

## ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Павло Ткаченко<sup>1\*</sup>, Альона Євдокимова<sup>2</sup>, Андрій Євдокимов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>кафедра економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування, Сумський державний університет, Україна.

<sup>2</sup>кафедра управління імені Олега Балацького, Сумський державний університет, Україна.

\*автор-кореспондент: Павло Ткаченко, [pbelyi357@gmail.com](mailto:pbelyi357@gmail.com).

Проблематика підвищення енергоефективності на підприємствах об'єднує наукові, економічні, соціальні та екологічні аспекти. Зростання споживання енергії призводить до збільшення викидів парникових газів та екологічного забруднення. Підвищення енергоефективності дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та зменшити витрати на енергію. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств та стимулює інноваційний розвиток. Аналіз наукових публікацій з енергоефективності на підприємствах різних галузей показує значний інтерес дослідників до цієї теми. Основні напрямки досліджень включають: еко-інновації та сталий розвиток: Дослідники акцентують увагу на значенні енергоефективних технологій у контексті сталого розвитку та збереження природних ресурсів. Галузеві особливості: кожна галузь має свої особливості та виклики, і дослідження спрямовані на розробку оптимальних рішень для кожного сектору. Технологічні аспекти: дослідники вивчають різні енергоефективні технології, які дозволяють зменшити споживання енергії та покращити ефективність процесів на підприємствах. Вивчаються технології великих даних, штучного інтелекту, хмарних технологій та інші ІТ-рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності. Головною метою даної наукової статті є розгляд різних енергоефективних технологій, які можуть бути використані на підприємствах для зменшення споживання енергії та оптимізації ресурсів. Проводиться аналіз різних систем освітлення, систем опалення та кондиціонування, енергоефективних технологій системи виробництва, енергоефективних систем транспорту, інформаційних технологій управління енергоефективністю, енергоефективних будівельних матеріалів та конструкцій та технологій генерації та зберігання енергії. Впровадження цих енергоефективних технологій на підприємствах може мати багато позитивних наслідків, таких як зниження витрат на енергію, підвищення конкурентоспроможності, збільшення прибутковості, створення нових робочих місць та розвиток інноваційного потенціалу. За результатами дослідження сформувано висновки.

**Ключові слова:** Економіка, енергоефективність, технології, інновації, підприємства, впровадження, збільшення прибутковості.

## IMPLEMENTATION OF ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN THE ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE

Pavlo Tkachenko<sup>1\*</sup>, Alona Yevdokymova<sup>2</sup>, Andrii Yevdokymov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Economics, Entrepreneurship and Business Administration, Sumy State University, Ukraine

<sup>2</sup>Department of Oleg Balatskyi Department of Management, Sumy State University, Ukraine

\*Corresponding author: Pavlo Tkachenko, [pbelyi357@gmail.com](mailto:pbelyi357@gmail.com).

The issue of increasing energy efficiency at enterprises combines scientific, economic, social and environmental aspects. The increase in energy consumption leads to an increase in greenhouse gas emissions and environmental pollution. Increasing energy efficiency allows reducing the negative impact on the environment and reducing energy costs. This contributes to increasing the competitiveness of enterprises and stimulates innovative development. Analysis of scientific publications on energy efficiency at enterprises of various industries shows significant interest of researchers in this topic. The main areas of research include: eco-innovation and sustainable development: Researchers focus on the importance of energy-efficient technologies in the context of sustainable development and conservation of natural resources. Sector Specifics: Each industry has its own specifics and challenges, and research is aimed at developing optimal solutions for each sector. Technological aspects: researchers are studying various energy-efficient technologies that can reduce energy consumption and improve the efficiency of business processes. Big data technologies, artificial intelligence, cloud technologies and other IT solutions aimed at increasing energy efficiency are studied. The main goal of this scientific article is to consider various energy-efficient technologies that can be used at enterprises to reduce energy consumption and optimize resources. Analysis of various lighting systems, heating and air conditioning systems, energy-efficient production system technologies, energy-efficient transport systems, energy efficiency management information technologies, energy-efficient building materials and structures, and energy generation and storage technologies is carried out. The implementation of these energy-efficient technologies in enterprises can have many positive consequences, such as reducing energy costs, increasing competitiveness, increasing profitability, creating new jobs and developing innovative potential. Based on the results of the research, conclusions were drawn.

**Keywords:** Economy, energy efficiency, technology, innovation, enterprises, innovation, increased profitability.

**Cite as:** Tkachenko, P., Yevdokymova, A. & Yevdokymov, A. (2023). Implementation of energy-efficient technologies in the activities of the enterprise. *Visnyk of Sumy State University. Economy Series*, 2, 38–45. <https://doi.org/10.21272/1817-9215.2023.2-05>

## ВСТУП

Проблематика важливості підвищення енергоефективності на підприємствах є складною та багатогранною, оскільки вона об'єднує наукові, економічні, соціальні та екологічні аспекти. Перш за все, зменшення споживання енергії на підприємствах стає відповіддю на проблеми, пов'язані зі зміною клімату та виснаженням природних ресурсів [1]. Світове споживання енергії зростає, що призводить до збільшення викидів парникових газів та забруднення довкілля [2]. Підвищення енергоефективності дозволяє знизити негативний вплив підприємств на навколишнє середовище та зберегти природні ресурси [3]. За даними Bloomberg у 2022 році витрати на енергію в частці світового ВВП склали 13%, що є одним з найвищих показників з 1900 року (рис. 1). Зростання цін на енергоресурси сприяє стимулюванню інфляційних процесів та значно підвищує фінансове навантаження на домогосподарства та промислові підприємства.

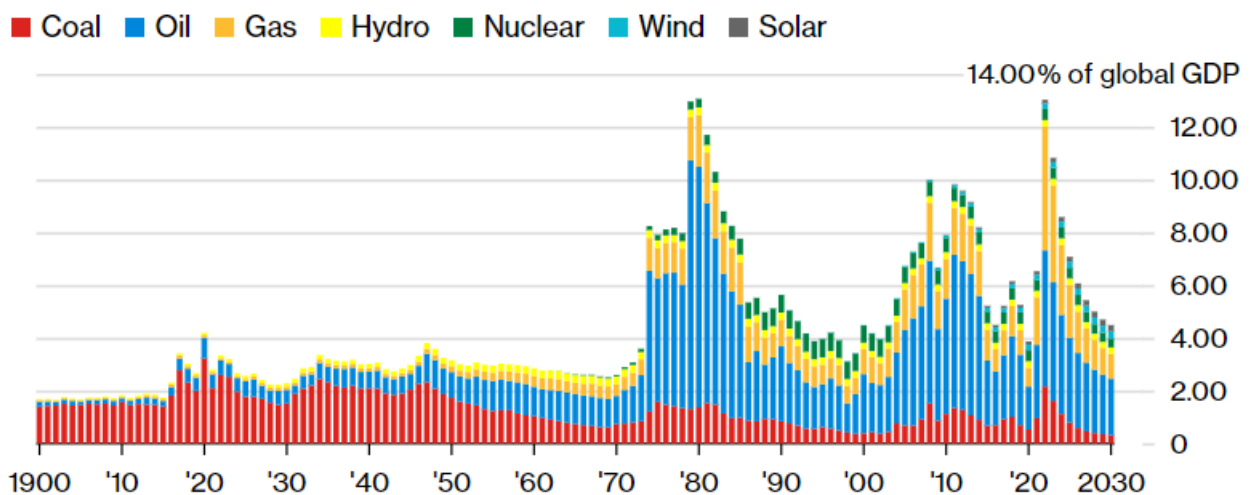


Рис. 1. Витрати на енергію в частці світового ВВП в розрізі енергоресурсів за 1900-2022 роки, та прогноз на 2023-2030 роки

Джерело: розроблено авторами на основі [4]

Підвищення енергоефективності дозволяє зменшити та оптимізувати енерговитрати. Енергоефективні технології допомагають знизити споживання енергії при збереженні або підвищенні продуктивності. Це сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств, зниженню витрат та покращенню їх фінансової стійкості. Підвищення енергоефективності на підприємствах сприяє стимулюванню інноваційного розвитку. Впровадження новітніх технологій та методів, спрямованих на зниження споживання енергії, вимагає постійного дослідження, розробки та впровадження нових рішень. Це стимулює науково-дослідну діяльність, сприяє виникненню та розвитку інноваційних підприємств.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Впровадження енергоефективних технологій в діяльність підприємств є актуальною та важливою темою, яка знаходить широкий інтерес у наукових дослідженнях та публікаціях. Зростання розуміння значення екологічних проблем та обмеженість ресурсів спонукає підприємства до пошуку ефективних способів зменшення споживання енергії та впровадження сталого розвитку [5]. Енергоефективні технології виступають невід'ємною складовою еко-інноваційного підходу на підприємствах [6]. Еко-інновації спрямовані на пошук та впровадження новаторських рішень, які сприяють збереженню ресурсів та зменшенню негативного впливу на довкілля [7]. Науковий інтерес дослідників щодо впровадження енергоефективних технологій на підприємствах різних галузей є результатом

розпізнавання та розуміння загроз, пов'язаних зі зростанням споживання енергії та його негативним впливом на довкілля. Цей інтерес виникає з потреби забезпечення сталого розвитку, збереження природних ресурсів та зменшення викидів парникових газів, що сприяє зміні клімату. Наприклад дослідники М. Армстронг, Р. Ван, Ц. Лонг та інші, розглядають енергоефективність у металургійній індустрії, визначають основні фактори, що впливають на споживання енергії, та шукають шляхи оптимізації цих процесів [8, 9, 10]. Дослідження також фокусуються на впливі та економічному ефекті енергоефективності та інших концепцій зеленої економіки на логістичну галузь, як показано в роботі К. Абдула та інших [11]. Науковці А. Гальдорсон та Д. Венер у своїй праці розробили методологічні пропозиції, щодо покращення енергоефективності у логістиці при доставці “останньої милі”, яка є найбільш енерговитратна [12]. В свою чергу роботи дослідників Х. Лін Юн та Г. Хуан, Н. Хрватін та інших присвячені вивченню процесу підвищення енергоефективності на підприємствах різних галузей, його впливу та бар'єрів [13, 14]. У роботах Е. Чжао та інших, Н. Годбол та Д. Лембда, Р. Голамі та інших, М. Пауліша та інших, детально розглядаються технології великих даних, штучного інтелекту, хмарних технологій, ІТ систем менеджменту, у контексті їхнього використання для підвищення енергоефективності [15-18]. А. Гупта та Р. Джохарі, Ч. Сінчжен та інші аналізували ефективність та ключові підходи до управління енергоефективністю на підприємстві за допомогою технологій інтернету речей [19, 20]. В цілому наукова спільнота виявляє значний інтерес до вивчення теми енергоефективності на підприємствах. Дослідження в цій галузі ведуться з різних контекстів, охоплюючи як технологічні аспекти, так і їх впровадження на підприємствах з різних індустрій. Дослідники вивчають енергоефективність у різних галузях, таких як металургія, логістика та інші. Кожна галузь має свої особливості та виклики, тому дослідження спрямовані на виявлення оптимальних рішень для кожного окремого сектору. Технологічні аспекти вивчення енергоефективності також є важливими. Науковці вивчають та оцінюють різні енергоефективні технології, які дозволяють зменшити споживання енергії та покращити ефективність процесів на підприємствах.

Впровадження енергоефективних технологій на підприємствах стає все більш актуальним завданням у зв'язку зі зростанням вартості енергоресурсів, підвищенням екологічних вимог та необхідністю забезпечення енергетичної ефективності. Однак, несвідоме та неефективне впровадження таких технологій може призвести до низької результативності та втрат на підприємстві. Тому, перед підприємствами виникають ряд проблем та викликів, які потребують детального вивчення та аналізу. Однією з основних проблем є вибір оптимальних енергоефективних технологій для конкретного підприємства. Швидкозмінне зовнішнє середовище, яке включає такі фактори, як зміни енергетичного законодавства, технологічні інновації та вимоги ринку, створюють нові виклики та можливості для підприємств. Врахування цих змін у виборі енергоефективних технологій дозволяє підприємствам адаптуватися до нових умов та забезпечити конкурентні переваги. На ринку існує велика кількість різних технологій, які можуть забезпечити енергоефективність, але необхідно враховувати специфіку діяльності підприємства, його потреби та обмеження.

Головною метою даної наукової статті є проведення огляду енергоефективних технологій та розгляд їх можливостей для впровадження в діяльність підприємства. З метою досягнення цієї мети, в роботі розглядаються такі технології як, енергоефективні системи освітлення, енергоефективні системи опалення та кондиціонування, інформаційні технології управління енергоефективністю та інші. Кожна з цих технологій має потенціал для зниження енергоспоживання та оптимізації ресурсів підприємства, сприяючи покращенню енергоефективності та зменшенню екологічного впливу. З метою створення науково обґрунтованого підходу, необхідно дослідити інноваційні методи та успішні приклади впровадження цих технологій в інших компаніях. Це дозволить підприємству знизити витрати на енергію, покращити його конкурентоспроможність та збільшити прибутковість. Крім того, впровадження енергоефективних технологій може сприяти створенню нових робочих місць,

розвитку інноваційного потенціалу та підвищенню статусу підприємства як екологічно відповідального.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Впровадження енергоефективних технологій на підприємствах має велике значення в контексті сталого розвитку та оптимізації використання ресурсів. Розуміння причин цього процесу відображає необхідність усвідомленого підходу до енергоменеджменту та відповідальної поведінки підприємств на ринку. Тому розуміння причин впровадження енергоефективних технологій є необхідною передумовою для проведення огляду енергоефективних технологій для впровадження їх в діяльність підприємства. По-перше, безпосередня економічна вигода полягає у негайному зменшенні витрат на електроенергію. Застосування енергоефективних практик та технологій дозволяє суттєво знизити місячні та річні енергетичні витрати підприємств, що не тільки забезпечує додаткові ресурси для реінвестування, але й сприяє підвищенню рівня прибутковості [21]. Другим аспектом є захист від зростання цін на енергоносії. Енергетичний ринок характеризується непередбачуваністю та коливаннями цін, що можуть миттєво змінюватися. Впровадження енергоефективних рішень дозволяє підприємствам захистити себе від неочікуваних зростань цін, забезпечуючи більш стабільні операційні витрати [21]. Третя перевага полягає у підвищенні вартості активів та продуктивності. Підприємства, що використовують енергоефективні технології, часто мають вищу ринкову вартість комерційної нерухомості. Це означає, що вони можуть отримати вищу ціну при здачі в оренду або продажу своїх приміщень [21]. Крім того, покращене робоче середовище, створене за допомогою енергоефективних систем, сприяє підвищенню продуктивності праці і загальної ефективності підприємства. Ще однією вагомою перевагою є конкурентна перевага та покращений імідж підприємства. Впровадження енергоефективних технологій дозволяє підприємствам стати більш конкурентоспроможними на ринку. Енергоефективність стає все більш важливою для споживачів, і компанії, які можуть продемонструвати свою здатність до зниження витрат на енергію та мінімізації впливу на навколишнє середовище, мають перевагу над конкурентами [22].

Враховуючи різницю у споживанні енергії між компаніями різних галузей, важливо, щоб кожна окрема компанія, розробляючи стратегію підвищення рівня енергоефективності, провела енергоаудит. Цей процес дозволить визначити реальний обсяг та структуру енергоспоживання підприємства, ідентифікувати основні джерела енерговитрат та виявити потенційні можливості для покращення. Енергоаудит допомагає підприємству зрозуміти, які конкретні технології та заходи з енергоефективності можуть бути застосовані залежно від його специфічних потреб та характеристик. Однак велика кількість технологій та варіантів може ускладнити процес вибору оптимального рішення. З метою спрощення цього процесу необхідно провести загальне сегментування енергоефективних технологій, охоплюючи можливі сфери їх застосування на підприємстві. Це дозволить підприємствам зосередитися на конкретних категоріях технологій, що відповідають його основним сферам діяльності та потребам енергоефективності. Такий підхід допоможе підприємствам зробити більш обґрунтований вибір щодо впровадження технологій енергоефективності, забезпечуючи оптимальне використання ресурсів та досягнення максимальних результатів у зниженні споживання енергії та витрат (табл. 1.).

*Енергоефективне освітлення.* Включає в себе технології, що спрямовані на зниження споживання електроенергії для освітлення на підприємстві. Це можуть бути LED-лампи, датчики руху, освітлення з автоматичним вимкненням та інші.

Крім того, розробка і використання систем «розумного освітлення» є ще однією перспективною технологією [23]. Ці системи базуються на використанні датчиків присутності, освітленості у поєднанні з автоматичним керуванням за допомогою штучного інтелекту, що дозволяє адаптувати рівень освітлення в реальному часі відповідно до потреб освітлюваного простору. Наприклад, система може автоматично знижувати рівень освітлення, якщо в

приміщенні немає людей або при достатньому природному освітленні, що забезпечує ефективне використання електроенергії [23].

Таблиця 1. Категорії енергоефективних технологій та їх приклади

Категорія технологій	Приклади
Енергоефективні джерела світла	LED-лампи, датчики руху, розумне освітлення, Li-Fi, Енергоефективні системи керування освітленням
Енергоефективні технології опалення та кондиціонування повітря	Геотермальні системи опалення та кондиціонування, енергоефективні котли з низькими викидами, технології контролю температури за допомогою програмованих термостатів, енергоефективні системи рекуперації тепла, технології зонового регулювання температури, системи автоматичного вимкнення систем опалення та кондиціонування у неактивних зонах, сонячні колектори
Енергоефективні системи виробництва	Енергоефективне обладнання зі знизеним споживанням електроенергії, системи автоматизації та управління виробничих процесів, системи когенерації, які одночасно вироблюють електричну та теплову енергію з одного джерела, системи моніторингу та керування енергоспоживанням
Інформаційні технології управління енергоефективністю	Автоматизовані системи моніторингу та аналізу енергоспоживання, системи моделювання для виявлення та прогнозування енерговитрат, хмарні технології
Енергоефективні генерація та зберігання енергії	Сонячні панелі, технології вітрогенерації, гідрогенерація енергії, біопаливо, технології хімічного зберігання енергії, гідравлічне та теплове накопичення енергії, суперконденсатори
Енергоефективні транспортні технології	Електричні або гібридні транспортні засоби, системи моніторингу та оптимізації логістичних маршрутів, системи GPS моніторингу
Енергоефективні будівельні матеріали та конструкції	Ізоляційні та теплозберігаючі будівельні матеріали для енергозбереження

Джерело: розроблено авторами на основі [23-29]

*Енергоефективні системи опалення та кондиціонування* охоплює технології, які допомагають знизити споживання енергії для опалення та охолодження приміщень. Наприклад геотермальне опалення є енергоефективною технологією, яка використовує тепло, що виділяється землі, для опалення будівель за допомогою геотермальних насосів [24]. Сонячні колектори використовуються для поглинання сонячної енергії і використання її для опалення води або безпосереднього опалення приміщень. Вентиляційні системи з рекуперацією тепла відновлюють тепло з витяжного повітря та передають його до свіжої подачі повітря, що дозволяє знизувати витрати енергії на опалення [24]. Автоматичні терморегулятори регулюють температуру в приміщенні в залежності від потреби та графіка використання, що допомагає знизити споживання енергії. Зонове опалення дозволяє регулювати температуру окремих зон або кімнат для ефективного використання енергії. Також, використання теплових насосів дозволяє переносити тепло з одного середовища до іншого, таких як повітря-повітря або повітря-вода, що сприяє ефективному використанню енергії [24].

*Енергоефективні системи виробництва* об'єднують технології, що допомагають знизити енергоспоживання та покращити енергоефективність виробничих процесів. Наприклад встановлення систем моніторингу та керування енергоспоживанням, що дозволяє виявляти та

виправляти енергетичні витрати, раціонально розподіляти навантаження та забезпечувати ефективну роботу обладнання [25]. Заміна застарілого обладнання на більш ефективне, яке використовує менше енергії для виробництва того ж продукту. Приміром, встановлення енергоефективних моторів, насосів та компресорів.

*Енергоефективні системи транспорту* визначають технології, спрямовані на зниження споживання палива та енергії у транспорті та логістиці на підприємстві. Це можуть бути електричні або гібридні транспортні засоби, системи моніторингу та оптимізації логістичних маршрутів [26]. Встановлення систем GPS моніторингу вантажівок дозволяє ефективно контролювати режим руху, швидкість, витрати палива та інші параметри. Розгляд можливості використання альтернативних видів транспорту, таких як водний, залізничний або повітряний транспорт, може бути енергоефективним рішенням в деяких випадках. Наприклад, використання вантажного залізничного транспорту замість автотранспорту може знизити споживання палива та викиди CO<sub>2</sub> [27]. Групування вантажів та оптимізація процесу складування можуть допомогти знизити кількість рейсів, виконуваних транспортними засобами, та зменшити витрати палива й енергії [26].

*Інформаційні технології управління енергоефективністю* характеризують використання інформаційних технологій для підтримки енергоефективності на підприємстві. Це можуть бути системи моніторингу та аналітики енергоспоживання, автоматизовані системи керування, використання хмарних технологій та великих даних для енергозбереження та оптимізації ресурсів [28]. Варто додати що в кожній виділеній категорії технологій присутні технології моніторингу, аналітики та управління, але варто все ж варто виокремити в окрему категорію інформаційних технологій управління ефективністю в контексті всього підприємства загалом.

*Енергоефективні будівельні матеріали та конструкції* охоплюють використання матеріалів та конструкцій, що допомагають знизити енерговитрати на будівництво та експлуатацію будівель. Використання високоякісних ізоляційних матеріалів, для зменшення втрат тепла через стіни, дах та підлогу [29]. Це дозволить знизити витрати на опалення та кондиціонування приміщень. Встановлення вікон і дверей з енергоефективними склопакетами, які мають низький коефіцієнт теплопередачі. Такі конструкції запобігають проникненню холодного повітря в приміщення та зберігають тепло всередині.

*Енергоефективні генерація та зберігання енергії* об'єднують технології, спрямовані на ефективну генерацію енергії та зберігання її для подальшого використання. Це можуть бути відновлювальні джерела енергії, такі як сонячні панелі, вітрові турбіни, гідроенергія, біопаливо, тощо. Також в цю категорію включаються системи зберігання енергії, такі як акумулятори, суперконденсатори, системи гідравлічного або теплового накопичення, що дозволяють ефективно використовувати та зберігати вироблену енергію для покриття потреб підприємства цілодобово та знижують залежність від зовнішніх джерел енергії [30].

## ВИСНОВКИ

Підвищення енергоефективності на підприємствах є важливим завданням, яке об'єднує наукові, економічні, соціальні та екологічні аспекти. Зменшення споживання енергії на підприємствах є відповіддю на проблеми, пов'язані зі зміною клімату та виснаженням природних ресурсів. Зростання світового споживання енергії призводить до збільшення викидів парникових газів та забруднення довкілля. Підвищення енергоефективності дозволяє знизити негативний вплив підприємств на навколишнє середовище та зберегти природні ресурси. Крім того, воно сприяє зниженню витрат на енергію, оптимізації ресурсів та покращенню фінансової стійкості підприємств. Застосування енергоефективних технологій сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств та стимулює інноваційний розвиток. Огляд енергоефективних технологій, представлений у статті, вказує на потенціал цих технологій для зниження енергоспоживання та оптимізації ресурсів підприємств. Енергоефективне освітлення: Використання енергоефективних джерел світла, таких як LED-

лампи, замість традиційних ламп, дозволяє знизити споживання електроенергії при освітленні приміщень. Енергоефективні технології опалення та кондиціонування повітря: встановлення сучасних систем опалення та кондиціонування, які ефективно використовують енергію та забезпечують оптимальні умови в приміщенні, дозволяє знизити споживання енергії. Енергоефективні системи виробництва: використання сучасного енергоефективного устаткування та машин, які працюють з меншим споживанням енергії, сприяє зниженню енергетичних витрат підприємства. Інформаційні технології управління енергоефективністю: впровадження систем управління енергоефективністю, які дозволяють контролювати та оптимізувати споживання енергії на підприємстві, сприяє ефективному використанню ресурсів. Використання відновлювальних джерел енергії: впровадження відновлювальних джерел енергії, таких як сонячна або вітрова енергія, дозволяє замінити традиційні джерела енергії та знизити викиди парникових газів. В статті також розглядаються енергоефективні транспортні технології, які включають в себе використання електромобілів, гібридних автомобілів та інших транспортних засобів з ефективними системами енергозбереження. Використання таких технологій допомагає знизити споживання палива та викиди шкідливих речовин у повітря, сприяючи збереженню енергії та зниженню негативного впливу на довкілля. Також, енергоефективні будівельні матеріали та конструкції є важливою складовою частиною енергоефективного будівництва. Впровадження цих технологій вимагає постійного дослідження, розробки та удосконалення нових рішень. Впровадження енергоефективних технологій на підприємствах може мати багато позитивних наслідків, таких як зниження витрат на енергію, підвищення конкурентоспроможності, збільшення прибутковості, створення нових робочих місць та розвиток інноваційного потенціалу. Крім того, воно сприяє підвищенню статусу підприємства як екологічно відповідального. Таким чином, підвищення енергоефективності є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та збереження ресурсів для майбутніх поколінь.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Енергетична стратегія. Міністерство енергетики України. <https://www.mev.gov.ua/reforma/enerhetychna-stratehiya>
- 2 Energy efficiency directive . European Commission. [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en)
- 3 Evaluation, Measurement, and Verification for Energy Efficiency Policies and Initiatives. US EPA. <https://www.epa.gov/statelocalenergy/evaluation-measurement-and-verification-energy-efficiency-policies-and-initiative>
- 4 Energy Costs Set to Reach Record 13% of Global GDP in 2022. Bloomberg. Accessed. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-03-16/energy-costs-set-to-reach-record-13-of-global-gdp-this-year>
- 5 Nižetić, S., Djilali, N., Papadopoulos, A. & Rodrigues, J. J. P. C. (2019). Smart technologies for promotion of energy efficiency, utilization of sustainable resources and waste management. *Journal of Cleaner Production*, 231, 565–591. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.04.397>.
- 6 Walton, S., Zhang, A. & O’Kane, C. (2020). Energy eco-innovations for sustainable development: Exploring organizational strategic capabilities through an energy cultures framework. *Business Strategy and Environment*, 29(3), 812–826. <https://doi.org/10.1002/bse.2399>
- 7 Arranz, N., Arroyabe, M., Li, J. & Fernandez de Arroyabe, J. C. (2020). Innovation as a driver of eco-innovation in the firm: An approach from the dynamic capabilities theory. *Business Strategy and Environment*, 29(3), 1494–1503. <https://doi.org/10.1002/BSE.2448>
- 8 Wang, R. Q., Jiang, L., Wang, Y. D. & A. P. Roskilly, “Energy saving technologies and mass-thermal network optimization for decarbonized iron and steel industry: A review,” *Journal of Cleaner Production*, 274, 122997. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.122997>.
- 9 Armstrong, M., Mehrabi, H., & Naveed, N. (2022). An overview of modern metal additive manufacturing technology. *Journal of Manufacturing Processes*, 84, 1001–1029, <https://doi.org/10.1016/J.JMAPRO.2022.10.060>.

- 10 Long, W., Wang, S., Lu, C., Xue, R., Liang, T., Jiang, N., Zhang, R. (2020). Quantitative assessment of energy conservation potential and environmental benefits of an iron and steel plant in China. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123163. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.123163>.
- 11 Karaman, S., Kilic, M. & Uyar, A. (2020). Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120718. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.120718>.
- 12 Halldórsson, A. & Wehner, J. (2020). Last-mile logistics fulfilment: A framework for energy efficiency. *Research in Transportation Business & Management*, 37, 100481. <https://doi.org/10.1016/J.RTBM.2020.100481>.
- 13 L. Y. He & G. Huang, "Processing trade and energy efficiency: Evidence from Chinese manufacturing firms," *Journal of Cleaner Production*, vol. 276, p. 122507, Dec. 2020, <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.122507>.
- 14 Hrovatin, N., Cagno, E., Dolšak, J., & Zorić, J. (2021). How important are perceived barriers and drivers versus other contextual factors for the adoption of energy efficiency measures: An empirical investigation in manufacturing SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 323, 129123. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129123>.
- 15 Pawlish, M., Varde, A. S. & Robila, S. A. (2012). Cloud computing for environment-friendly data centers. *International Conference on Information and Knowledge Management, Proceedings*, 43–48. <https://doi.org/10.1145/2390021.2390030>.
- 16 Gholami, R., Nishant, R., & Emrouznejad, A. Modeling residential energy consumption: An application of IT-based solutions and big data analytics for sustainability. *Journal of Global Information Management*, 29(2), 1–22. <https://doi.org/10.4018/JGIM.2021030109>.
- 17 Godbole, N. S. & Lamb, J. P. (2018). Making healthcare green: The role of cloud, green it, and data science to reduce healthcare costs and combat climate change. *Making Healthcare Green: The Role of Cloud, Green IT, and Data Science to Reduce Healthcare Costs and Combat Climate Change*, 1–263. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-79069-5>.
- 18 Zhao, E., Sun, S. & Wang, S. (2022). New developments in wind energy forecasting with artificial intelligence and big data: a scientometric insight. *Data Science and Management*, 5(2), 84–95. <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2022.05.002>.
- 19 Chen, X., Li, C., Tang, Y. & Xiao, Q. (2018). An Internet of Things based energy efficiency monitoring and management system for machining workshop. *Journal of Cleaner Production*, 199. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.07.211>.
- 20 Gupta, K. & Johari, R. (2019). IOT based Electrical Device Surveillance and Control System. *Proceedings - 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages*. <https://doi.org/10.1109/IOT-SIU.2019.8777342>.
- 21 Economic Benefits of Energy Efficiency. Next Business Energy. <https://nextbusinessenergy.com.au/blog/economic-benefits-of-energy-efficiency/>
- 22 Top Energy Efficiency Benefits For Businesses in 2021. Surple. <https://surple.co.uk/energy-efficiency-benefits/>
- 23 The Future of Energy-Efficient. Lighting Technologies. <https://utilitiesone.com/the-future-of-energy-efficient-lighting-technologies>
- 24 Overview of Energy-Efficient Technologies. U.S. Agency for International Development <https://www.usaid.gov/energy/efficiency/basics/technologies>
- 25 Energy-efficient manufacturing system management (IA). [https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020\\_DT-FOF-09-2020](https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_DT-FOF-09-2020)
- 26 Energy Efficiency in Transport. Sustainable Energy for All. <https://www.seforall.org/energy-efficiency-for-sustainable-development/energy-and-transport>
- 27 Енергоефективні системи мобільності. Департамент енергетики США. <https://www.energy.gov/eere/vehicles/energy-efficient-mobility-systems>
- 28 The importance of information and communication technologies in efficient energy management. Greenar. <https://www.greenar.tech/en/the-importance-of-information-and-communication-technologies-in-efficient-energy-management/>
- 29 The Benefits of Energy-Efficient Building Materials for Health and Safety. <https://utilitiesone.com/the-benefits-of-energy-efficient-building-materials-for-health-and-safety>
- 30 Maximizing Energy Efficiency in Utilities. CLOU GLOBAL. <https://clouglobal.com/maximizing-energy-efficiency-in-utilities-and-power-companies-strategies-and-technologies/>