

Башлій Сергій Вікторович, доцент, кандидат технічних наук, Запорізький національний університет, ORCID: 0000-0001-9377-4037

Ніколенко Анатолій Васильович, доцент, кандидат технічних наук, Український державний університет науки і технологій, ORCID: 0000-0003-3808-4249;

Коваленко Інна Ігорівна, викладач кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів, Запорізький національний університет, ORCID: 0009-0001-1526-4610;

Тітов Анатолій Олександрович, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, Запорізький національний університет

Чікаловець Ярослав Сергійович, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти, ORCID: 0009-0002-3705-5227.

СТРАТЕГІЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Впровадження стратегії енергозбереження на промислових підприємствах є важливим елементом управління енергоефективністю, що враховує особливості роботи енергосистем підприємства. У цій роботі детально проаналізовано процеси розробки та реалізації таких стратегій, спрямованих на довгострокове раціональне використання енергетичних ресурсів.

Аналіз витрат у сферах виробництва, розподілу та споживання електроенергії свідчить, що більшість втрат (до 90%) припадає саме на сферу споживання, тоді як втрати під час передачі електроенергії становлять лише 9-10%. Це обумовлює необхідність зосередження основних зусиль на підвищенні ефективності саме кінцевого використання енергоресурсів. Ключовим напрямом для цього має стати розробка й комплексна реалізація організаційних, технологічних і техніко-економічних заходів, об'єднаних в єдину стратегію, спрямовану на енергозбереження.

Основна увага зосереджена на визначенні ключових заходів з енергозбереження, які базуються на впровадженні новітніх технологій споживання енергії і впливають на формування обраної стратегії.

Окреслено етапи реалізації стратегії, зокрема розроблено систему показників та алгоритм оцінки ефективності впроваджених заходів. Доведено, що основним принципом обґрунтування енергозберігаючих ініціатив є оптимізація витрат на їх реалізацію.

Ефективний режим енергозбереження є особливо важливим для механізмів зі змінним рівнем навантаження, таких як конвеєри, насоси та вентилятори. Для зниження енергетичних втрат широко використовуються конденсаторні установки та частотно-регульовані приводи.

Пропонується використовувати підхід на основі енергетичного балансу, який дає змогу оптимізувати процеси енергозбереження. Визначено механізм побудови цього балансу, що базується на ітеративному узгодженні обсягів надходження та споживання енергоресурсів всередині підприємства. Такий підхід враховує потреби внутрішніх технологій, виконання виробничих планів і можливість розширення обсягів виробництва, забезпечуючи водночас стабільність енергозабезпечення.

Ключові слова: енергетичний баланс підприємства, енергоефективність підприємства, стратегія впровадження енергозбереження.

Вступ. Серед ключових викликів, із якими стикаються сучасні підприємства промислового сектору України, варто наголосити на високій енергоємності виробничих процесів та неефективному використанні енергетичних ресурсів.

Згідно з даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження, країна щороку споживає близько 210 млн тонн паливно-енергетичних ресурсів, що ставить Україну в категорію енергодефіцитних держав. Наразі лише близько 53% потреб в енергоспоживанні покриваються за рахунок власних ресурсів. При цьому Україна змушена імпортувати до 75% необхідного природного газу та 85% сирової нафти й нафтопродуктів. Така ситуація формує залежність від країн-експортерів та створює суттєві ризики для енергетичної і національної безпеки.

Аналіз джерел інформації і постановка проблеми. Аналіз витрат у сферах виробництва, розподілу та споживання електроенергії свідчить, що більшість втрат (до 90%) припадає саме на сферу споживання, тоді як втрати під час передачі електроенергії становлять лише 9-10%. Це обумовлює необхідність зосередження основних зусиль на підвищенні ефективності саме кінцевого використання енергоресурсів. Ключовим напрямом для цього має стати розробка й комплексна реалізація організаційних, технологічних і техніко-економічних заходів, об'єднаних в єдину стратегію, спрямовану на енергозбереження.

Аналіз проведених досліджень у цій сфері свідчить про значний внесок українських і закордонних учених у розвиток механізмів енергозбереження. Серед таких дослідників – О. Амоша, В. Геєць, В. Джеджула, К. Рідле, Р. Тоуд та інші [1-12]. Проте впровадження енергозберігаючих ініціатив усе ще залишається фрагментарним. Для забезпечення системного підходу управління процесами енергоефективності необхідно формалізувати механізми з урахуванням комплексного спектра факторів.

Мета і завдання дослідження. Метою цієї роботи є розробка стратегії енергозбереження, адаптованої до умов функціонування енергозабезпечення промислових підприємств. Така стратегія сприятиме вирішенню ключових питань ефективного використання енергоресурсів у довгостроковій перспективі.

Одним із фундаментальних принципів розвитку бізнесу й держави загалом є підвищення енергоефективності та впровадження рішень з енергозбереження. Висока енергоємність виробничих процесів напряду впливає на собівартість продукції, що суттєво знижує конкурентоспроможність галузей як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Енергозбереження передбачає впровадження організаційних, правових, економічних і технічних заходів для оптимального використання паливно-енергетичних ресурсів та мінімізації втрат. Ефективний бізнес базується на збалансованості витрат і доходів, причому витрати на енергопостачання – теплову чи електричну енергію – відіграють тут одну з ключових ролей. Чим нижчими є витрати на енергію, тим ефективнішим може бути підприємство. Зменшення енергоємності прямо корелює зі збільшенням енергоефективності. До основних причин низької енергетичної ефективності українських підприємств належать:

- значний фізичний і моральний знос основних виробничих засобів;
- висока аварійність обладнання;
- низький рівень контролю за використанням енергоресурсів;
- суттєві втрати під час виробничих процесів;
- нестача кваліфікованих фахівців у сфері енергетичного менеджменту;
- низький рівень мотивації працівників до впровадження енерго-зберігаючих рішень.

Ставлення керівництва до енергозбереження, як правило, визначається часткою витрат на енергоресурси у структурі собівартості продукції. Наприклад, у хімічній промисловості ця частка може досягати 40 %, тоді як у машинобудуванні вона, зазвичай, становить 6–15 %. З огляду на це, активність заходів з енергозбереження у хімічній галузі повинна бути суттєво вищою. Енергозберігаючі заходи умовно поділяють на три основні категорії:

1. «Організаційні заходи» – це рішення швидкої віддачі, такі як внутрішній енергоаудит, складання енергетичного паспорта підприємства, розробка і реалізація планів підвищення ефективності технологічних процесів, моніторинг виконання прийнятих рішень, стимулювання персоналу до енергозберігаючої поведінки. Також це може включати право керування отриманими коштами від економії енергоносіїв і введення критеріїв для закупівлі енергоефективного обладнання. Такі заходи характеризуються мінімальними витратами, даючи відчутний ефект вже протягом року.

2. «Технологічні заходи» – орієнтовані на довготривалу модернізацію і швидке впровадження економічно ефективних інвестицій. Вони включають впровадження стандартів енергоефективності у будівлях і обладнанні, застосування систем оборотного водопостачання, використання відпрацьованого тепла для підігріву води, встановлення систем частотного регулювання для підвищення ККД електродвигунів. Реалізація таких ініціатив часто вимагає фінансової підтримки з боку банків чи лізингових компаній.

3. «Інвестиційні заходи» – високовартісні, але дуже ефективні рішення. До них належить перехід на альтернативні джерела енергії та впровадження сучасних енергозберігаючих технологій. Для успішної реалізації таких проєктів потрібна підтримка на державному та регіональному рівнях у вигляді реформ ціноутворення, вдосконалення ринків електроенергії й газу та інтегрованого планування роботи різних джерел енерго-генерації.

Модернізація промислових підприємств повинна базуватися на використанні таких технологій:

- універсальні рішення для забезпечення енергоефективності: двигуни зі змінною частотою обертання, теплообмінники, системи освітлення, парогенератори, охолоджувальні установки, сушильні системи тощо;

- новітнє обладнання для генерації енергії: сучасні котельні, когенераційні та трігенераційні установки;

- заміна застарілого промислового обладнання на нове з низьким споживанням енергії;

- впровадження альтернативних джерел енергії.

Ефективний режим енергозбереження є особливо важливим для механізмів зі змінним рівнем навантаження, таких як конвеєри, насоси та вентилятори.

Для зниження енергетичних втрат широко використовуються конденсаторні установки та частотно-регульовані приводи.

Запровадження стратегії енергозбереження дозволяє підприємствам не лише мінімізувати ризики, а й отримати конкурентну перевагу на ринку. Ця стратегія має стати фундаментом для довгострокового управління енергоспоживанням у рамках загальної економічної та інноваційної політики підприємства.

Німецький дослідник Й. Кальс у своїй праці [19] визначає кілька типових стратегій, які можуть застосовуватися для стратегічного моделювання системи енергозбереження на підприємстві:

1. *Пасивна стратегія.* відсутнє систематичне планування, а управління енергозбереженням не розглядається як окремий об'єкт впливу. формування енергетичної політики та впровадження міжнародних стандартів енергозбереження не є пріоритетними для підприємства і радше виконують допоміжну роль у вирішенні завдань виживання в умовах зростаючої конкуренції.

2. *Стратегія максимізації прибутку в короткостроковій перспективі.* зосереджується на впровадженні заходів енергозбереження з короткими термінами окупності та високою економічною віддачею. рішення обираються переважно стандартизовані, перевірені практикою і ті, що не потребують суттєвих додаткових зусиль, таких як навчання персоналу чи модернізація технологій. малоприбуткові заходи не розглядаються.

3. *Стратегія максимізації прибутку у довгостроковій перспективі.* вимагає глибокого аналізу ринку енергоносіїв та технологічних трендів. у рамках цієї стратегії підприємство інвестує в енергозберігаючі проєкти з довгими термінами окупності, які можуть реалізовуватися протягом десятиліть (наприклад, впровадження нових електростанцій або теплообмінників).

4. *Стратегія реалізації всіх інвестиційно привабливих заходів.* спрямована на комплексний підхід до енергозбереження шляхом впровадження всіх можливих проєктів та технологій, які забезпечують економічну ефективність як у коротко-, так і в довгостроковому періоді.

5. *Максимальна стратегія.* Передбачає, що підприємство може змінювати навіть свої базові цілі задля пріоритету енергозбереження та захисту клімату. У межах цієї стратегії компанія бере участь як у прикладних дослідженнях із тривалими термінами

окупності, так і у фундаментальних дослідженнях, наприклад, у сфері альтернативної енергетики.

Вибір конкретної стратегії залежить насамперед від цілей компанії та її потенційних можливостей щодо реалізації обраного напрямку. Крім того, одним із ключових факторів у цьому процесі за умов економічної автономії підприємств є оцінка економічної ефективності впроваджуваних енергозберігаючих технологій.

До основних переваг від реалізації стратегії енергозбереження на промисловому підприємстві можна віднести:

- підвищення продуктивності обладнання та зниження енерговитрат на одиницю продукції, що водночас покращує її якість.
- економію енергії та інших ресурсів, що сприяє зниженню матеріальних витрат і собівартості продукції.
- скорочення витрат підприємства на сплату за забруднення довкілля завдяки зменшенню споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Проте реалізація таких стратегій може супроводжуватися низкою негативних наслідків, серед яких:

- зростання загальної вартості основних фондів підприємства.
- збільшення матеріальних витрат, навіть за умов економії енергоресурсів.
- підвищення експлуатаційних витрат на обслуговування нового обладнання.
- необхідність залучення додаткового персоналу для обслуговування енергозберігаючих систем.

Ефективне впровадження стратегії енергозбереження має передбачати всебічний підхід до управлінських завдань і чітку формалізацію її етапів:

1. Розробка системи цільових показників, обчислених на основі індикаторів (параметрів енергетичного стану підприємства). Ці показники служать базою для планування та оцінювання ефективності реалізації заходів з енергозбереження як на рівні підприємства, так і його структурних елементів (енергозабезпечувальних систем, підрозділів, будівель тощо). Вони характеризують як планові, так і фактичні результати виконання стратегічних завдань і потребують щорічного перегляду з урахуванням ряду факторів: відхилень фактичних показників від запланованих за звітний період, аналізу ефективності впроваджених заходів, змін у рівні технічного та технологічного розвитку, економічної ситуації та інших умов.

2. Планування та реалізація як точкових, так і комплексних заходів у сфері енергозбереження. Впровадження заходів повинно ґрунтуватися на чітко визначеному алгоритмі дій із прогнозованим результатом. Всі дії мають відповідати державним і галузевим нормам, бути узгодженими з попередньо прийнятими на підприємстві програмами та стратегіями. Для кожного заходу необхідно визначити відповідальних осіб, обсяг робіт, джерела фінансування та механізми залучення коштів. З огляду на часові обмеження стратегії формується детальний план-графік виконання заходів.

3. Контроль за процесами енергозбереження. Стратегія передбачає впровадження ефективної системи моніторингу, аналізу та ухвалення рішень. Це забезпечить чіткий розподіл зон відповідальності за виконання поставлених завдань, а також дозволить адаптивно управляти процесами енергозбереження з урахуванням потенційних ризиків та низки технічних, організаційних, соціальних і економічних факторів.

Оцінювати ефективність впровадження заходів з енергозбереження можна через аналіз економії енергії як у кількісному, так і у вартісному вираженні. Для порівняння економічних показників до та після реалізації заходів із загальної величини прибутку підприємства виділяється частка, зміни якої безпосередньо пов'язані з впровадженням цих заходів. Розрахунок відбувається за формулою:

$$\Delta P_t = Cf_t \cdot \Delta Qf_t + Ch_t \cdot \Delta Qh_t + Ce_t \cdot \Delta Qe_t + \Delta E_t - (C_t + n \cdot I_t) + \Delta Z_t \quad (1)$$

де Cf_t – ціна умовно заощадженого палива згідно діючих тарифів у році t , грн./т.у.п.; ΔQf_t – скорочення поставки умовного палива для підприємства в році t , т.у.п./рік.; Ch_t – тариф на закупівлю теплової енергії у році t , грн./ГДж; ΔQh_t – скорочене споживання тепла в році t завдяки реалізації енергозберігаючих заходів, ГДж/рік.; Ce_t – тариф на електроенергію від державної енергосистеми у році t , грн./кВт-год; ΔQe_t – скорочення

електроенергії від енергосистеми в році t завдяки заходам з енергозбереження, кВт·год/рік; ΔE_t – зменшення витрат компанії на екологічні платежі завдяки зниженню шкідливих викидів у році t , грн./рік; C_t , I_t – витрати на придбання, встановлення та експлуатацію обладнання в році t , грн.; n – внутрішня норма дохідності; ΔZ_t – скорочені витрати підприємства на експлуатацію за рахунок впроваджених заходів (крім обслуговування нового обладнання) у році t , грн/рік.

Енергоефективність кожного впровадженого заходу E_j можна обчислити за формулою:

$$E_j = E \left(\frac{1}{1 - \frac{\Delta P}{P}} \right) \quad (2)$$

Енергоефективність після впровадження енергозберігаючих заходів є результатом додавання початкової енергоефективності до коефіцієнта, що залежить від відносного рівня енергозбереження. Цей коефіцієнт демонструє, наскільки зростає енергоефективність у межах певного корисного ефекту при відносному енергозбереженні, обчисленому як $\Delta P/P$.

До ключових показників ефективності стратегії енергозбереження для промислових підприємств можна віднести:

- коефіцієнт корисної дії енергетичних установок;
- коефіцієнт ефективного використання енергії;
- коефіцієнт раціонального застосування енергії за видами та параметрами енергоносіїв;
- питоме (фактичне) споживання енергоносіїв;
- питомі витрати енергоресурсів на одиницю готової продукції, а також деталізовані дані щодо основних видів енергоносіїв (електроенергія, паливо, вода).

Розробка заходів з енергозбереження передбачає оптимізацію витрат на їх реалізацію. Оскільки такі заходи мають довготерміновий характер, це завдання ускладнюється через цінову нестабільність. В умовах інфляції необхідно враховувати перспективи економічного розвитку та зміну цін на паливно-енергетичні ресурси для досягнення оптимального рішення.

Одним із базових організаційних документів для оптимізації процесів енергозбереження вважається енергетичний баланс підприємства. Він має включати не лише традиційні дані про обсяги енергоспоживання, але й інформацію про ефективність використання зовнішніх джерел енергії та оцінку внутрішніх витрат.

Такий підхід дозволяє створити структуру прибуткової частини балансу, яка враховує глобальні та локальні обмеження і дозволяє оптимально підібрати джерела енергопостачання.

Прибуткова частина балансу для підприємства-споживача, своєю чергою, визначає кінцевий результат всього технологічного процесу енергозабезпечення.

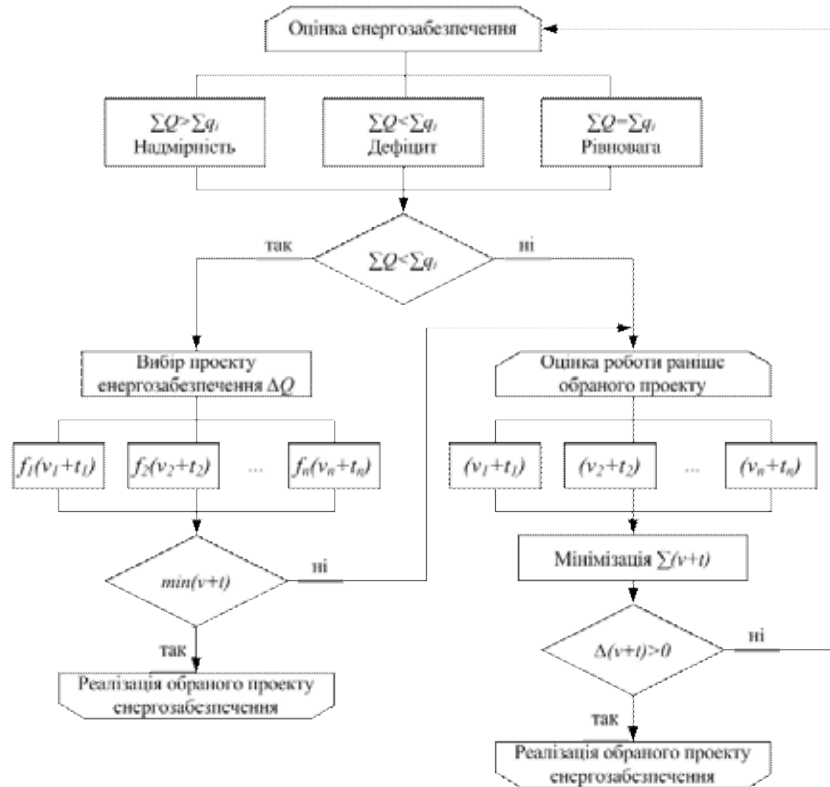
Для більшої деталізації можна аналізувати окремі енергобаланси цехів, виробничих підрозділів або навіть агрегатів і технологічних операцій підприємства. Це створює передумови для побудови ієрархії прийняття рішень у сфері енергозабезпечення.

Для забезпечення безперервної роботи з оптимізації витрат енергії запропоновано алгоритм (рис. 1) формування енергетичного балансу підприємства, включаючи стратегічні проекти з енергозбереження.

Алгоритм передбачає ітераційне узгодження надходжень та витрат ресурсів з урахуванням умов технологічних потреб підприємства, виконання виробничих планів і можливого нарощування об'ємів випуску продукції.

Висновки. У підсумку можна виділити такі особливості реалізації стратегії енергозбереження на промислових підприємствах України:

- системний підхід із чітко прописаним алгоритмом дій;
- постійний моніторинг і оцінка результативності заходів з підвищення енергоефективності;
- адаптивність до внутрішніх та зовнішніх змін;



Q – пропозиція енергоресурсів для підприємства, q_i – попит підприємства на енергоресурси, v_i – витрати енергоресурсів за i -м проектом енергозбереження, t_i – витрати за i -м проектом енергозбереження

Рисунок 1 – Алгоритм формування енергетичного балансу промислового підприємства

– відповідність стратегіям, програмам і управлінським рішенням, прийнятим раніше;
– дотримання вимог нормативно-правових документів і узгодженість із енергетичною політикою підприємства.

Алгоритм формування енергетичного балансу промислового підприємства пропонує моделювання взаємозв'язку між пропозицією енергоресурсів (Q), попитом на них з боку підприємства (q_i), а також витратами енергоресурсів (v_i) та загальними витратами (t_i) в межах i -го проекту енергозбереження.

Зазначені підходи можуть бути застосовані для комплексного вирішення завдань автоматизації, інтеграції, прогнозування та оптимізації процесів енергозбереження на промислових підприємствах. Це обумовлено можливістю використання як національних, так і міжнародних стандартів, що забезпечує гнучкість і ефективність у впровадженні таких рішень.

Бібліографічний перелік

1. Мокін Н., Бондаренко В. Заходи з енергоефективності та екологічна продуктивність українських підприємств. E3S Webof Conferences. 2021. № 233. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123301050>.
2. Kemfert C., Truong T. P., Brauers H. Economic and environmental impacts of energy efficiency policies. Energy Efficiency. 2021. № 14(2). P. 271-287.
3. Nordhaus W.D. Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. American Economic Journal: Economic Policy. 2020. No 12(3). P. 1-41.
4. Aghion P., Dechezleprêtre A., Hemous D., Martin R., Van Reenen J. Environmental Regulation And Innovation: A review of the empirical evidence. Annual Review of Economics. 2020. No 12. P. 195-221. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080819-023912>
5. Геєць В.М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні. Вісник НАН України. 2016. № 2. С. 46-53.

6. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2014. 346 с.
7. Докуніна К.І. Теоретичні аспекти формування економічного механізму енергозбереження. Комунальне господарство міст. 2012. № 106. С. 341-350.
8. Іпполітова І.Я. Формування організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015. Випуск 8. С. 406-411.
9. Скрипник Д.М. Організаційно-економічний механізм формування енергоефективної моделі розвитку національної економіки: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 073 Менеджмент. Сумський національний аграрний університет, Суми, 2021. URL: https://science.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/11/annotation_skrypnyk-D.pdf.
10. Михайленко І.Д. Політика енергозбереження, потенціальні можливості енергозбереження в Україні. Енергосбережение. 2006. № 1. С. 3-8.
11. Микитенко В.В. Енергоефективність промислового виробництва: монографія. Київ: Об'єднаний інститут економіки, 2004. 281 с.
12. Про енергетичну ефективність: Закон України № 1818-IX від 09.11.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#n436>.
13. Неміш П.Д. Сутність, оцінка та напрями підвищення ефективності механізму енергозбереження АПК. Інноваційна економіка. 2013. № 7 (45). С. 46-53.
14. Сердюк Т.В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження в промисловості: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. 154 с.
15. International Energy Agency. World Energy Investment 2023. Flagship report. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>.
16. International Energy Agency. Energy efficiency 2022. URL: <https://www.iea.org/news/global-energy-efficiency-progress-is-accelerating-signalling-a-potential-turning-point-after-years-of-slow-improvement>.
17. Energy efficiency in Ukraine. 2021. URL: <https://unece.org/energy-efficiency-ukraine>.
18. Чистов Ю.І. Сутність механізму енергозбереження та його багатогранна природа. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. Хмельницький: 2010. № 5. С. 341-44.
19. Kals J., Würtenberger K. IT-unterstütztes Energiemanagement in: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik HMD, Heft 285/2012. P. 73-81.
20. Гнідий М.В. Методологія визначення теоретичного потенціалу енергозбереження на різних рівнях управління економікою. Проблеми загальної енергетики. 2007. № 15. С. 1-21.
21. Вовк Ю. Організаційно-економічний механізм управління раціональним використанням ресурсів [Електронний ресурс]: Соціально-економічні проблеми і держава. 2011. Вип. 1 (40). Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11vuygrv.pdf>.
22. Проект Плану відновлення України: Матеріали робочої групи «Аудиту збитків, понесених внаслідок війни». Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Київ, 2022. 86 с.
23. Вокс Україна. Збитки промисловості через війну: аналітика, економіка. 2022. URL: <https://voxukraine.org/zbytku-promyslovosti-cherez-vijnu/>.
24. Микитенко В.В. Повоєнне відновлення та розвиток критичної інфраструктури України. Вісник економічної науки України. 2023. № 1 (44). С. 124-138. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).124-138](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).124-138).
25. CID: Center for Innovations Development. Стан та потреби бізнесу в Україні: секторальний розріз. Центр розвитку інновацій, Офіс з розвитку підприємництва та експорту. 2022. URL: <https://cid.center/state-and-needs-of-business-in-ukraine-sectoral-analysis-september-2022/>.
26. Ben Cahill, Allegra Dawes. Developing Renewable Energy in Ukraine. Center for Strategic and International Studies. 2022. URL: <https://www.csis.org/analysis/developing-renewable-energy-ukraine>.

References

1. Mokin N., Bondarenko V. Energy efficiency measures and environmental productivity of Ukrainian enterprises. E3S Web of Conferences. 2021. No. 233. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123301050>.
2. Kemfert C., Truong T. P., Brauers H. Economic and environmental impacts of energy efficiency policies. Energy Efficiency. 2021. No. 14(2). P. 271-287.
3. Nordhaus W.D. Climate clubs: Overcoming free-riding in international climate policy. American Economic Journal: Economic Policy. 2020. No 12(3). P. 1-41.
4. Aghion P., Dechezleprêtre A., Hemous D., Martin R., Van Reenen J. Environmental Regulation And Innovation: A review of the empirical evidence. Annual Review of Economics. 2020. No. 12. P. 195-221. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080819-023912>

5. Geets V.M. Development and interaction of economic and energy policies in Ukraine. Bulletin of the NAS of Ukraine. 2016. No. 2. P. 46-53.
6. Dzhezdzhula V.V. Energy saving of industrial enterprises: methodology of formation, management mechanism: monograph. Vinnytsia: VNTU, 2014. 346 p.
7. Dokunina K.I. Theoretical aspects of the formation of an economic mechanism of energy saving. Municipal economy of cities. 2012. No. 106. P. 341-350.
8. Ippolitova I.Ya. Formation of an organizational and economic mechanism for energy saving at an enterprise. Global and national problems of the economy. 2015. Issue 8. P. 406-411.
9. Skrypnyk D.M. Organizational and economic mechanism for the formation of an energy-efficient model of national economy development: dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 073 Management. Sumy National Agrarian University, Sumy, 2021. URL: https://science.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2021/11/annotation_skrypnyk-D.pdf.
10. Mykhailenko I.D. Energy saving policy, potential energy saving opportunities in Ukraine. Energy Saving. 2006. No. 1. P. 3-8.
11. Mykytenko V.V. Energy efficiency of industrial production: monograph. Kyiv: United Institute of Economics, 2004. 281 p.
12. On energy efficiency: Law of Ukraine No. 1818-IX of 09.11.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#n436>.
13. Nemish P.D. The essence, assessment and directions of increasing the efficiency of the energy saving mechanism of the agricultural complex. Innovative economy. 2013. No. 7 (45). P. 46-53.
14. Serdyuk T.V. Organizational and economic mechanism of energy saving in industry: monograph. Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia, 2005. 154 p.
15. International Energy Agency. World Energy Investment 2023. Flagship report. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>.
16. International Energy Agency. Energy efficiency 2022. URL: <https://www.iea.org/news/global-energy-efficiency-progress-is-accelerating-signalling-a-potential-turning-point-after-years-of-slow-improvement>.
17. Energy efficiency in Ukraine. 2021. URL: <https://unece.org/energy-efficiency-ukraine>.
18. Chistov Y.I. The essence of the energy saving mechanism and its multifaceted nature. Bulletin of Khmelnytsky National University. Economic Sciences. Khmelnytsky: 2010. No. 5. P. 341-44.
19. Kals J., Würtenberger K. IT-unterstütztes Energiemanagement in: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik HMD, Heft 285/2012. P. 73-81.
20. Gnidy M.V. Methodology for determining the theoretical potential of energy savings at different levels of economic management. Problems of general energy. 2007. No. 15. P. 1-21.
21. Vovk Yu. Organizational and economic mechanism for managing the rational use of resources [Electronic resource]: Socio-economic problems and the state. 2011. Issue 1 (40). Access mode: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11/vyryvr.pdf>.
22. Draft of the Recovery Plan of Ukraine: Materials of the working group "Audit of damage incurred as a result of the war". National Council for the Recovery of Ukraine from the Consequences of the War. Kyiv, 2022. 86 p.
23. Vox Ukraine. Industrial losses due to war: analytics, economics. 2022. URL: <https://voxukraine.org/zbytky-promyslovosti-cherez-vijnu/>.
24. Mykytenko V.V. Post-war restoration and development of critical infrastructure of Ukraine. Bulletin of Economic Science of Ukraine. 2023. No. 1 (44). P. 124-138. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1\(44\).124-138](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2023.1(44).124-138).
25. CID: Center for Innovations Development. State and needs of business in Ukraine: sectoral breakdown. Innovation Development Center, Office for Entrepreneurship and Export Development. 2022. URL: <https://cid.center/state-and-needs-of-business-in-ukraine-sectoral-analysis-september-2022/>.
26. Ben Cahill, Allegra Dawes. Developing Renewable Energy in Ukraine. Center for Strategic and International Studies. 2022. URL: <https://www.csis.org/analysis/developing-renewable-energy-ukraine>.

Bashliy Serhiy, associate professor, candidate of technical sciences, Zaporizhzhia National University, ORCID: 0000-0001-9377-4037;

Nikolenko Anatoly, associate professor, candidate of technical sciences, Ukrainian State University of Science and Technology, ORCID: 0000-0003-3808-4249;

Kovalenko Inna, lecturer, Department of information economics, entrepreneurship and finance, Zaporizhzhia National University, ORCID: 0009-0001-1526-4610;

Titov Anatoly, second (master's) level higher education student, Zaporizhzhia National University

Chikalovets Yaroslav, second (master's) level higher education student, Zaporizhzhia National University, ORCID: 0009-0002-3705-5227.

ENERGY SAVING STRATEGY AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

The implementation of an energy saving strategy at industrial enterprises is a key component of energy efficiency management, taking into account the specific operational characteristics of the enterprise's energy systems.

This work provides a detailed analysis of the processes involved in developing and implementing such strategies aimed at the long-term rational use of energy resources.

An analysis of expenditures in the production, distribution, and consumption of electricity reveals that the majority of losses (up to 90%) occur at the consumption stage, while transmission losses account for only 9–10%. This underscores the necessity of focusing primary efforts on improving the efficiency of end-use energy consumption.

A primary direction in this context should be the development and comprehensive implementation of organizational, technological, and techno-economic measures, unified into a single energy saving strategy.

Special attention is devoted to identifying key energy saving measures based on the adoption of advanced energy consumption technologies that influence the formation of the chosen strategy.

The stages of strategy implementation are outlined, including the development of a performance indicator system and an algorithm for assessing the effectiveness of implemented measures. It is demonstrated that the fundamental principle in justifying energy saving initiatives is the optimization of implementation costs.

An effective energy saving regime is particularly important for equipment with variable load levels, such as conveyors, pumps, and fans. Capacitor units and frequency-controlled drives are widely used to reduce energy losses.

A balance-based approach is proposed to optimize energy saving processes. A mechanism for constructing this balance is defined, based on iterative coordination of energy inflows and consumption within the enterprise. This approach takes into account internal technological needs, production plan execution, and potential production expansion—while simultaneously ensuring energy supply stability.

Keywords: energy balance of the enterprise, energy efficiency of the enterprise, strategy for implementing energy saving.