09:00:00	137,500	0,000	189,500
10:00:00	26,320	0,100	1,500
11:00:00	185,760	0,000	152,250
12:00:00	185,280	0,000	194,000
113:00:00	170,190	0,000	205,750
14:00:00	203,790	0,000	157,750
15:00:00	131,940	0,000	206,000
16:00:00	138,610	0,000	200,000
17:00:00	69,670	0,000	256,500
18:00:00	66,290	0,000	249,750
19:00:00	33,050	0,000	346,750
20:00:00	10,510	0,000	397,250
21:00:00	1,130	0,000	407,250
22:00:00	0,000	0,000	412,250
23:00:00	0,000	0,000	410,250

ДОДАТОК И

Звіт за результатами роботи СЕС за 2025 року.

Статистичний час	Загальна потужність ланцюгів (кВт п)	Виробіток фотоел. (кВт·год)	Імпорт (кВт·год)	Питома енергія (кВт·год/кВт пік)	Споживання (кВт·год)	Коефіцієнт споживання на місці (%)
2025-03	350,000	27 047,540	204 322,250	77,279	231 366,280	99,987
2025-04	350,000	34 696,030	189 892,250	99,132	224 583,400	99,986
2025-05	349,968	32 401,860	174 926,000	92,585	207 190,050	99,575
2025-06	349,968	46 906,770	159 570,250	134,032	206 473,970	99,993
2025-07	349,968	43 537,560	192 814,750	124,404	235 929,920	99,030
2025-08	349,968	46 923,110	178 715,750	134,078	225 497,910	99,700
2025-09	549,968	25 485,020	99 889,250	46,339	125 174,910	99,218
2025-10	549,968	22 430,840	184 535,500	40,786	206 587,640	98,312
2025-11	549,968	6 557,390	110 113,250	11,923	115 828,290	87,154
2025-12	549,968	3 151,480	81 269,250	5,730	83 885,650	83,021

ДОДАТОК К

Динаміка споживання, генерації та вартості електроенергії (січень–грудень 2024).

Період споживання	Обсяг використаної електроенергії за місяць	Сума з ПДВ	Вартість за 1 квт/год з ПДВ	Згенеровано СЕС кВт/год	Вартість заощаджених коштів СЕС з ПДВ	Загальний обсяг спожитої електроенергії кВт/год
Січ.24	195491	1427472,94	7,30	1166,06	8514,56	196657,06
Лют.24	227466	1448619,04	6,37	3864,07	24608,36	231330,07
Бер.24	234495	1422488,88	6,07	7960,3	48288,61	242455,3
Кві.24	237968	1504081,5	6,32	12861,28	81289,98	250829,28
Тра.24	128782	930472,62	7,23	40683,2	293943,28	169465,2
Чер.24	196960	1782904,76	9,05	44502,79	402844,42	241462,79
Лип.24	217970	2095219,19	9,61	41340,2	397379,37	259310,2
Сер.24	216311	2087705,71	9,65	43542,62	420247,59	259853,62
Вер.24	177843	1662282,16	9,35	19929,31	186277,43	197772,31
Жов.24	256534	2286078,11	8,91	16133,5	143772,14	272667,5
Лис.24	246591	2183762,56	8,86	6835,23	60531,48	253426,23
Гру.24	262187	2478991,72	9,46	2300,65	21752,77	264487,65
разом за рік	2598598	21310079,19			2089449,97	

ДОДАТОК Л

Динаміка споживання, генерації та вартості електроенергії (січень–грудень 2023).

Період споживання	Обсяг використаної електроенергії за місяць	Сума з ПДВ	Вартість за 1 кВт/год з ПДВ	Згенеровано СЕС кВт/год	Вартість заощаджених коштів СЕС з ПДВ	Загальний обсяг спожитої електроенергії кВт/год
Січ.23	126608	741161,21	5,853984029	0	0	126608
Лют.23	131288	718341,77	5,471496024	0	0	131288
Бер.23	128617	726080,52	5,645291991	0	0	128617
Кві.23	113393	590387,46	5,206560017	0	0	113393
Тра.23	90162	467375,47	5,183730064	0	0	90162
Чер.23	119494	658063,97	5,507087971	0	0	119494
Лип.23	153825	1010881,3	6,571632049	0	0	153825
Сер.23	212129	1513829,76	7,136364005	0	0	212129
Вер.23	228690	1564305,47	6,840288032	0	0	228690
Жов.23	170226	1115163,47	6,55107604	0	0	170226
Лис.23	235211	1664864,86	7,078176021	0	0	235211
Гру.23	210839	1425154,42	6,759444031	826,05	5583,64	211665,05
разом за рік	1920482	12195610			5583,64	

ДОДАТОК М

Динаміка споживання, генерації та вартості електроенергії (січень–листопад 2025).

Період споживання	Обсяг використаної електроенергії за місяць	Сума з ПДВ	Вартість за 1 кВт/год з ПДВ	Згенеровано СЕС кВт/год	Вартість заощаджених коштів СЕС з ПДВ	Загальний обсяг спожитої електроенергії кВт/год
Січ.25	242509	2347458,98	9,679883963	5012	48515,58	247521
Лют.25	158103	1575227,62	9,963300001	8470	84389,15	166573
Бер.25	257162	2396522,51	9,319116005	27040	251988,90	284202
Кві.25	209868	1777097,58	8,467691978	34690	293744,23	244558
Тра.25	195325	1694981,9	8,677751952	32260	279944,28	227585
Чер.25	175 456	1 627 188,77	9,274056003	46900	434953,23	222 356
Лип.25	238275	2232409,91	9,369047991	43120	403993,35	281395
Сер.25	217664	1915452,78	8,800044013	46780	411666,06	300407
Вер.25	128700	1100917,82	8,554140016	25290	216334,20	153990
Жов.25	214660	2042869,42	9,516768005	22052	209863,77	236712
Лис.25	148 806	1438646,29	9,667932005	5720	55300,57	154 526
разом за рік	2186528	20148773,6		297334	2690693,31	