

УДК 004.89:621.3:351/354:658
JEL Classification: L86, L94, Q41, Q43

DOI: 10.37332/2309-1533.2024.2.6

Печенюк А.В.,
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри енергозберігаючих технологій
та енергетичного менеджменту,
Печенюк В.А.,
магістр за спеціальністю «Облік і оподаткування»,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
м. Кам'янець-Подільський

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Pecheniuk A.V.,
cand.sc.(econ.), assoc. prof.,
associate professor at the department
of energy-saving technologies and energy management,
Pecheniuk V.A.,
master's degree in "Accounting and taxation",
Higher educational institution "Podillia State University",
Kamianets-Podilskyi

PROSPECTS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE ENERGY SAVING IN THE CONDITIONS OF UKRAINE

Постановка проблеми. Нестабільність енергетичної інфраструктури України через геополітичні фактори та збройні конфлікти ставить під загрозу енергетичну безпеку держави. Чимало об'єктів енергетичної інфраструктури в Україні мають застаріле обладнання, яке потребує модернізації. Впровадження нових технологій і покращення енергозбереження можуть допомогти у відновленні та оновленні цієї інфраструктури. Покращення енергозбереження є запорукою зниження рівня залежності від імпортованих енергоносіїв і підвищення стійкості енергетичних систем. Слід зазначити, що енергетичні витрати є значним фінансовим навантаженням як для країни, так і для підприємств і громадян. Ефективніше використання енергетичних ресурсів може суттєво сприяти економічній стабільності. Енергозбереження сприяє зниженню техногенного навантаження на довкілля та підтримує сталий розвиток: потреба в зменшенні викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин є важливою для боротьби з глобальним потеплінням і покращення якості повітря. Покращення енергозбереження може позитивно вплинути на соціальний рівень життя, зокрема через зниження витрат на комунальні послуги та підвищення комфорту проживання.

Одним з інструментів забезпечення реалізації комплексу заходів з підвищення рівня енергозбереження в Україні є впровадження в енергетичну сферу сучасних комп'ютерних технологій, зокрема технологій штучного інтелекту (ШІ).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кращий світовий досвід застосування технології штучного інтелекту проаналізовано у дослідженнях Баска Б. І., Беляєвої Т. Г., Голіздри О., Мальмезона Р., Хибиної М. А.; можливості застосування технології в сучасних умовах досліджувалися Каллотом К., Суходолею О. М., Флінтом Б., Челленом Е.; інноваційні засади до формування енергетичної мережі майбутнього із застосуванням штучного інтелекту відображено у публікаціях Дзюбановської Н. В. і Фокса С.; роль штучного інтелекту в переході до зеленої енергетики розкрито у дослідженнях Топольські К. Проте потребує додаткового дослідження проблема розробки комплексу заходів із застосування штучного інтелекту для покращення енергозбереження України в сучасних умовах.

Постановка завдання. Метою статті є розробка комплексу заходів для підвищення ефективності енергозбереження в Україні через використання технологій штучного інтелекту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вимоги європейських стандартів і норм вимагають від України підвищення енергоефективності. Для інтеграції в європейський енергетичний ринок необхідно відповідати цим стандартам. Для стимулювання промислового розвитку та

збереження конкурентоспроможності на міжнародній арені, Україні необхідно впроваджувати інноваційні рішення у сфері енергетики, включаючи технології енергозбереження.

Сутність технології ШІ полягає в створенні систем, здатних виконувати завдання, які, зазвичай, потребують людського інтелекту. Це включає в себе здатність до навчання, міркування, розпізнавання мовлення, прийняття рішень.

Єврокомісія у своїх пропозиціях щодо пріоритетних напрямів розвитку ШІ дає таке трактування: «ШІ відноситься до систем, які демонструють розумну поведінку, аналізуючи навколишнє середовище та виконуючи дії, – з певним ступенем автономії – для досягнення конкретних цілей» [1].

Одне з найбільш ґрунтовних визначень штучного інтелекту подано в аналізі застосування ШІ, проведеному ОБСЄ: «Система штучного інтелекту – це система, яка здатна для певного набору цілей, визначених людиною, здійснювати прогнози, надавати рекомендації або приймати рішення, що впливають на реальне або віртуальне середовище» [2].

Системи на базі ШІ можуть бути суто програмними і функціонувати у віртуальному середовищі (наприклад, голосові асистенти, програми для аналізу зображень, пошукові системи, системи розпізнавання мовлення та обличчя). Також штучний інтелект може бути інтегрований в апаратні пристрої.

ШІ може бути ефективно використаний для прогнозування споживання енергії на основі історичних даних та аналізу поточних трендів. Це дозволяє енергокомпаніям більш точно планувати виробництво та розподіл енергії, зменшуючи надмірні витрати та покращуючи стабільність енергосистеми. Інтелектуальні системи можуть аналізувати великі обсяги даних, прогнозувати ризики та давати оптимальні рекомендації для підвищення ефективності роботи енергетичних підприємств [3].

Використання ШІ дозволяє підтримувати рівновагу між виробництвом і споживанням електроенергії, сприяючи ефективному управлінню електромережами та зниженню непотрібних витрат. Завдяки алгоритмам глибинного навчання, штучний інтелект може оптимізувати енергетичні мережі, забезпечуючи більш раціональне використання електроенергії та зменшення викидів парникових газів. Крім того, застосування штучного інтелекту сприяє виявленню складних шаблонів і взаємозалежностей у виробничих процесах, що відкриває додаткові можливості для підвищення енергоефективності [4].

Алгоритми машинного навчання дозволяють аналізувати виробничі процеси та знаходити шляхи для зменшення енерговитрат, наприклад, через покращення ефективності обладнання або оптимізацію робочих графіків в енергетичній сфері:

– оптимізація робочих змін працівників (прогнозування потреб у робочій силі, розклад роботи з урахуванням навантаження, автоматизація процесу планування роботи);

– планування обслуговування обладнання (прогнозування необхідності технічного обслуговування обладнання, оптимізація розкладу обслуговування, оптимальне планування технічного обслуговування);

– оптимізація роботи генераційних потужностей (прогнозування попиту на електроенергію, балансування навантаження між різними генераційними установками, використання ШІ для управління генерацією в режимі реального часу);

– інтеграція з відновлюваними джерелами енергії (прогнозування виробництва енергії з сонячних і вітрових електростанцій, визначення оптимальних моментів для використання енергії від відновлюваних джерел).

Слід зазначити, що останніми роками значно привабливішою для інвестицій стала галузь відновлювальної енергетики. Цілий ряд технологічних компаній готовий платити більше за чисту енергію, щоб підкреслити свою екологічну відповідальність. Штучний інтелект має потенціал радикально змінити енергетичні системи, сприяючи створенню «зеленішого» майбутнього, вирішуючи питання, пов'язані з енергоспоживанням в умовах швидко змінюваного цифрового середовища. Однак для ефективного впровадження штучного інтелекту в зелену енергетику необхідно розробити чіткі правила і політику. Це забезпечить відповідальне використання технологій і мінімізує можливі ризики [5].

Для відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова енергія, штучний інтелект надає додаткові переваги завдяки своїй здатності до прогнозування та оптимізації. Він може передбачати майбутні обсяги генерації енергії та надавати рекомендації щодо оптимального використання цієї енергії як на рівні національних електростанцій, так і на рівні приватних сонячних панелей [6].

За два роки повномасштабної війни енергосистема України зіткнулася з викликами безпрецедентної складності, з якими раніше не зіштовхувалася жодна енергосистема у світі. Стабільність її роботи порушена, що ускладнює підтримання цілісності системи з кожним днем. Україна потребує зміни парадигми централізованого управління енергетикою та переорієнтації на створення розподіленої генерації, розміщеної по всій країні, що ускладнить обстріли з боку ворога. Однак, впровадження системи розподіленої генерації неможливе без перебудови системи постачання та розподілу електроенергії, які наразі управляються вручну та мають низький рівень автоматизації.

Комплексним рішенням цього питання є впровадження нової технічної політики, заснованої на концепції «розумних мереж» [7]. Вони використовують ШІ для оптимізації розподілу енергії, управління попитом та мінімізації втрат. У таких мережах сенсори та інтелектуальні алгоритми дозволяють моніторити споживання енергії в режимі реального часу, виявляти несправності та швидко реагувати на зміни в попиті.

Актуальність впровадження «розумних мереж» не є новою. Війна лише прискорила цю трансформацію, змусивши шукати рішення для виживання. Протягом останніх двох десятиріч в Україні вже були впроваджені деякі елементи системи «Smart Grid». Наприклад, оператори системи розподілу почали встановлювати «розумні» лічильники ще в 2000-х роках, проте темпи їх заміни залишаються низькими.

Поява численних приватних сонячних, вітрових і біогазових електростанцій, що підключаються до електромереж у нових точках, також диктує необхідність змін у мережевій інфраструктурі. Сучасні реалії вимагають нової моделі генерації та розподілу електроенергії. Прості рішення тут не підходять, – потрібно децентралізувати виробництво електроенергії та впровадити «розумні» мережі, що потребує значних фінансових інвестицій. Проте іншого шляху для забезпечення надійного та стабільного енергопостачання споживачів немає.

«Smart Grid» – це система, яка завдяки сучасному обладнанню та програмному забезпеченню дозволяє мінімізувати ручне управління постачанням і розподілом електроенергії. На відміну від централізованої системи управління, Smart Grid може більш ефективно балансувати попит і пропозицію електроенергії, знижувати втрати при передачі і розподілі, інтегрувати й ефективно керувати децентралізованою генерацією, а також залучати споживачів до процесу управління – від великих промислових підприємств до домогосподарств.

Створення автоматизованих систем моніторингу та управління електромережами дозволяє здійснювати реальне керування електричними мережами:

- ефективно керувати відключеннями та відновленням після аварій;
- підтримувати баланс між виробництвом і споживанням енергії в режимі реального часу;
- знижувати пікове навантаження на мережу та запобігати втратам потужності;
- прогнозувати та визначати місцезнаходження аварійних ділянок, що вийшли з ладу або пошкоджені [7].

Основною причиною повільного впровадження «розумних мереж» в Україні є недостатнє фінансування. Наразі на державному рівні та серед експертів обговорюються різні варіанти залучення інвестицій: використання коштів міжнародних донорів для конкретних проєктів, отримання кредитів від європейських та світових банків, а також «стимулююче» тарифоутворення. Важливо зазначити, що перші кроки у створенні «розумних мереж» вже зроблені, і цей процес є незворотним.

ШІ може застосовуватись для створення енергоефективних будівель, які автоматично регулюють споживання енергії на основі поведінки мешканців та зовнішніх умов. Такі системи можуть включати інтелектуальне управління освітленням, опаленням та кондиціонуванням повітря, що дозволить значно зменшити витрати енергії.

Сьогодні у світі безліч будівель зводяться з урахуванням різноманітних енергетичних та екологічних технологій. Причому сучасне будівництво спрямоване на об'єднання комфортних планувальних рішень з енергоефективністю.

Поняття «енергоефективний будинок» охоплює різні типи будівель, характеристики яких перевищують сучасні законодавчі та будівельні норми за показниками енергоспоживання. До таких будівель належать споруди з низьким енергоспоживанням (low energy building) та споруди з нульовим енергоспоживанням (zero energy building). Будинки з низьким енергоспоживанням збудовані із застосуванням сучасних будівельних матеріалів і витрачають на опалення від 50 до 80 кВт·годин/м² на рік. Будинки з нульовим енергоспоживанням виробляють стільки ж енергії, скільки споживають [8].

Останніми роками набувають популярності інтелектуальні будівлі (intelligent buildings), в яких потоки тепла та маси в приміщеннях і огорожувальних конструкціях оптимізуються за допомогою комп'ютерних технологій. До цієї категорії належать і «розумні будинки» (smart buildings). Основна концепція створення «розумного будинку» полягає у максимально ефективному використанні простору та його ключових елементів: структури, систем, служб і управління. Всі системи можуть функціонувати відповідно до вподобань мешканців, часу доби, погоди, зовнішньої освітленості тощо, забезпечуючи комфортні умови всередині будинку.

Проектування і зведення енергоефективних будівель слугують експериментальним майданчиком для розробки довгострокових стратегій у будівництві. Це включає збалансований розвиток паливно-енергетичного комплексу, впровадження енергозберігаючих технологій у виробництво інженерного обладнання і матеріалів, розробку теплоізоляційних будівельних конструкцій, а також створення нових архітектурних та планувальних рішень.

Використання ШІ може сприяти розробці персональних рішень для споживачів, допомагаючи їм ефективніше використовувати енергію. Наприклад, додатки для смартфонів можуть аналізувати споживання енергії у домогосподарствах і пропонувати конкретні поради для його зниження.

Сьогодні в ІТ-індустрії розробляються та використовуються комп'ютерні програми для моніторингу і аналізу споживання енергетичних ресурсів. Окрім виконання основних функцій, ці програми часто забезпечують підтримку в управлінні енергією, стратегічному плануванні, оцінці впливу реалізованих проєктів з підвищення енергоефективності, перевірці витрат на проєкти та послуги, а також у відстеженні викидів парникових газів.

Якість додатків штучного інтелекту в сфері енергетики можна оцінити, проаналізувавши основні атрибути програмного забезпечення:

- функціональність – здатність реалізувати функції, які відповідають заявленим і передбачуваним потребам;
- надійність – здатність підтримувати встановлений рівень експлуатаційних характеристик під час використання за відповідних умов;
- зручність використання – здатність бути зрозумілим, опанованим, керованим і привабливим для користувача;
- ефективність – здатність забезпечити належне виконання стосовно кількості використаних ресурсів, згідно із заявленими умовами;
- супроводжуваність – здатність бути змінним (модифікації можуть охоплювати коригування, вдосконалення або пристосування програмного забезпечення до змін у середовищі й у вимогах та функціональних специфікаціях);
- мобільність – здатність переміщатися з одного середовища (організаційне, апаратне, програмне) до іншого [9].

Наприклад, компанія Schneider Electric створила інноваційну платформу управління енергією Energy Command Center, яка дозволяє організаціям моніторити та контролювати ефективність їхніх енергетичних активів. Ця програмна система прискорює перехід до більш розумного та екологічного управління об'єктами, підвищуючи енергоефективність. Платформа використовує унікальну комбінацію цифрових рішень і передових технологій для спрощення управління енергією та оптимізації її споживання. Energy Command Center поєднує штучний інтелект, алгоритми машинного навчання та технології Інтернету речей для вимірювання та прогнозування різних показників, таких як енергоємність, стан критичних активів, виробництво відновлюваної енергії та загальна ефективність енергетичних активів. Використовуючи дані про енергоспоживання в режимі реального часу разом із модульним і сумісним програмним забезпеченням та системами управління будівлями, Energy Command Center сприяє зменшенню споживання енергії та витрат, допомагаючи організаціям досягати своїх цілей та наближати майбутнє з нульовим енергоспоживанням [10].

Окрім цього, варто відзначити, що штучний інтелект значно підвищує безпеку та надійність енергетичних систем. Завдяки аналізу в режимі реального часу, штучний інтелект здатний виявляти відхилення в роботі обладнання і попереджувати виникнення аварійних ситуацій. Це забезпечує безперебійне постачання енергії та допомагає уникнути потенційних проблем. Алгоритми штучного інтелекту можуть виявляти аномальні явища та потенційні загрози, що дозволяє запобігти аваріям і зберегти цінні ресурси [3].

Алгоритми машинного навчання здатні виявляти неефективні витрати енергії та пропонувати оптимальні рішення для їх зменшення. Це не лише знижує витрати, але й сприяє покращенню екологічної ситуації.

Серед основних перешкод, що стримують активніше впровадження технологій штучного інтелекту в енергетичну сферу України можна виділити:

- недосконалість технологій з точки зору сумісності з існуючим обладнанням;
- вразливість систем, що підключені до цифрових мереж, до кібератак (зі зростанням кількості та масштабу кібератак та спектру кіберзагроз, можливі втрати контролю над технологічним обладнанням і процесами, що може призвести до фізичних збитків і порушення функціонування енергетичної інфраструктури);
- опір змінам (консерватизм) серед працівників, який часто викликаний існуючою організаційною культурою: працівники можуть побоюватися довіряти ШІ прийняттю важливих рішень, що впливають на активи, за які вони відповідають [11].

Для підвищення ефективності енергозбереження в Україні за рахунок використання технологій штучного інтелекту потрібна реалізація відповідного комплексу заходів:

- створення нормативно-правової бази, яка стимулюватиме використання ШІ у сфері енергозбереження та відновлювальної енергетики;
- запровадження податкових пільг та інших фінансових стимулів для підприємств, які впроваджують ШІ для підвищення енергоефективності;
- стимулювання застосування ШІ для оптимізації використання енергії в громадських будівлях, транспортній інфраструктурі та промислових об'єктах;
- організація та проведення просвітницької роботи серед підприємців і населення щодо можливостей та переваг використання ШІ для енергозбереження.

– популяризація серед населення процесу впровадження систем «розумний будинок», які використовують ШІ для автоматичного регулювання освітлення, опалення, кондиціонування та інших систем з метою зменшення енергоспоживання;

– підтримка дослідницьких проєктів та інновацій у сфері ШІ та енергозбереження через гранти та інвестиції.

Висновки з проведеного дослідження. Широкомасштабна збройна агресія Російської Федерації проти України, яка розпочалася 24 лютого 2022 року, зірвала планову модернізацію енергетичних активів країни. Проте подолання наслідків вторгнення може стати поштовхом до трансформації всього енергетичного сектору. В процесі післявоєнного відновлення Україна має скористатися можливістю відновити енергетичну інфраструктуру з використанням сучасних технологій, що вже інтегрують штучний інтелект.

Сучасні інструменти штучного інтелекту сприяють ефективнішій інтеграції різних джерел енергії та типів споживачів, цифровізація відкриває нові можливості для бізнесу і створює додаткові джерела доходу для постачальників енергетичних послуг, водночас допомагаючи споживачам краще контролювати своє енергоспоживання і знижувати витрати на електроенергію.

Однак для досягнення цих цілей необхідна тісна співпраця між урядом, бізнесом та науковими установами, а також активна підтримка інноваційних технологій.

Література

1. Artificial Intelligence for Europe. EC. Brussels, 25.4.2018. *EUR-Lex* : An official website of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN> (дата звернення: 21.03.2024).

2. Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. OECD/LEGAL/0449. Adopted on: 22.05.2019. Amended on: 03.05.2024. *OECD.org*. URL: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449> (дата звернення: 10.05.2024).

3. Фокс С. OpenAI революціонує енергетичну сферу за допомогою штучного інтелекту – вплив, переваги та використання. *Mediacom*. 2024. URL: <https://mediacom.com.ua/openai-ta-vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-energetichnij-sferi/> (дата звернення: 11.04.2024).

4. Дзюбановська Н. В. Інноваційні підходи до формування енергетичної мережі майбутнього із застосуванням штучного інтелекту. *Інноваційна економіка*. 2023. № 1[93]. С. 158-163.

5. Амос З. ШІ – це майбутнє зеленої енергії? *Unite.AI*. URL: <https://www.unite.ai/uk/is-ai-the-future-of-green-energy/> (дата звернення 03.04.2024).

6. Каллот К., Флінт Б., Челлен Е. Як штучний інтелект може прискорити енергетичний перехід. *Enkorr*. URL: https://enkorr.ua/uk/publications/yak_shtuchnij_ntelegt_mozhe_priskoriti_energetichnij_perehd/259397 (дата звернення: 08.06.2024).

7. Голіздра О. Розбудова Smart Grid – шлях до підвищення стійкості енергосистеми України. *Укрінформ*. 2024. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3863598-rozbudova-smart-grid-slah-do-pidvisenna-stijkosti-energosistemi-ukraini.html> (дата звернення: 18.05.2024).

8. Басок Б. І., Беляєва Т. Г., Хибина М. А. Світові тенденції в сфері енергоефективних будівель. *Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'21* : Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції (м. Київ, 9-11 березня 2021). Київ, 2021. С. 8-9. URL: <http://pems.kpi.ua/proc/article/view/274538> (дата звернення: 16.05.2024).

9. Експертний огляд програмного забезпечення для енергомоніторингу та енергоменеджменту. *Асоціація «Енергоефективні міста України»*. URL: https://enefcities.org.ua/upload/files/Publications/Analytics/Expert_review_SW_2018.pdf (дата звернення: 04.05.2024).

10. Мальмезон Р. Capgemini та Schneider Electric співпрацюватимуть, щоб допомогти компаніям оптимізувати енергоспоживання. *Schneider Electric*. URL: <https://www.se.com/ua/uk/about-us/newsroom/news/press-releases/capgemini-ta-schneider-electric-spiwpracojuvatimut-щоб-допомогти-компаніям-оптимізувати-енергоспоживання-665833870cb5c66fdb0432c8> (дата звернення: 03.06.2024).

11. Суходоля О. М. Штучний інтелект в енергетиці : аналіт. доповідь. Київ : НІСД, 2022. 49 с. URL: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09> (дата звернення: 22.04.2024).

References

1. EUR-Lex (2018), Artificial Intelligence for Europe, EC, Brussels, Belgium, available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN> (access date March 21, 2024).

2. OECD.org (2024), Recommendation of the Council on Artificial Intelligence. OECD/LEGAL/0449. Adopted on: 22/05/2019/OECD. Amended on: 03.05.2024, available at: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449> (access date May 10, 2024).

3. Foks, S. (2024), "OpenAI is revolutionizing energy with artificial intelligence – impact, benefits and uses", *Mediacom*, available at: <https://mediacom.com.ua/openai-ta-vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-v-energetichnij-sferi/> (access date April 11, 2024).
4. Dziubanovska, N.V. (2023), "Innovative approaches to the formation of the energy network of the future with the use of artificial intelligence", *Innovatsiina ekonomika*, no. 1(93), pp. 158-163.
5. Amos Z. AI – is this the future of green energy? Unite.AI. URL: <https://www.unite.ai/uk/is-ai-the-future-of-green-energy/> (access date April 04, 2024).
6. Kallot, K., Flint, B. and Chellen, E. "How artificial intelligence can accelerate the energy transition", *Enkorr*, available at: https://enkorr.ua/uk/publications/yak_shtuchnij_ntelekt_mozhe_priskoriti_energetichnij_perehd/259397 (access date June 08, 2024).
7. Holizdra, O. (2024), "Building a Smart Grid is a way to increase the stability of Ukraine's energy system", *Ukrinform*, available at: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3863598-rozbudova-smart-grid-slah-do-pidvisenna-stijkosti-energosistemi-ukraini.html> (access date May 18, 2024).
8. Basok, B.I., Bieliaieva, T.H. and Khybyna, M.A. (2021), "Global trends in the field of energy-efficient buildings", *Enerhetychni menedzhment: stan ta perspektyvy rozvytku – PEMS'21 : Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi ta navchalno-metodychnoi konferentsii* [Energy management: state and prospects of development – PEMS'21 : Collection of materials of the International scientific-technical and educational-methodological conference], (Kyiv, 9-11 March 2021), Kyiv, Ukraine, pp. 8-9, available at: <http://pems.kpi.ua/proc/article/view/274538> (access date May 16, 2024).
9. Association "Energy-efficient cities of Ukraine" (2018), "Expert review of software for energy monitoring and energy management", available at: https://enecities.org.ua/upload/files/Publications/Analytics/Expert_review_SW_2018.pdf (access date May 04, 2024).
10. Malmezon, R. "Capgemini and Schneider Electric will collaborate to help companies optimize energy consumption", *Schneider Electric*, available at: <https://www.se.com/ua/uk/about-us/newsroom/news/press-releases/capgemini-ta-schneider-electric-svippracjuvatymut-shob-dopomogti-kompanijam-optimizuvati-energospojivannja-665833870cb5c66fdb0432c8> (access date June 03, 2024).
11. Sukhodolia, O.M. (2022), *Shtuchnyi intelekt v enerhetytsi: analit. dopovid* [Artificial intelligence in energy: analyst. report], NISD, Kyiv, Ukraine, 49 p., available at: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2022.09> (access date April 22, 2024).

Печенюк А.В., Печенюк В.А.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ УКРАЇНИ

Мета. Розробка комплексу заходів для підвищення ефективності енергозбереження в Україні через використання технологій штучного інтелекту.

Методика дослідження. У процесі підготовки публікації було використано низку загальнонаукових та емпіричних прийомів дослідження, зокрема: прийоми наукового пізнання (при розкритті особливостей застосування технологій штучного інтелекту в промисловості та побуті); логічний та діалектичний (при оцінюванні тенденцій розвитку сучасних комп'ютерних технологій в галузі енергетики); узагальнення, аналізу та синтезу (при дослідженні стану застосування інструментарію штучного інтелекту в енергетичній сфері України); наукового абстрагування (при розробці пропозицій для підвищення ефективності енергозбереження в Україні через використання технологій штучного інтелекту).

Результати дослідження. Обґрунтовано необхідність підвищення ефективності використання сучасних комп'ютерних технологій у сфері енергетики. Проаналізовано передумови розвитку штучного інтелекту у сфері енергозбереження. Розкрито суть таких перспективних напрямів застосування штучного інтелекту в енергетиці, як прогнозування попиту на енергію, оптимізація енергоспоживання на підприємствах і населенням, використання «розумних» мереж, розвиток енергоефективних будівель, персональні енергозберігаючі рішення. Проаналізовано основні перешкоди, що стримують активніше впровадження технологій штучного інтелекту в енергетичну сферу України. Розроблено ряд пропозицій щодо підвищення ефективності енергозбереження в Україні за рахунок використання технологій штучного інтелекту.

Наукова новизна результатів дослідження. Обґрунтовано теоретичні, методологічні та практичні засади застосування штучного інтелекту в енергетичній сфері України, що слугуватиме покращенню рівня енергозбереження на підприємствах і в домогосподарствах.

Практична значущість результатів дослідження. Запропонований комплекс заходів із використання інструментів штучного інтелекту може бути використаний для покращення енергозбереження в сучасних умовах України як урядовими організаціями для моніторингу та аналізу енергоспоживання на національному рівні, розробки політики енергозбереження, а також енергетичними компаніями для оптимізації виробництва та розподілу енергії, прогнозування попиту на електроенергію, виявлення та усунення втрат в мережах, а також для підвищення ефективності використання відновлюваних джерел енергії.

Ключові слова: штучний інтелект, енергетика, енергозбереження, прогнозування попиту на енергію, оптимізація енергоспоживання, «розумні» мережі, енергоефективні будівлі.

Pecheniuk A.V., Pecheniuk V.A.

PROSPECTS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE ENERGY SAVING IN THE CONDITIONS OF UKRAINE

Purpose. The purpose of the article is to develop a set of measures to increase the efficiency of energy saving in Ukraine through the use of artificial intelligence technologies.

Methodology of research. In the process of preparing the publication, a number of general scientific and empirical methods of research were used, in particular: methods of scientific knowledge (when revealing the features of the application of artificial intelligence technologies in industry and everyday life), logical and dialectical (when assessing the trends in the development of modern computer technologies in the field of energy), generalization, analysis and synthesis (when studying the state of application of artificial intelligence tools in the energy sector of Ukraine), scientific abstraction (when developing proposals to increase the efficiency of energy saving in Ukraine through the use of artificial intelligence technologies).

Findings. The need to improve the efficiency of using modern computer technologies in the field of energy is substantiated. The prerequisites for the development of artificial intelligence in the field of energy saving are analyzed. The essence of promising areas of application of artificial intelligence in the energy industry, such as energy demand forecasting, optimization of energy consumption by enterprises and the population, use of «smart» networks, development of energy-efficient buildings, personal energy-saving solutions, is revealed. The main obstacles preventing the more active implementation of artificial intelligence technologies in the energy sphere of Ukraine are analyzed. A number of proposals have been developed to increase the efficiency of energy saving in Ukraine through the use of artificial intelligence technologies.

Originality. The theoretical, methodological and practical principles of the application of artificial intelligence in the energy sector of Ukraine, which will serve to improve the level of energy saving at enterprises and households, are substantiated.

Practical value. The proposed set of measures for the use of artificial intelligence tools can be used to improve energy conservation in the modern conditions of Ukraine by government organizations for monitoring and analyzing energy consumption at the national level, developing energy conservation policies, as well as energy companies for optimizing energy production and distribution, forecasting electricity demand, detection and elimination of losses in networks, as well as to increase the efficiency of the use of renewable energy sources.

Key words: artificial intelligence, energy, energy saving, energy demand forecasting, energy consumption optimization, «smart» networks, energy-efficient buildings.