Економіка

УДК 658.26:330.15:664

Ладижинський Ілля Вікторович
аспірант, здобувач PhD спеціальності Економіка (051)
Державного біотехнологічного університету
Ladyzhynskyi Illia
Postgraduate Student, PhD candidate (specialty Economics (051)) of the
State Biotechnological University
ORCID: 0009-0009-1538-4776

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИНЦИПІВ ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВИХ ЛАНЦЮГІВ
ENERGY MANAGEMENT AS A TOOL FOR IMPLEMENTING GREEN ECONOMY PRINCIPLES IN AGRI-FOOD CHAIN ENTERPRISES

Анотація. *Вступ. У сучасних умовах глобальної економічної нестабільності, та пов'язаних з її подоланням трансформації економічних систем у напрямку сталого розвитку, питання енергоефективності та раціонального використання ресурсів набувають стратегічного значення. Особливої актуальності ці питання набувають для енергоємних галузей, зокрема агропромислового комплексу, де частка енергетичних витрат у собівартості продукції може сягати 18-35%. Для нашої країни це питання набуло особливої гостроти в контексті повномасштабної війни та руйнування інфраструктури. Україна, маючи одну з найбільш енергоємних економік світу (показник енергоємності ВВП у 2-2,7 рази перевищує середньоєвропейський), володіє значним потенціалом енергозбереження, що оцінюється у 25-30% для харчової*

промисловості. У контексті євроінтеграції та впровадження вимог Європейського зеленого курсу, енергетичний менеджмент стає не лише інструментом оптимізації витрат, а й необхідною умовою забезпечення конкурентоспроможності та доступу до міжнародних ринків.

Мета. Дослідження спрямоване на обґрунтування ролі енергетичного менеджменту як системного інструменту впровадження принципів зеленої економіки на підприємствах агропромислових ланцюгів, зазначення специфіки його впровадження у кондитерській промисловості та надання деяких практичних рекомендацій щодо підвищення енергетичної ефективності виробництва.

Завдання: систематизувати підходи до питання енергетичного менеджменту, проаналізувати відповідне законодавство, обґрунтувати основу, розробити модель, визначити бар'єри на шляху впровадження системи енергетичного менеджменту та драйвери впровадження.

Матеріали і методи. Дослідження базується на аналізі міжнародних стандартів енергетичного менеджменту (ISO 50001:2018), директив ЄС з енергоефективності (2012/27/EU, 2023/1791/EU), національного законодавства України у сфері енергоефективності, статистичних даних Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, Євростату, Міжнародного енергетичного агентства (IEA), FAO (2024). Використано методи системного аналізу, компаративістики, економіко-статистичного аналізу та узагальнення практичного досвіду європейських підприємств харчової промисловості.

Результати. У статті систематизовано концептуальні підходи до енергозбереження та енергоефективності, підходи до енергоменеджменту в контексті зеленої економіки та в умовах декарбонізації економіки, проведено аналіз еволюції законодавства України в сфері енергозбереження. Визначено концепцію енергетичного менеджменту як інституційну основу реалізації політики

енергоефективності, що охоплює стратегічні, операційні, організаційно-культурні та технологічні аспекти управління енергоспоживанням підприємства. Проаналізовано п'ятиетапну модель впровадження систем енергетичного менеджменту,, адаптовану до специфіки підприємств агропромислового комплексу. Визначено ключові бар'єри впровадження (технологічні, економічні, організаційні, регуляторні) та драйвери (регуляторний тиск ЄС, механізм CBAM, вимоги ESG, доступ до зеленого фінансування) енергоефективності в українському контексті, адаптовано модель впровадження енергетичного менеджменту для підприємств харчової промисловості.

Перспективи. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку практичних підходів до оцінки та підвищення енергетичної ефективності підприємств харчової та кондитерської галузі, галузево-специфічних методик оцінки ефективності та результативності впровадження систем енергетичного менеджменту, вивчення потенціалу впровадження цифрових технологій, а також аналіз механізмів утилізації вторинних енергетичних ресурсів у кондитерській промисловості.

Ключові слова: *енергетичний менеджмент, енергоефективність, зелена економіка, агропромислові ланцюги, кондитерська промисловість, ISO 50001, циркулярна економіка, Європейський зелений курс, декарбонізація.*

Summary. *Introduction. In the current context of global economic instability and the associated transformation of economic systems towards sustainable development, issues of energy efficiency and rational resource use are gaining strategic importance. These issues are particularly relevant for energy-intensive industries, specifically the agro-industrial complex, where the share of energy costs in production costs can reach 18-35%. For our country, this issue has become especially acute in the context of full-scale war and*

infrastructure destruction. Ukraine, having one of the most energy-intensive economies in the world (GDP energy intensity indicator is 2-2.7 times higher than the European average), possesses significant energy saving potential, estimated at 25-30% for the food industry. In the context of European integration and implementation of European Green Deal requirements, energy management becomes not only a cost optimization tool but also a necessary condition for ensuring competitiveness and access to international markets.

Purpose. The research aims to substantiate the role of energy management as a systematic tool for implementing green economy principles in agri-food chain enterprises, identify specifics of its implementation in the confectionery industry, and provide practical recommendations for improving production energy efficiency.
Tasks: to systematize approaches to energy management issues, analyze relevant legislation, substantiate the foundation, develop a model, identify barriers to energy management system implementation, and determine implementation drivers.

Materials and methods. The study is based on analysis of international energy management standards (ISO 50001:2018), EU energy efficiency directives (2012/27/EU, 2023/1791/EU), Ukrainian national legislation on energy efficiency, statistical data from the State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine, Eurostat, International Energy Agency (IEA), and FAO (2024). Methods of system analysis, comparative studies, economic-statistical analysis, and generalization of European food industry enterprises' practical experience were used.

Results. The article systematizes conceptual approaches to energy saving and energy efficiency, approaches to energy management in the context of green economy and economic decarbonization conditions, and analyzes the evolution of Ukrainian legislation in the field of energy saving. The concept of energy management is defined as the institutional basis for implementing

energy efficiency policy, covering strategic, operational, organizational-cultural, and technological aspects of enterprise energy consumption management. A five-stage model for implementing energy management systems, adapted to the specifics of agro-industrial complex enterprises, is analyzed. Key implementation barriers (technological, economic, organizational, regulatory) and drivers (EU regulatory pressure, CBAM mechanism, ESG requirements, access to green financing) of energy efficiency in the Ukrainian context are identified, and an energy management implementation model for food industry enterprises is adapted.

Discussion. Further research should be directed towards developing practical approaches to assessing and improving energy efficiency of food and confectionery industry enterprises, industry-specific methodologies for evaluating the effectiveness and performance of energy management system implementation, studying the potential for digital technology implementation, and analyzing mechanisms for utilizing secondary energy resources in the confectionery industry.

Key words: *energy management, energy efficiency, green economy, agri-food chains, confectionery industry, ISO 50001, circular economy, European Green Deal, decarbonization.*

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується глибокими структурними трансформаціями, зумовленими загостренням екологічних проблем, обмеженістю енергетичних ресурсів та посиленням конкуренції на глобальних ринках. У цьому контексті енергоефективність підприємств та організацій стає не лише питанням економічної доцільності, а й стратегічним пріоритетом національної економічної політики та корпоративного управління.

Світова економіка рухається до моделі "net zero", що передбачає радикальне зниження невикористаних відходів виробництв та вуглецевого сліду .

За оцінками IEA (Міжнародного Енергетичного Агентства), у 2024 році глобальна енергоємність знизилась лише на 1%, що становить половину середньорічного темпу покращення за період 2010-2019 років. Водночас, згідно з даними IEA Energy Efficiency 2024, комбіновані державні та приватні інвестиції в енергоефективність досягли рекордних 660 млрд доларів США, що перевищує інвестиції в нафтогазовий сектор на 10%.

Таблиця 1

Динаміка глобальної енергоємності та інвестицій в енергоефективність (2019-2024)

Показник	2019	2022	2024	Зміна 2024/2019, %
Темп покращення енергоємності, %	2	1,2	1	-50
Інвестиції в енергоефективність, млрд USD	445	660	660	48,3
Частка в загальних енергоінвестиціях, %	42	48	50	+8%
Сертифікати ISO 50001, тис. од.	25	35	38+	52

Джерело: складено автором на основі IEA Energy Efficiency 2024 [43]; ISO Survey 2024 [44]; Natural Resources Canada, 2024 [45]

Енергоємність української економіки у 2018 році становила 0,25 тонн нафтового еквіваленту (toe) на тисячу доларів США за паритетом купівельної спроможності (ПКС), що було вдвічі вище за світовий середній показник (0,11 toe/1000 USD) [3].

Особливу актуальність питання енергоефективності набувають для агропромислового сектору, зокрема харчової та кондитерської

промисловості. За даними FAO (2024), виробництво продуктів харчування та їх переміщення від ферм до споживачів становить близько 30% глобального споживання енергії та спричиняє 31% викидів парникових газів [1].

Для українського АПК, частка якого у експорті досягла 48% (Національний банк України, 2023), енергоефективність стає ключовим фактором конкурентоспроможності.

Впровадження Механізму транскордонного вуглецевого коригування (CBAM) Євросоюзом створює нові економічні реалії для українських експортерів. Так, ризики додаткових податків можуть призвести до додаткових витрат від 5% до 15% вартості експорту.

У цьому контексті енергетичний менеджмент (EnMS) як системний підхід до управління енергоспоживанням перестає бути просто інструментом економії витрат, та фактично стає критично важливим інструментом забезпечення конкурентоспроможності підприємств та їх інтеграції у глобальні ланцюги постачання, залучення інвестицій для відбудови.

Проте, незважаючи на очевидну актуальність, рівень впровадження систем енергетичного менеджменту на українських підприємствах залишається низьким, що обумовлює необхідність поглибленого дослідження теоретико-методологічних та практичних аспектів даної проблематики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та практичні аспекти енергозбереження та енергетичного менеджменту знайшли відображення у працях вітчизняних та зарубіжних учених.

Концептуальні основи енергозбереження досліджувались у працях Бушми В.М. [6], Гордієнко О.С. [7], Гнідого М.В. [8], які розглядали енергозбереження з позицій технологічного та економічного підходів. Захарова О.В. [9] акцентувала увагу на необхідності впровадження

енергетичного менеджменту як системи методів, що дозволяють підприємству з найменшими витратами впровадити концепцію енергозбереження. Гаприндашвілі Б.В. [10] визначав енергозбереження як комплекс організаційних, наукових, економічних, екологічних і технологічних дій.

Методологічні аспекти енергетичного менеджменту висвітлено у роботах Бакаліна Ю.І. [22], Маляренко В.А. [34], Каїри Л.Г. [35], які розробили практичні підходи до організації систем енергоменеджменту на промислових підприємствах. Також було запропоновано комплексний підхід до енергозбереження та енергетичного менеджменту у промисловості.

Касьянова Н.В. [12; 21] дослідила впровадження стратегії енергозбереження на промислових підприємствах, підкресливши роль енергетичного менеджменту у цьому процесі.

Питання трансформації агропродовольчих систем у контексті зеленої економіки досліджувались у роботах D'Amato et al. (2017) [37], Kirchherr et al. (2017) [38], Geissdoerfer et al. (2020) [39; 40], Ghisellini et al. (2016) [41], а також у звітах міжнародних організацій – FAO [1; 15], UNEP [29], Ellen MacArthur Foundation [36].

На міжнародному рівні методологічні основи енергетичного менеджменту закладено у стандарті ISO 50001:2018 [23], директивах ЄС з енергоефективності [13; 18; 19], дослідженнях Міжнародного Енергетичного Агентства [3], також в цих дослідженнях аналізуються глобальні тренди енергоспоживання та інвестицій.

Сучасні наукові дискурси (за даними FAO, UNEP) зміщують акцент з ізольованих заходів з енергозбереження на комплексний управлінський підхід. Важливим аспектом є поєднання концепцій зеленої економіки та "Industry 4.0", де енергетичний менеджмент інтегрується в загальну систему управління якістю та стійкістю підприємства.

Однак, залишається недостатньо дослідженою специфіка впровадження систем енергетичного менеджменту на підприємствах агропромислових ланцюгів України в контексті реалізації принципів зеленої економіки та адаптації до вимог європейського законодавства.

Метою статті є обґрунтування енергетичного менеджменту як системного інструменту реалізації принципів зеленої економіки на підприємствах агропромислових ланцюгів, виявлення специфіки його впровадження в умовах євроінтеграційних процесів, з урахуванням викликів воєнного часу .

Для досягнення мети статті сформовані завдання:

- систематизувати концептуальні підходи до енергозбереження та енергоефективності в контексті зеленої економіки;

- провести аналіз еволюції законодавчої бази України у сфері енергоефективності та процес її гармонізації з європейським законодавством;

- обґрунтувати енергетичний менеджмент як інституційну основу реалізації принципів зеленої економіки;

- адаптувати поетапну модель впровадження систем енергетичного менеджменту для підприємств кондитерської промисловості;

- ідентифікувати бар'єри та драйвери впровадження енергоефективних практик в контексті українського АПК.

Матеріали і методи. Дослідження базується на аналізі міжнародних стандартів енергетичного менеджменту (ISO 50001:2018), директив ЄС з енергоефективності (2012/27/EU, 2023/1791/EU), національного законодавства України у сфері енергоефективності, статистичних даних Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, Євростату, Міжнародного енергетичного агентства (IEA), FAO (2024). Використано методи системного аналізу, компаративістики, економіко-

статистичного аналізу та узагальнення практичного досвіду європейських підприємств харчової промисловості.

Виклад основного матеріалу. У сучасному науковому дискурсі відбувається зміна розуміння категорій "енергозбереження" та "енергоефективність" від суто технічних характеристик до комплексних економічних інструментів сталого розвитку, у контексті моделі зеленої економіки.

За визначенням ДСТУ 2420-94 [16], енергоефективність характеризує "ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту", що підкреслює її якісну природу. Водночас енергозбереження визначається як "діяльність, спрямована на ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів" [5].

Їх ключова відмінність: енергоефективність – це якісна характеристика, енергозбереження – фіксує результат зниження споживання енергії.

У міжнародній практиці термін "energy efficiency" пов'язується з реалізацією технічних та організаційно-управлінських заходів без погіршення якості продукції.

Систематизація наукових підходів виявила п'ять основних парадигм розуміння енергозбереження: технологічну (Бушма В.М. [6], Гордієнко О.С. [7]), економічну (Захарова О.В. [9]), екологічну (Гаприндашвілі Б.В. [10]), системно-управлінську (базується на ISO 50001 [23]) та інституційну (розглядає енергозбереження як елемент державної політики).

У контексті зеленої економіки енергоефективність набуває нового виміру, стаючи інтегральним показником технологічного рівня економіки, екологічної відповідальності та соціальної стійкості підприємств.

Міжнародне Енергетичне Агентство визначає енергоефективність як "критично важливий інструмент для зменшення тиску на систему постачання енергоресурсів" [3]. За їх оцінками, глобальна енергетична

система є вразливою до короткострокових шоків, а енергоефективність виступає ключовим механізмом підвищення енергетичної безпеки.

Формування національної політики енергоефективності пройшло три етапи: початковий (Закон "Про енергозбереження" 1994 [5]), перехідний (імплементація вимог Енергетичного Співтовариства 2015-2020) та євроінтеграційний (Закон "Про енергетичну ефективність" 2021 [17]).

Якісний перехід від лиш визначення правових, економічних та організаційних засад регулювання питань енергозбереження до повної гармонізації з acquis communautaire ЄС відбувся саме з прийняттям Закону України "Про енергетичну ефективність" (2021, № 1818-IX). Цей закон імплементує положення Директиви 2012/27/EU про енергоефективність [13], Директиви 2009/125/ЄС про екодизайн [18] та Регламенту (ЄС) 2017/1369 про енергетичне маркування [20].

Ключові новації Закону 2021 року включають:

1. Встановлення цільових показників: індикативна національна ціль щодо скорочення кінцевого споживання енергії у розмірі не менше 9% до 2030 року порівняно з середнім показником 2016-2018 років.

2. Обов'язковість енергоаудиту: великі підприємства (понад 250 працівників та річний дохід понад 50 млн євро) зобов'язані проводити енергоаудит кожні чотири роки. Підприємства, що впровадили ISO 50001, звільняються від цієї вимоги.

3. Розвиток ЕСКО-механізму: енергосервіс визначається як підприємницька діяльність, що передбачає оплату за отримані результати з енергоефективності, з поверненням інвестицій за рахунок досягнутої економії.

4. Екодизайн та енергомаркування: впровадження механізмів, що стимулюють вибір більш ефективного обладнання та створюють прозорість для споживачів.

Для підприємств харчової промисловості критичною є Стратегія "Від ферми до виделки" (Farm-to-Fork Strategy) [31], яка передбачає скорочення використання пестицидів на 50%, зменшення використання добрив на 20% та збільшення частки органічного землеробства до 25% до 2030 року, що вимагає комплексної трансформації агропродовольчих ланцюгів, включаючи енергетичний компонент.

Енергетичний менеджмент являє собою інтегровану організаційно-економічну систему, що забезпечує планування, моніторинг, аналіз і безперервне вдосконалення енергетичних показників діяльності підприємства, а також організацію, мотивацію щодо раціонального використання енергетичних ресурсів [22].

На відміну від фрагментарних енергозберігаючих заходів, енергетичний менеджмент передбачає системний підхід до управління енергоспоживанням на всіх рівнях організації.

Систематизація підходів до енергетичного менеджменту дозволяє розглядати енергетичний менеджмент у концептуальному вимірі, він охоплює чотири взаємопов'язані аспекти:

1. Стратегічний аспект включає інтеграцію енергетичної політики в загальну стратегію підприємства, формування довгострокового бачення енергетичної ефективності, узгодження енергетичних цілей з бізнес-цілями та забезпечення комплаєнсу з міжнародними стандартами.

2. Операційний аспект передбачає перехід від реактивного до проактивного управління енергоспоживанням, систематичний моніторинг та аналіз енергетичних потоків, оптимізацію режимів роботи обладнання та впровадження кращих практик.

3. Організаційно-культурний аспект фокусується на формуванні культури раціонального використання енергії, підвищенні компетентності персоналу, створенні системи мотивації та розвитку енергетичної свідомості працівників.

4. Технологічний аспект охоплює впровадження систем обліку та моніторингу, використання цифрових технологій для аналізу даних, планування модернізації обладнання та інтеграцію відновлюваних джерел енергії.

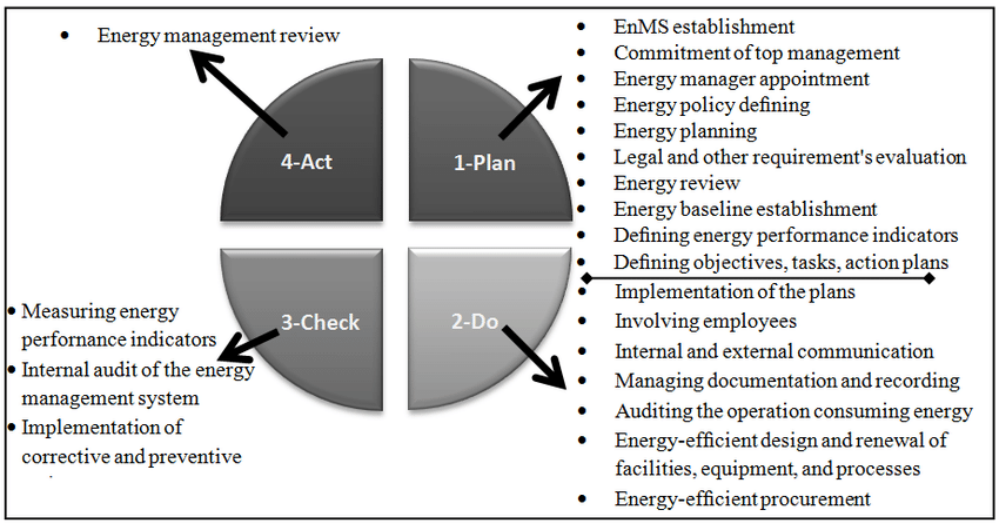


Рис. 1. Цикл PDCA для енергетичного менеджменту (ISO 50001)

Джерело: складено автором на основі [42]

Міжнародний стандарт ISO 50001:2018 [23] встановлює системні вимоги до енергетичного менеджменту, базуючись на методології циклу Демінга (PDCA): Plan-Do-Check-Act.

Стандарт встановлює обов'язкові елементи системи, включаючи енергетичну політику, енергетичне планування, енергетичний огляд, енергетичні цілі та показники, операційний контроль, моніторинг та вимірювання.

Для підприємств харчової та кондитерської промисловості енергетичний менеджмент має особливе значення через високу енергоємність технологічних процесів. За даними U.S. Energy Information Administration [14], підприємства харчових послуг майже в чотири рази більш енергоємні, ніж комерційні будівлі, споживаючи в середньому 263 MBtu/sf порівняно з 70 Mbtu/sf.

Європейська практика свідчить, що впровадження систем енергетичного менеджменту дозволяє знизити енергоспоживання підприємств у середньому на 10-15% без значних інвестицій та забезпечити прогнозованість енергетичних витрат. При комплексній модернізації обладнання скорочення енергоспоживання може досягати 25-40% (рис. 2) [34].

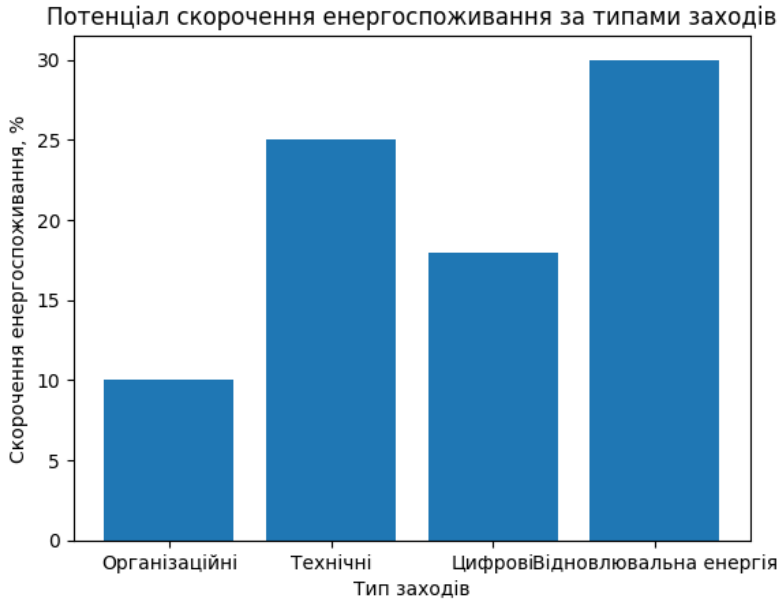


Рис. 2. Потенціал скорочення енергоспоживання по типам заходів

Джерело: складено автором на основі [34]

На основі аналізу міжнародної практики та адаптації до специфіки підприємств кондитерської промисловості розроблено п'ятиетапну модель впровадження систем енергетичного менеджменту:

Етап 1. Підготовка та ініціація (3-6 місяців)

Ключові дії: отримання зобов'язання вищого керівництва, створення енергетичної команди, призначення енергоменеджера, попередній аналіз структури енергоспоживання, оцінка ризиків енергопостачання (включаючи воєнні ризики), розробка енергетичної політики, планування ресурсів.

Очікувані результати: затверджена енергетична політика,

сформована енергетична команда з визначеними ролями, виділені ресурси, розроблений план впровадження.

Етап 2. Енергетичне планування (6-9 місяців)

Ключові дії: детальний енергетичний огляд (енергоаудит), збір та аналіз даних про енергоспоживання за 3-5 років, ідентифікація значущих видів енергоспоживання (SEU), встановлення енергетичних базових ліній (EnB), розробка енергетичних показників результативності (EnPI), визначення можливостей покращення, встановлення енергетичних цілей, розробка планів дій.

Очікувані результати: детальна енергетична карта підприємства, перелік значущих енергоспоживань, встановлені базові лінії та показники результативності, ідентифіковано 15-25 можливостей для покращення, розроблено плани дій з пріоритетними заходами.

Етап 3. Впровадження та операційний контроль (9-18 місяців)

Ключові дії: встановлення систем моніторингу та обліку енергоспоживання, впровадження операційного контролю за значущими енергоспоживаннями, реалізація пріоритетних заходів, розробка операційних процедур, навчання персоналу, встановлення каналів комунікації, документування системи.

Очікувані результати: функціонуюча система моніторингу, впроваджені операційні процедури, реалізовано 5-10 пріоритетних енергозберігаючих заходів, навчений персонал, задокументована система.

Етап 4. Перевірка та аналіз (постійна діяльність з 12-го місяця)

Ключові дії: регулярний моніторинг енергетичних показників, аналіз відхилень від базових ліній, проведення внутрішніх аудитів, періодичний аналіз з боку керівництва, оцінка ефективності впроваджених заходів, калібрування вимірювального обладнання.

Очікувані результати: регулярні звіти про енергетичну результативність, виявлення відхилень та їх причин, звіти внутрішніх

аудитів, протоколи аналізу з боку керівництва, скориговані цілі та плани дій.

Етап 5. Безперервне вдосконалення (постійна діяльність)

Ключові дії: коригувальні та запобіжні дії при виявленні невідповідностей, оновлення енергетичних цілей, розробка нових планів дій, впровадження інноваційних технологій, постійне навчання персоналу, обмін досвідом з кращими практиками.

Очікувані результати: постійне зниження енергоємності виробництва, регулярне досягнення встановлених енергетичних цілей, інтеграція енергоефективності в організаційну культуру, підвищення конкурентоспроможності підприємства.

Ця модель базується на циклі Демінга (PDCA) і забезпечує безперервне вдосконалення енергетичної результативності підприємства.

Аналіз практики впровадження систем енергетичного менеджменту виявив низку бар'єрів на шляху впровадження, а також драйверів (чинників), що сприяють впровадженню таких систем, специфічних для українського контексту.

Так, основними бар'єрами є:

Економічні: високі початкові інвестиції (обладнання для рекуперації тепла: 150-350 €/кВт, біогазові установки: 3,500-6,500 €/кВт), що для малих та середніх підприємств становить 15-35% річного обороту; тривалий термін окупності (3,5-6,5 років для складних систем); обмежений доступ до фінансування через недостатній розвиток механізмів зеленого фінансування в Україні та високі відсоткові ставки (мінімум 16-22% річних).

Технологічні: застаріла інфраструктура (середній вік обладнання 18-25 років), складність інтеграції нових систем у стару інфраструктуру, обмеженість технологій для специфічних потоків, недостатня автоматизація.

Організаційні: брак кваліфікованих кадрів з енергоменеджменту, низька обізнаність керівництва про можливості, організаційна інертність, фокус на короткострокових результатах.

Регуляторні: недосконале законодавство (класифікація побічних продуктів як "відходів"), складні дозвільні процедури, тривалість погоджень (6-18 місяців), низькі екологічні штрафи та збори.

Ключові драйвери що спонукають впроваджувати системи енергетичного менеджменту:

Регуляторний тиск: впровадження EU CBAM з 2026-2027 років, що створює додаткові витрати від 5% до 15% вартості експорту для енергоємних виробництв; посилення екологічних стандартів ЄС; вимоги Директиви 2012/27/EU щодо обов'язкових енергоаудитів.

Економічні стимули: зростання цін на енергоносії (2020-2023: +180% газ, +65% електроенергія); доступ до "зелених" кредитів з пільговими ставками (на 1,5-2,5% нижчі); програми Фонду енергоефективності України (до 35% вартості проекту) [43]; міжнародні грантові програми (USAID, GIZ, UNDP, EBRD).

Репутаційні вигоди: вимоги міжнародних роздрібних мереж (Carrefour, Metro, Tesco) [33]; зростаючий споживчий попит на екологічну продукцію (понад 60% європейських споживачів готові платити премію 5-15%); ESG-рейтинги та доступ до капіталу; конкурентна перевага на міжнародних ринках.

Технологічний прогрес: здешевлення відновлювальних джерел енергії, розвиток цифрових технологій (IoT, AI, Digital Twins) для оптимізації ресурсів, доступність сучасного енергоефективного обладнання.

Для України характерним є високий потенціал енергозбереження саме в агропромисловому секторі, зокрема в харчовій промисловості, де питомі витрати енергії на 20-40% перевищують середні показники країн

ЄС. За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України (2023), потенціал енергозбереження у харчовій промисловості оцінюється у 1,5 млн тонн умовного палива щорічно.

Порівняльний аналіз (табл. 2.) енергетичних показників виявляє значні резерви покращення.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз енергоефективності харчової промисловості (Україна vs ЄС)

Показник	Україна	ЄС	Потенціал покращення, %
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	280-350	180-240	25-35
Питомі витрати теплової енергії, Гкал/т	0,45-0,65	0,30-0,45	30-40
Утилізація ВЕР, %	15-25	45-60	150-200
Середній вік обладнання, років	18-25	8-12	-

Джерело: складено автором на основі звітів Державного агенства з енергоефективності та енергозбереження України [27]

Особливо значущим є низький рівень утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР): в Україні він становить лише 15-25%, тоді як у країнах ЄС – 45-60%.

Для кондитерської промисловості енергозбереження має особливе значення з огляду на високу частку теплових процесів (випікання, сушіння, плавлення, охолодження), значні обсяги споживання електроенергії та тепла, а також використання допоміжних енергетичних систем. В ній ключовими напрямками енергозбереження є: оптимізація технологічних режимів теплової обробки (35-42% загального споживання), скорочення втрат у системах охолодження та кондиціонування (18-25% споживання), використання ВЕР від

обсмажувальних апаратів та печей, впровадження енергоефективного освітлення, використання цифрових систем моніторингу.

Система енергетичного менеджменту таких підприємств має також враховувати сезонність виробництва, нерівномірність навантаження обладнання та взаємозалежність енергетичних і технологічних параметрів. Для підприємств кондитерської галузі успішне впровадження ЕМ потребує:

- високого рівня підготовки персоналу з питань енергоефективності;
- інтеграції ЕМ у корпоративну культуру;
- системної взаємодії з постачальниками та підрядниками для оптимізації енергетичних потоків у всьому ланцюгу.

Комплексний підхід до енергоефективності дозволяє досягти синергетичного ефекту: короткострокові заходи (1-2 роки) забезпечують зниження енергетичних витрат на 10-20% через організаційні заходи, а у структурі собівартості - зниження на 3–10 %; середньострокові (3-5 років) – зниження енергоспоживання (насамперед, теплової та електричної енергії) на 20-35% через модернізацію обладнання; довгострокові (5-10 років) – створення стійких конкурентних переваг через низьку енергоємність виробництва.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, було проведено комплексне дослідження енергетичного менеджменту як інструменту реалізації принципів зеленої економіки на підприємствах агропромислових ланцюгів, що дозволило сформулювати наступні висновки:

Енергетичний менеджмент є інтегрованою організаційно-економічною системою, що забезпечує планування, організацію, моніторинг, аналіз і безперервне вдосконалення енергетичних показників, мотивацію до енергоефективності, охоплюючи стратегічні, операційні, організаційно-культурні та технологічні аспекти управління

енергоспоживанням. Розроблена п'яти-етапна модель впровадження (підготовка, планування, впровадження, перевірка, безперервне вдосконалення) може бути успішно адаптована до специфіки підприємств кондитерської промисловості.

Міжнародний стандарт ISO 50001:2018, базуючись на циклі Демінга (PDCA), встановлює системні вимоги до енергоменеджменту.

Європейська практика свідчить, що впровадження систем енергетичного менеджменту дозволяє знизити енергоспоживання підприємств у середньому на 10-15% без значних інвестицій та на 25-40% при комплексній модернізації обладнання.

Впровадження систем енергетичного менеджменту дозволить подолати дуже велику енергоємність на мікро (підприємства) та мезорівні (галузі) вітчизняного АПК.

Було визначено ключові бар'єри впровадження (високі початкові інвестиції, застаріла інфраструктура, брак кваліфікованих кадрів, недосконале законодавство) та драйвери (регуляторний тиск ЄС, механізм CBAM, зростання цін на енергоносії, вимоги ESG, доступ до зеленого фінансування).

Перспективи подальших досліджень доцільно спрямувати на:

- розробку галузево-специфічних методик оцінки ефективності енергетичного менеджменту з урахуванням специфіки технологічних процесів;

- вивчення потенціалу цифрових технологій (IoT, AI, Digital Twins) для оптимізації енергоспоживання в режимі реального часу;

- аналіз механізмів промислового симбіозу та формування кластерів для максимізації утилізації вторинних енергетичних ресурсів;

- дослідження економічної ефективності інтеграції відновлюваних джерел енергії у виробничі процеси підприємств кондитерської промисловості;

- розробку моделей зеленого фінансування проектів енергоефективності для МСП агропромислового сектору.

Література

1. FAO. 2024. Greenhouse gas emissions from agrifood systems – Global, regional and country trends, 2000–2022. Rome. URL: https://www.fao.org/3/cd0976en/cd0976en.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

2. Комплексна державна програма з енергозбереження України на період до 2010 року. Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 5 лютого 1997 року № 148.

3. Ukraine Energy Profile. *International Energy Agency*. Paris: IEA, 2020. 97 p. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/ac51678f-5069-4495-9551-87040cb0c99d/UkraineEnergyProfile.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

4. Нормативно-правові питання енергозбереження: метод. посіб. уклад.: А. В. Праховник та ін. К.: Нац. техн. ун-т України "Ін-т енергозбереження та енергоменедж.", 2002. 48 с.

5. Про енергозбереження: Закон України від 01.07.1994 г. № 7/94-ВР.

6. Бушма В.М. Енергозбереження як фактор підвищення екологічності електротранспорту в місті Житомирі. *Вісник ДАУ*. 2005. № 1 (14). С. 215–219.

7. Гордієнко О.С. Енергозбереження транспортних підприємств. *Технологический аудит и резервы производства*. 2012. № 1 (7), Т. 5. С. 13–14.

8. Гнідий М.В., Маляренко О.Є. Методологія визначення теоретичного потенціалу енергозбереження на різних рівнях управління економікою. *Проблеми загальної енергетики*. 2007. № 15. С. 1–21.

9. Захарова О.В. Економічні аспекти енергозбереження на

промислових підприємствах. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2002. № 2. С. 40-45.

10. Гаприндашвілі Б.В. Енергозбереження як чинник підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств. *Бізнес Інформ*. 2014. № 8. С. 213–217.

11. Посібник з енергетичної статистики. *Міжнародне енергетичне агентство.* URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2004/11/energy-statistics-manual_g1gh4bd8/9789264033986-en.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

12. Касьянова Н.В. Впровадження стратегії енергозбереження на промислових підприємствах. *Ефективна економіка*. 2017. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2017_2_7 (дата звернення: 19.01.2026).

13. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/2012-27-es.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

14. U.S. Energy Information Administration (EIA). Food Service Buildings: Principal Building Activity. *Commercial Buildings Energy Consumption Survey (CBECS).* URL: https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=60241 (дата звернення: 19.01.2026).

15. IRENA and FAO. 2021. Renewable energy for agri-food systems – Towards the Sustainable Development Goals and the Paris agreement. *Abu Dhabi and Rome.* URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Nov/IRENA_FAO_Renewables_Agrifood_2021.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

16. ДСТУ 2420-94. Енергоощадність. Терміни та визначення.

17. Про енергетичну ефективність: Закон України від 03.12.2025 №

4695-IX ВР.

18. Директива 2009/125/ЄС про встановлення загальних принципів для екодизайну енергопов'язаних продуктів. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-2009-125-es.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

19. Директива 2009/125/ЄС. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-2009-125-es.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

20. Регламент (ЄС) 2017/1369 про енергетичне маркування. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/es-20171369.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

21. Касьянова Н.В. Впровадження стратегії енергозбереження на промислових підприємствах. *Ефективна економіка*. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5916 (дата звернення: 19.01.2026).

22. Бакалін Ю.І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: Навч. посіб. для вищ. навч. закл. 3-тє вид., допов. та перероб. Х.: Бурун і К, 2006. 319 с.

23. ISO 50001:2018 Energy management systems – Requirements with guidance for use. URL: https://www.iso.org/standard/69426.html (дата звернення: 19.01.2026)

24. Національний план дій з енергоефективності до 2030 року. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-р (дата звернення: 19.01.2026)

25. Про затвердження Порядку проведення та вимог до енергетичного аудиту процесів та транспорту: Постанова КМУ від 01.12.2023 № 1258. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/1258-2023-п (дата звернення: 19.01.2026).

26. Фонд енергоефективності: 6 років змін та стійкості. URL:

https://eefund.org.ua/novyny/fond-energoefektyvnosti-6-rokiv-zmin-ta-stijkosti/ (дата звернення: 19.01.2026).

27. Звіт про діяльність *Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України.* 2023. URL: https://saee.gov.ua/static-objects/saee/imported_content/6792abc2e23b2.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

28. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality ("European Climate Law"). URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/eng (дата звернення: 19.01.2026).

29. UNEP. 2011. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. URL: https://www.unep.org/resources/report/towards-green-economy-pathways-sustainable-development-and-poverty-eradication-10 (дата звернення: 19.01.2026).

30. Joint Research Centre (JRC). Energy Consumption and Energy Efficiency trends in the EU, 2000-2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022. URL: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC130732/JRC130732_01.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

31. Communication from the Commission COM/2020/381 final - "A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system". URL: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/farm-to-fork-strategy-for-a-fair-healthy-and-environmentally-friendly-food-system.html (дата звернення: 19.01.2026).

32. Shaffe Guide to International Retailer QA Requirements, June 2011. URL: https://fpsc-anz.com/wp-content/uploads/2015/02/shaffe-guide-to-international-retailer-qa-requirements-june-2011.pdf (дата звернення: 19.01.2026).

33. MarketDataForecast. (2025). *Europe Retail Market Size, Share, Trends & Growth Forecast Report 2024–2033*. MarketDataForecast.com. URL: https://www.marketdataforecast.com/market-reports/europe-retail-market

34. Маляренко В.А., Немирівський І.А. Енергозбереження та енергетичний аудит. Навчальний посібник / За ред. Проф. Маляренко В.А. Харків: ХНАГГ, 2008. 253 с.

35. Каїра Л.Г. Розробка, впровадження та моніторинг проектів раціонального використання енергетичних ресурсів (на прикладі створення і роботи демонстраційної зони енергозбереження): Автореф. дис...канд. техн. наук. Дніпропетровськ, 2003. 20 с.

36. Ellen MacArthur Foundation. 2019. The Big Food Redesign Study. URL: https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/7ac5aeea4421fd34/original/The-Big-Food-Redesign-Study.pdf (дата звернення: 19.01.2026)

37. D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B.D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. Journal of Cleaner Production, 168, 716-734. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053

38. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221-232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

39. Geissdoerfer M., Savaget P., Bocken N.M.P., Hultink E.J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production.* 2017. 143. P. 757-768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

40. Geissdoerfer M., Pieroni M.P.P., Pigosso D.C.A., Soufani K. Circular business models: A review. *Journal of Cleaner Production.* 2020. 277. 123741. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741

41. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy:

The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production.* 2016. 114. P. 11-32. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

42. Yücel M., Halis M. ISO 50001 based integrated energy management system and organization performance. *Journal of Advances in Technology and Engineering Research*. 2016. 2(2). P. 59-65. DOI: https://doi.org/10.20474/jater-2.2.5

43. Energy Efficiency 2024. Paris: IEA. *International Energy Agency.* 2024. URL: https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2024 (дата звернення: 19.01.2026).

44. ISO 50001 Energy Management Systems Standard. *Natural Resources Canada.* 2024. URL: https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/industry-energy-efficiency/energy-management-industry/iso-50001-energy-management-systems-standard (дата звернення: 19.01.2026).

45. ISO Survey 2024. *GlobalStd*. 2024. URL: https://www.globalstd.com/networks/iaf-certsearch-iso-survey/ (дата звернення: 19.01.2026).

References

1. FAO. (2024). Greenhouse gas emissions from agrifood systems – Global, regional and country trends, 2000–2022. Rome. Retrieved from: https://www.fao.org/3/cd0976en/cd0976en.pdf

2. Comprehensive State Energy Saving Program of Ukraine for the period up to 2010. (1997). Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February 5, 1997, No. 148.

3. IEA. (2020). Ukraine Energy Profile. International Energy Agency. Paris: IEA. 97 p. Retrieved from: https://iea.blob.core.windows.net/assets/ac51678f-5069-4495-9551-87040cb0c99d/UkraineEnergyProfile.pdf

4. Prakhovnyk, A.V., et al. (2002). Regulatory and legal issues of energy saving: Methodological manual. Kyiv: National Technical University of Ukraine "Institute of Energy Saving and Energy Management". 48 p.

5. Law of Ukraine "On Energy Saving" dated 01.07.1994 No. 7/94-VR.

6. Bushma, V.M. (2005). Energy saving as a factor in increasing the environmental friendliness of electric transport in the city of Zhytomyr. Bulletin of the State Agrarian University, 1(14), 215-219.

7. Hordiienko, O.S. (2012). Energy saving of transport enterprises. Technological Audit and Production Reserves, 1(7), Vol. 5, 13-14.

8. Hnidyi, M.V., & Maliarenko, O.Ye. (2007). Methodology for determining the theoretical potential of energy saving at different levels of economic management. Problems of General Energy, 15, 1-21.

9. Zakharova, O.V. (2002). Economic aspects of energy saving at industrial enterprises. Integrated Technologies and Energy Saving, 2, 40-45.

10. Hapryndashvili, B.V. (2014). Energy saving as a factor in increasing the competitiveness of industrial enterprises. BusinessInform, 8, 213-217.

11. International Energy Agency. Energy Statistics Manual. Retrieved from: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2004/11/energy-statistics-manual_g1gh4bd8/9789264033986-en.pdf

12. Kasianova, N.V. (2017). Implementation of energy saving strategy at industrial enterprises. Efficient Economy, 2. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2017_2_7

13. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency. Retrieved from: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/2012-27-es.pdf

14. U.S. Energy Information Administration (EIA). Food Service Buildings: Principal Building Activity. Commercial Buildings Energy

Consumption Survey (CBECS). Retrieved from: https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=60241

15. IRENA and FAO. (2021). Renewable energy for agri-food systems – Towards the Sustainable Development Goals and the Paris agreement. Abu Dhabi and Rome. Retrieved from: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Nov/IRENA_FAO_Renewables_Agrifood_2021.pdf
16. DSTU 2420-94. Energy efficiency. Terms and definitions.
17. Law of Ukraine "On Energy Efficiency" dated 03.12.2021 No. 4695-IX VR.
18. Directive 2009/125/EC establishing common principles for the ecodesign of energy-related products. Retrieved from: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-2009-125-es.pdf
19. Directive 2009/125/EC. Retrieved from: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-2009-125-es.pdf
20. Regulation (EU) 2017/1369 on energy labelling. Retrieved from: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/es-20171369.pdf
21. Kasianova, N.V. Implementation of energy saving strategy at industrial enterprises. Efficient Economy. Retrieved from: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5916
22. Bakalin, Yu.I. (2006). Energy saving and energy management: Textbook for higher educational institutions. 3rd ed., supplemented and revised. Kharkiv: Burun and K. 319 p.
23. ISO 50001:2018 Energy management systems – Requirements with guidance for use. Retrieved from: https://www.iso.org/standard/69426.html
24. National Energy Efficiency Action Plan until 2030. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1803-2021-p

25. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 01.12.2023 No. 1258 "On approval of the Procedure for conducting and requirements for energy audits of processes and transport". Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/1258-2023-п

26. Energy Efficiency Fund: 6 years of changes and sustainability. Retrieved from: https://eefund.org.ua/novyny/fond-energoefektyvnosti-6-rokiv-zmin-ta-stijkosti/

27. State Agency on Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine. (2023). Activity Report 2023. Retrieved from: https://saee.gov.ua/static-objects/saee/imported_content/6792abc2e23b2.pdf

28. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality ("European Climate Law"). Retrieved from: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/eng

29. UNEP. (2011). Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Retrieved from: https://www.unep.org/resources/report/towards-green-economy-pathways-sustainable-development-and-poverty-eradication-10

30. Joint Research Centre (JRC). (2022). Energy Consumption and Energy Efficiency trends in the EU, 2000-2020. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Retrieved from: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC130732/JRC130732_01.pdf

31. Communication from the Commission COM/2020/381 final - "A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system". Retrieved from: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/farm-to-fork-strategy-for-a-fair-healthy-and-environmentally-friendly-food-system.html

32. Shaffe Guide to International Retailer QA Requirements. (2011, June). Retrieved from: https://fpsc-anz.com/wp-content/uploads/2015/02/shaffe-guide-to-international-retailer-qa-requirements-june-2011.pdf

33. MarketDataForecast. (2025). *Europe Retail Market Size, Share, Trends & Growth Forecast Report 2024–2033*. MarketDataForecast.com. URL: https://www.marketdataforecast.com/market-reports/europe-retail-market

34. Maliarenko, V.A., & Nemyrivskyi, I.A. (2008). Energy saving and energy audit. Textbook / Ed. by Prof. Maliarenko V.A. Kharkiv: KhNAHH. 253 p.

35. Kaira, L.H. (2003). Development, implementation and monitoring of projects for rational use of energy resources (on the example of creation and operation of a demonstration energy saving zone): Abstract of PhD thesis in technical sciences. Dnipropetrovsk. 20 p.

36. Ellen MacArthur Foundation. (2019). The Big Food Redesign Study. Retrieved from: https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/7ac5aeea4421fd34/original/The-Big-Food-Redesign-Study.pdf

37. D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B.D., & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. Journal of Cleaner Production, 168, 716-734. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053

38. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221-232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

39. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M.P., & Hultink, E.J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757-768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

40. Geissdoerfer, M., Pieroni, M.P.P., Pigosso, D.C.A., & Soufani, K. (2020). Circular business models: A review. Journal of Cleaner Production, 277, Article 123741. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123741

41. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production, 114, 11-32. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

42. Yücel, M., & Halis, M. (2016). ISO 50001 based integrated energy management system and organization performance. Journal of Advances in Technology and Engineering Research, 2(2), 59-65. https://doi.org/10.20474/jater-2.2.5

43. International Energy Agency (IEA). (2024). Energy Efficiency 2024. Paris: IEA. Retrieved from: https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2024

44. Natural Resources Canada. (2024). ISO 50001 Energy Management Systems Standard. Retrieved from: https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/industry-energy-efficiency/energy-management-industry/iso-50001-energy-management-systems-standard

45. GlobalStd. (2024). ISO Survey 2024. Retrieved from: https://www.globalstd.com/networks/iaf-certsearch-iso-survey/